

temperaturmätningar samt punkterna K1–K3 för kontinuerlig uppföljning av havsvattnets temperatur under den isfria perioden 2011.

Utsläppen av radioaktiva ämnen i havet från Lovisa kraftverk beskrivs i kapitlen 4.12.2 och 9.8.3.2. Miljöns nuvarande tillstånd vad gäller strålning beskrivs i kapitel 9.8.3.

Syresituationen i ytskiktet (0–1 meter) under tillväxtperioden (maj–oktober) har i genomsnitt varit god vid kontrollstationerna för vattenkvalitet (bild 9-38). Syremättningen har

varierat mellan 70 och 130 % under tillväxtperioden. Övermättning av syre har observerats i ytskiktet vid alla kontrollstationer på grund av ökad växtplanktonproduktion, vilket är ett vanligt fenomen i näringsrika vatten. Syresituationen i bottenvattnet under tillväxtperioden har i genomsnitt varit sämre än i ytvattnet, bland annat på grund av att vattnet är temperaturskiktat. Under 2000–2020 observerades ingen tydlig trend i syreförhållandena (bild 9-39) (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Däremot är variationen mellan olika områ-

den helt klart större än i ytskiktet. Under senare år har helt syrefria förhållanden i botten-skiktet observerats främst i fördjupningarna och tidvis i mellanskiktet i Hästholmsfjärden, men syrebrist har också förekommit i Hudöfjärden. Enligt uppgifterna om vattenkvaliteten var syresituationen i bottenvattnet dålig i fördjupningarna i Hästholmsfjärden redan på 1970-talet innan kraftverket togs i bruk, medan syresituationen i mellanskiktet försämrades på 1990-talet (Avoim tieto, databasen Hertta, 24.3.2021).

Utifrån de genomsnittliga näringshalterna under tillväxtperioden (maj–oktober) har ytvattnet kring Hästholmen varit lindrigt eutroft eller eutroft. Den genomsnittliga halten av totalfosfor i ytskiktet under tillväxtperioden har varierat mellan 12 och 41 µg/l vid kontrollstationerna för vattenkvalitet under 2000–2020 (Avoim tieto, databasen Hertta, 11.2.2021) (bild 9-40). På 2000-talet har ingen egentlig trend kunnat observeras i fosforhalternas variationer. Den genomsnittliga halten

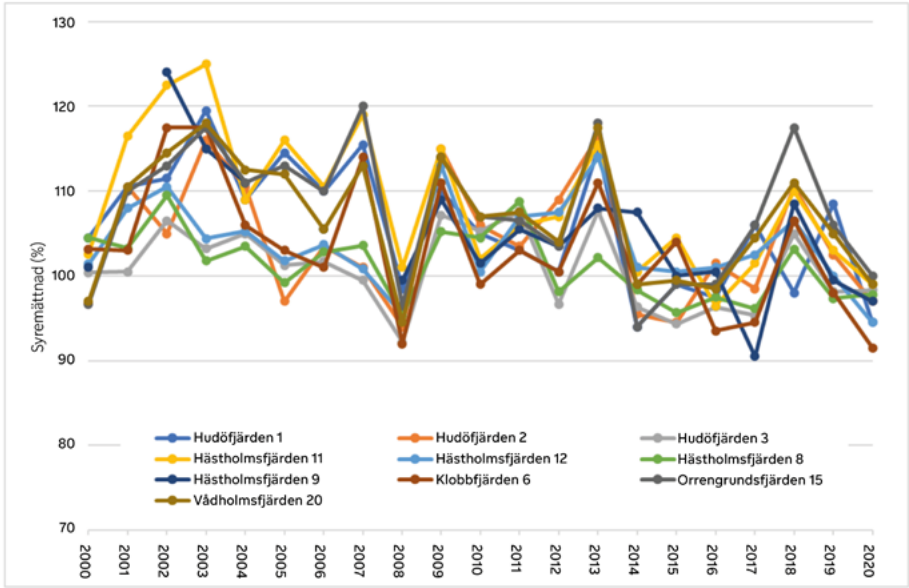


Bild 9-38. Genomsnittlig syremättnad i ytskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Avoim tieto, databasen Hertta, 11.2.2021).

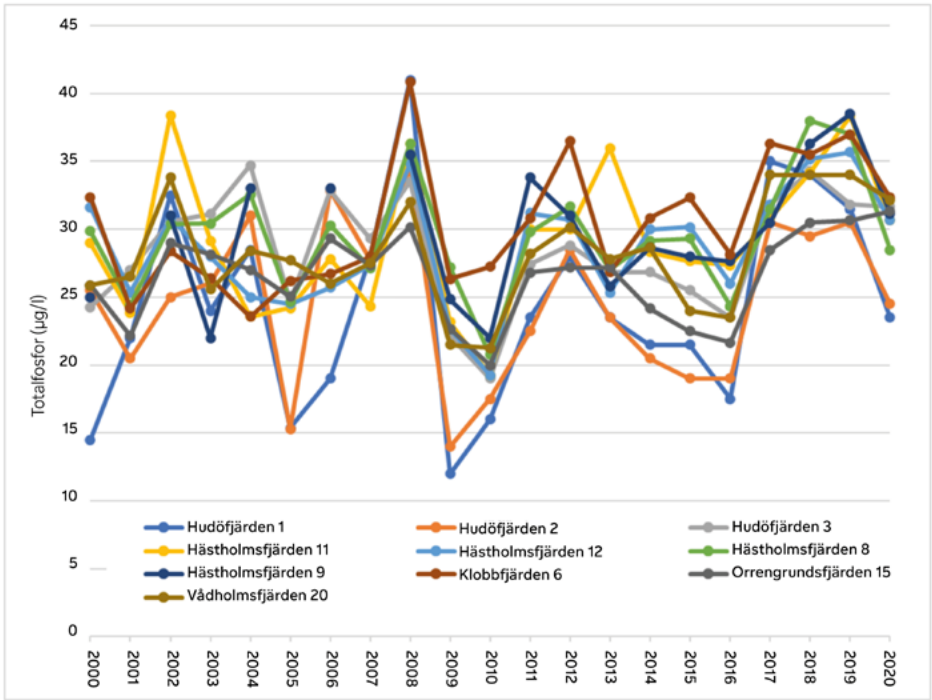


Bild 9-40. Genomsnittlig halt av totalfosfor i ytskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Avoim tieto, databasen Hertta, 11.2.2021).

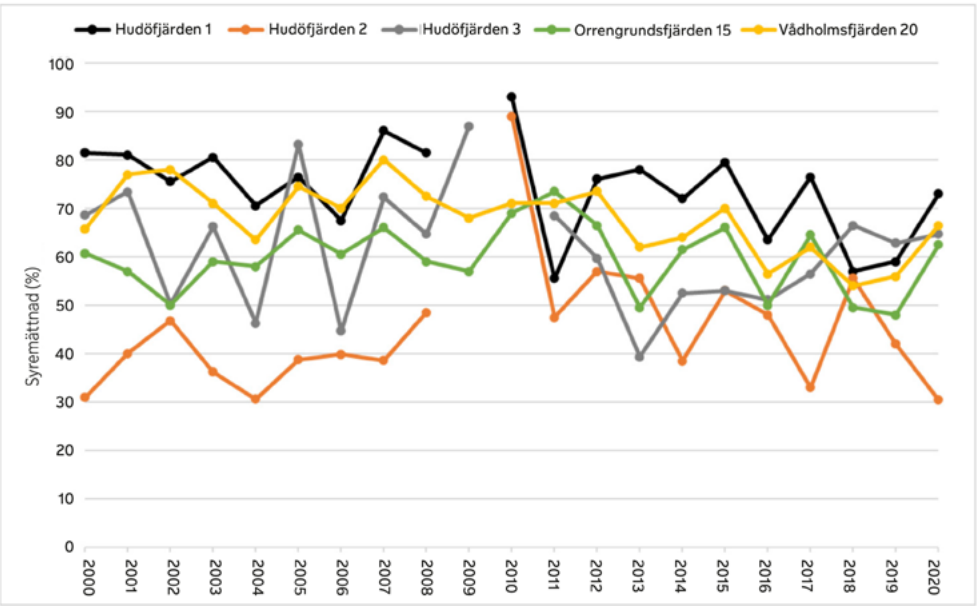
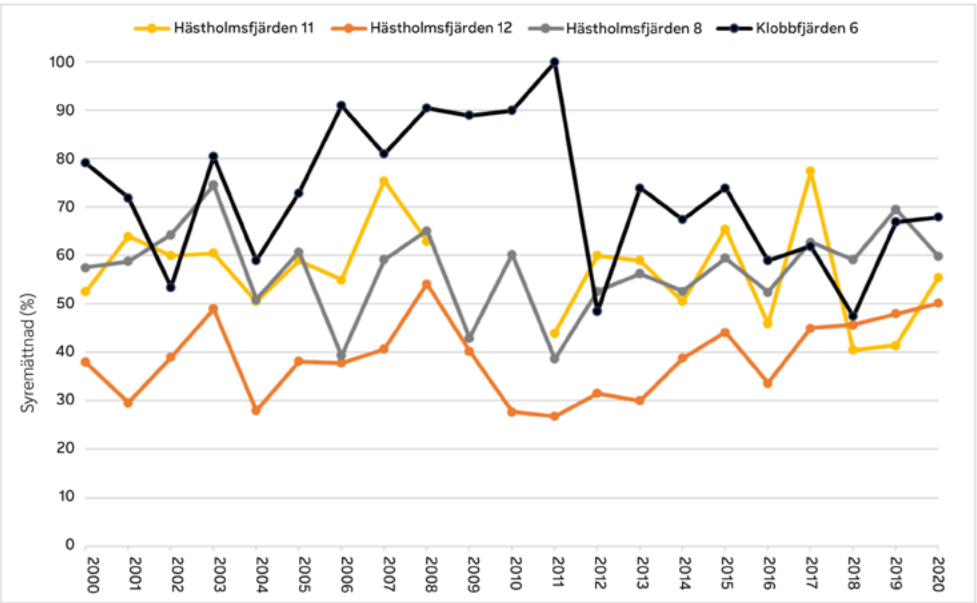


Bild 9-39. Genomsnittlig syremättnad i det bottennära vattenskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020. På den övre bilden visas Hästholmsfjärden och Klobbfjärden, på den undre bilden Hudöfjärden samt Vådholmsfjärden och Orrregrundsfjärden (Avoim tieto, databasen Hertta, 11.2.2021).

av totalkväve i ytskiktet har varierat mellan 250 och 475 µg/l (bild 9-41). Halten av totalkväve sjönk tydligt 2009, varefter halten har stigit något, men den ligger emellertid kvar på i genomsnitt samma nivå som under 2000–2008.

I det bottennära vattnet har näringshalterna varit högre än i ytskiktet (bild 9-42 och bild 9-40). I fördjupningarna i Hästholmsfjärden (Hästholmsfjärden 12) har totalfosfor- och totalkvävehalterna upprepade gånger varit högre än vid

andra stationer som en följd av den dåliga syresituatio- nen eller de syrefria förhållandena i bottenvattnet, varvid näringsämnen frigörs från sedimentet till vattnet. I maj–ok- tober 2000–2020 var fosforhalten i det bottennära vattnet i genomsnitt 200 µg/l och totalkvävehalten 613 µg/l. Samma fenomen kan observeras vid kontrollstationen Hudöfjärden 2. Vid de övriga stationerna har den genomsnittliga fosfor- halten i bottenvattnet varierat på bägge sidor om 50 µg/l

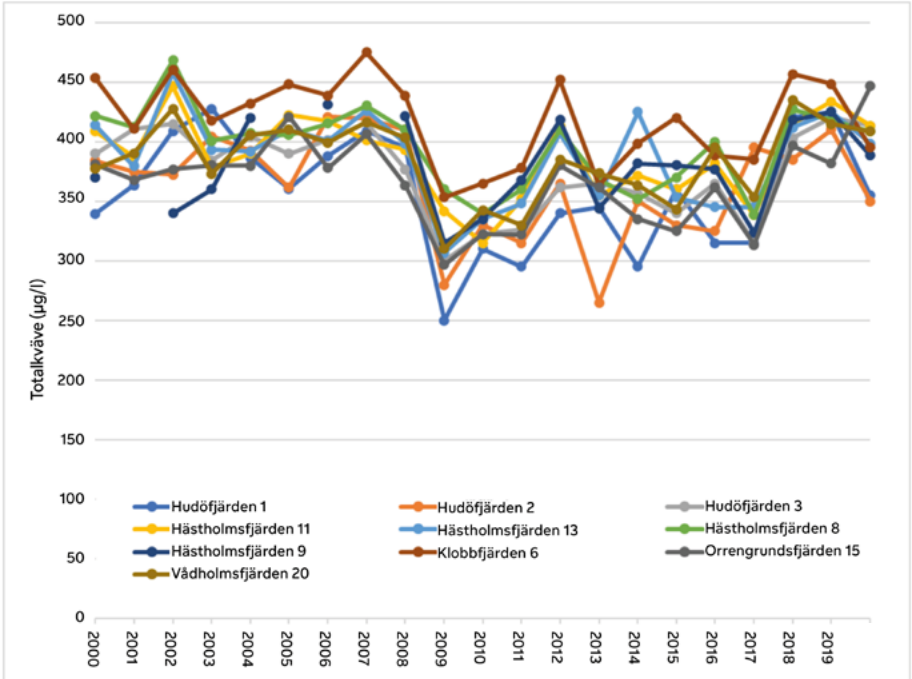


Bild 9-41. Genomsnittlig halt av totalkväve i ytskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Avoin tietö, databasen Hertta, 11.2.2021).

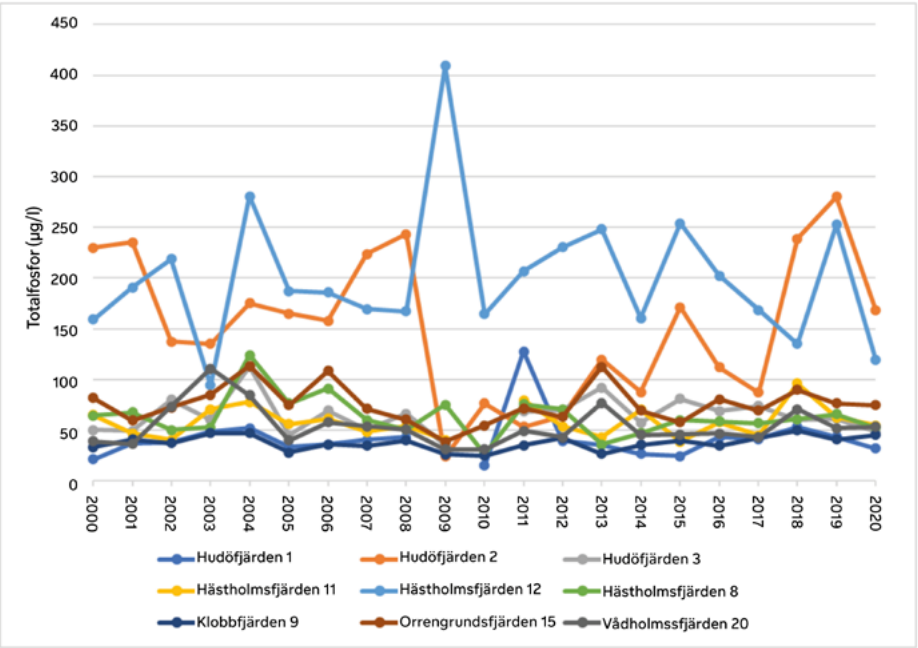


Bild 9-42. Genomsnittlig halt av totalfosfor i det undre vattenskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Avoin tietö, databasen Hertta, 11.2.2021).

och kvävehalten har varit i klassen 375–434 µg/l. Halterna kan emellertid tidvis öka tydligt till följd av syrebrist.

Siktdjupet har mätts i havsområdet i Lovisa sedan 1970-talet. Siktdjupet beskriver hur djupt ner i vattnet man ser från vattenytan. Siktdjupet försämras av partiklar som finns i vattnet (bl.a. växtplanktonalger och lera som följer med å- och älvvattnet) eller till exempel av hård vind, som blandar partiklar i sedimentet med vattnet. Eutrofieringen är en bety-

dande faktor som försämrar siktdjupet i vattendragen.

Enligt uppföljningen av vattenkvaliteten har siktdjupet försämrats i havsområdet nära Hästholmen (bild 9-44). Siktdjupet var sämre i Klobbfjärden och Hästholmsfjärden än i de övriga omgivande havsområdena redan på 1970-talet och trenden mot det sämre har kunnat observeras i hela det omgivande havsområdet sedan kontrollen började ända till 2000-talet. Försämringen av siktdjupet är en följd av den

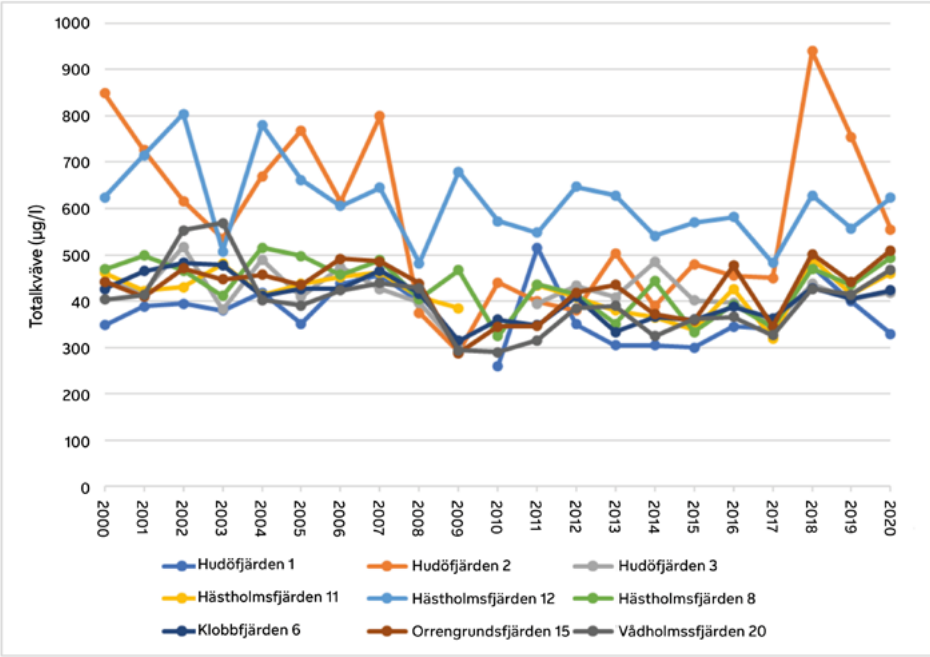


Bild 9-43. Genomsnittlig halt av totalkväve i det undre vattenskiktet (medelvärde maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Avoin tietö, databasen Hertta, 11.2.2021).

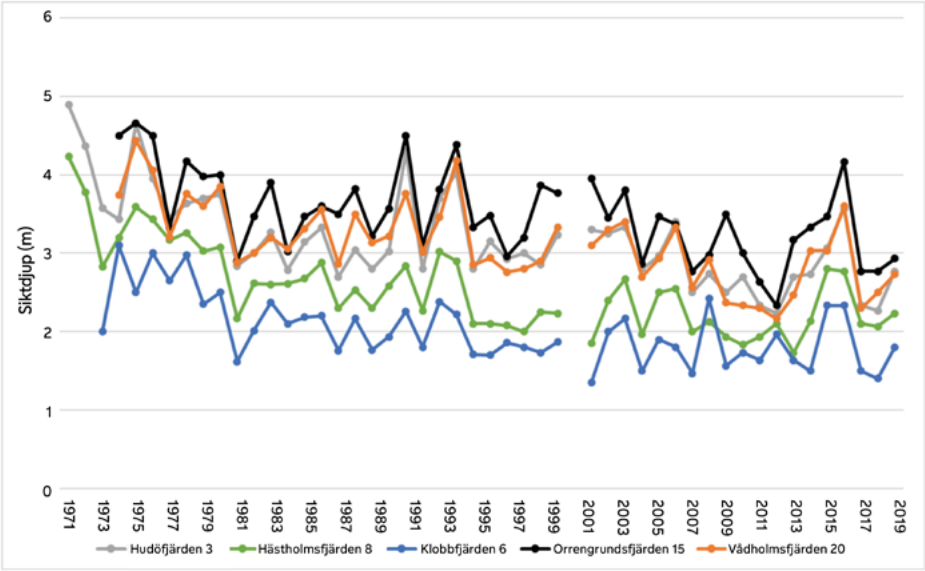


Bild 9-44. Siktdjup (m) i havsområdet nära Hästholmen under högsommaren juni–augusti (Avoin tietö, databasen Hertta, 12.2.2021).

allmänna eutrofieringsutvecklingen i Finska viken, men också lokala faktorer påverkar. Att siktdjupet är sämre i Klobbfjärden än i de övriga havsområdena har sin förklaring i att näringsrikt åvattnet som innehåller fasta partiklar förs till Klobbfjärden från Tessjöån via Jomalsunds kanal (bild 9-35). Under senare år verkar trenden mot sämre siktdjup ha jämnats ut.

9.16.3.6 Växtplankton

Växtplanktonalger är små encelliga organismer och primärproducenter som utgör grunden för näringsväven i det marina ekosystemet. Växtplanktonsamhället regleras av många olika fysikalisk-kemiska faktorer, bland annat ljuset, temperaturen, näringshalterna och -förhållandena samt biotiska faktorer, bland annat djurplanktonbete och konkurrensen om näringsämnen. Växtplanktonsamhällena i Finska viken har en tydlig årtidssuccession, som inkluderar en vårblokningsperiod, ett minimum under sommaren och ett sensommarmaximum och ibland även en mindre höstblokningsperiod.

Växtplanktonarterna och -biomassan samt växtplanktons årtidssuccession (utveckling) i havsområdet nära kraftverket har varit typisk för kustvattnen i Finska viken. På vintern begränsar ljusmängden och havsområdets blandningsförhållanden växtplanktontillväxten, även om det finns tillräckligt med näringsämnen för algproduktionen. Primärproduktionen är som störst under växtplantonens vårblokningsperiod, och dess omfattning varierar från område till område samt mellan olika år, men är som störst i Finska viken (Fleming och Kaitala 2006). Vid kontrollen i maj 2017 var de rikligast förekommande taxonerna, dinoflagellater (dominerande art den stora

Peridiniella catenata) och kiselalger, typiska alggrupper i havsområdet kring kraftverket under vårblokningsperioden (Hakanen 2018).

På sommaren använder växtplankton främst återvunna näringsämnen, eftersom temperatursprångskiktet förhindrar näringsöverföring från de djupare vattenskikten till det produktiva ljusa ytskiktet och halten lösliga näringsämnen är liten i ytskiktet. De dominerande alggrupperna under sommaren är vanligen fintrådiga blågröna alger, dinoflagellater samt små autotrofiska flagellater och nanoflagellater. Mängden blågröna alger har varierat årligen i havsområdet kring kraftverket och andelen blågröna alger i samhället är som störst mot sensommaren (Hakanen 2018). Den rikligaste arten av blågröna alger vid kontrollen 2017 var den fintrådiga ogiftiga Aphanizomenon (Hakanen 2018). I Finska viken har eutrofieringen lett till en genomsnittlig intensifiering av massförekomsten av blågröna alger under sensommaren, även om den områdesmässiga och tidsmässiga samt årliga variationen i förekomstens intensitet är stor (Bruun m.fl. 2010). Växtplanktonsamhällena i havsområdet i Lovisa domineras på hösten av de stora kiselalgerna som förekommer i kallt vatten (Hakanen 2018).

Från kontrollens första år finns det endast sporadiska uppgifter om årsmedelvärdet av klorofyll a-halten, som beskriver mängden alger i vattnet. Jämfört med kontrollens första år har klorofyll a-halterna ökat, vilket visar att mängden alger har ökat (tabell 9-51). Det mest kompletta kontrollmaterialet kommer från kontrollstationerna Hästholmsfjärden 8 och Hudöfjärden 3. Vid dessa stationer uppvisade den genomsnittliga klorofyllhalten en sjunkande trend (minskad mängd alger) på 2000-talet fram till 2009 (bild 9-45) (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

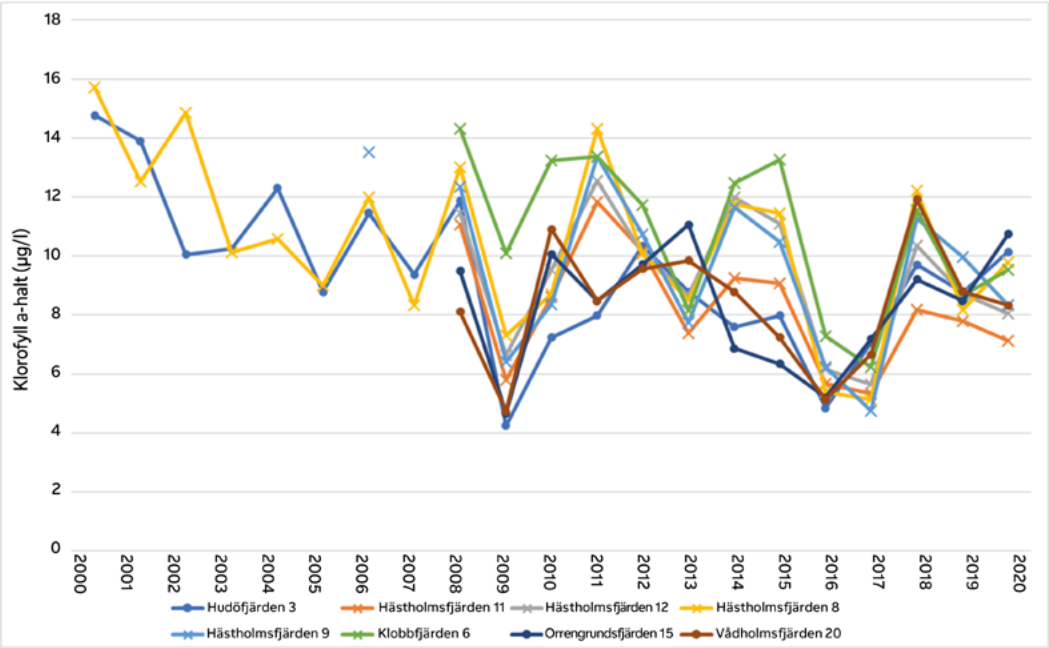


Bild 9-45. Genomsnittlig klorofyll a-halt (µg/l) i ytskiktet vid olika stationer under tillväxtperioden (maj–oktober) i havsområdet i Lovisa under 2000–2020 (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

Tabell 9-51. Årsmedelvärden av klorofyll a-halten under olika perioder sedan 1970 och framåt. Uppgifterna från de första åren är sporadiska och samplets storlek (n) har varit mycket liten (Avoim tieto, databasen Hertta, 17.2.2021).

Station	1970-1980	n	1981-1990	n	1991-2000	n	2001-2010	n	2011-2020	n
Hudöfjärden 1	—		—		—		22,5	2	—	
Hudöfjärden 2	0,2	1	7,3	8	3,1	1	17,3	2	—	
Hudöfjärden 3	—		—		12,03	12	10,9	72	8,3	62
Hästholmsfjärden 11	3,8	1	14,8	1	—		8,6	17	7,9	61
Hästholmsfjärden 12	3,7	1	7,9	16	7,7	1	8,7	19	9,1	62
Hästholmsfjärden 8	2,9	5	—		12,8	11	10,9	72	9,1	56
Hästholmsfjärden 9	—		12,8	1	—		9,4	25	9,1	60
Klobbfjärden 6	—		—		—		11,6	19	9,9	61
Orrergrundsfjärden 15	—		—		—		7,3	19	7,9	61
Vådholmsfjärden 20	—		—		—		7,5	19	9	61

tinen & Raunio 2018). Samma trend observerades också vid de stationer som lades till kontrollen 2008 (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Därefter ökade klorofyllhalten på nytt och variationen mellan åren har varit stor. De högsta halterna observerades 2011 och 2014. I nuläget återspeglar klorofyllhaltens värden främst det ett eutrofierat vattendrag. Vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden har värmebelastningen från kraftverket för sin del påskyndat eutrofieringen.

Förändringarna i Finska vikens status har också reflekterats på statusen i havsområdet nära kraftverket. I Finska viken ökade mängden alger fram till början av 2000-talet på grund av eutrofieringen. Mängden alger började öka på nytt i Finska viken under den senare hälften av 2010-talet, vilket indirekt berodde på 2010-talets saltpulser, som knuffade undan syrefattigt och fosforhaltigt vatten från Östersjöns huvudbassäng (Gotlandsdjupet) till Finska viken. Till exempel märktes effekten av saltpulserna 2014-2016 i resultaten av kontrollen vid Lovisa 2018 som en ökning av klorofyll a-halten och primärproduktionen (Anttila-Huhtinen & Raunio 2019).

Det finns regelbundna kontrolluppgifter om den totala biomassan av växtplankton sedan 2008 och framåt (Avoim tieto, växtplanktonregistret, 15.2.2021). Det mest omfattande materialet kommer från kontrollstationerna Hudöfjärden 3 och Hästholmsfjärden 8. Biomassan är betydligt större än biomassan 1967, som beräknades utifrån ett enda prov i juli och endast är riktigivande (bild 9-46). Förändringarna är mest troligt en följd av den allmänna eutrofieringen i Finska viken. Under 2014–2020 var biomassan i genomsnitt 0,9–1,7 mg/l. Biomassan har minskat sedan 2011.

Från havsområdet i Lovisa finns ett tidsmässigt sällsynt omfattande mätmaterial av primärproduktionen av växtplankton. De tidigaste resultaten är från 1967, men verkar ha minskat efter 1997 (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Under

kontrollen ökade primärproduktionen vid både kylvattenutloppet och kylvattenintaget ända till mitten av 1990-talet. Ökningen hör samman med den allmänna ökningen av näringshalterna och den allmänna eutrofieringsutvecklingen i Finska viken. Eutrofieringsutvecklingen var emellertid starkare i Hästholmsfjärden (station 2, Hästholmsfjärden 8) än i det närliggande jämförelseområdet i Hudöfjärden (station 8, Hudöfjärden 3), vilket för sin del tyder på effekten av kraftverkets kylvatten (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

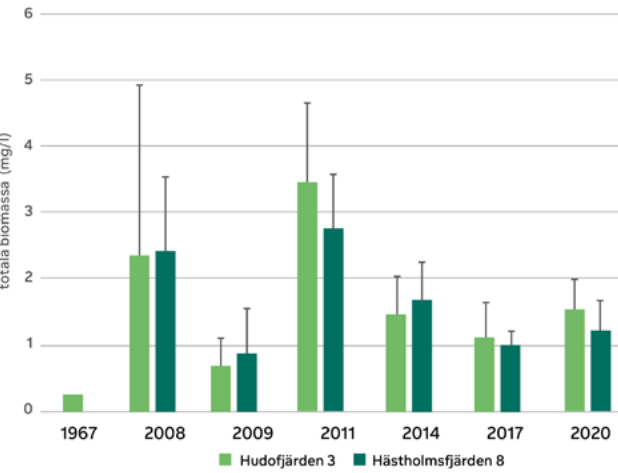


Bild 9-46. Den totala biomassan av växtplankton i Hudöfjärden och Hästholmsfjärden. År 1967 gjordes bara en mätning i juli. Under övriga år har samplets storlek varit 2–6 (Avoim tieto, växtplanktonregistret, 15.2.2021).

På 2000-talet ökade primärproduktionen tydligt till en nivå som beskriver ett eutroft vattendrag. Enligt en brytpunktsmodell som anpassats till materialet verkar eutrofieringen emellertid ha börjat minska (bild 9-47). Variationen mellan åren är stor, men enligt brytpunktsmodellen inträffade förändringar i mängden primärproduktion 1997 och 2013–2014. Den nedåtgående trenden började redan 1997, men blev ännu kraftigare under 2013–2014. De låga primärproduktionssiffrorna under i synnerhet 2016 och 2017 bekräftade den nedåtgående trenden.

9.16.3.7 Vattenvegetation

Vattenvegetationen har undersökts i havsområdet intill Lovisa kraftverk sedan 1971. Stränderna på Hästholmen består främst av sten och under vattenytan blir det snabbt djupare och därför är bältena av vattenvegetation vanligtvis smala (Ilus 2009). År 2017 påträffades på kontrollinjerna sammanlagt 12 vattenväxtarter, som hör till kärlväxter och makroalger. De påträffade arterna var vanliga för området, till exempel hornsärv, axslinga, havsnajas, ålnate, borstnate, hårsärv, grönslick, molnslick, blåstång och tarmalg (Monivesi Oy, 2018).

Inga betydande förändringar i förekomsten av vattenväxter har observerats i Hästholmsfjärden eller Hudöfjärden mellan åren 2008, 2011, 2014 och 2017. Mellan 1977 och 2017 har vattenvegetationen i Hästholmsfjärden och Hudöfjärden förändrats, så att vattenväxter som är känsliga för fysika-

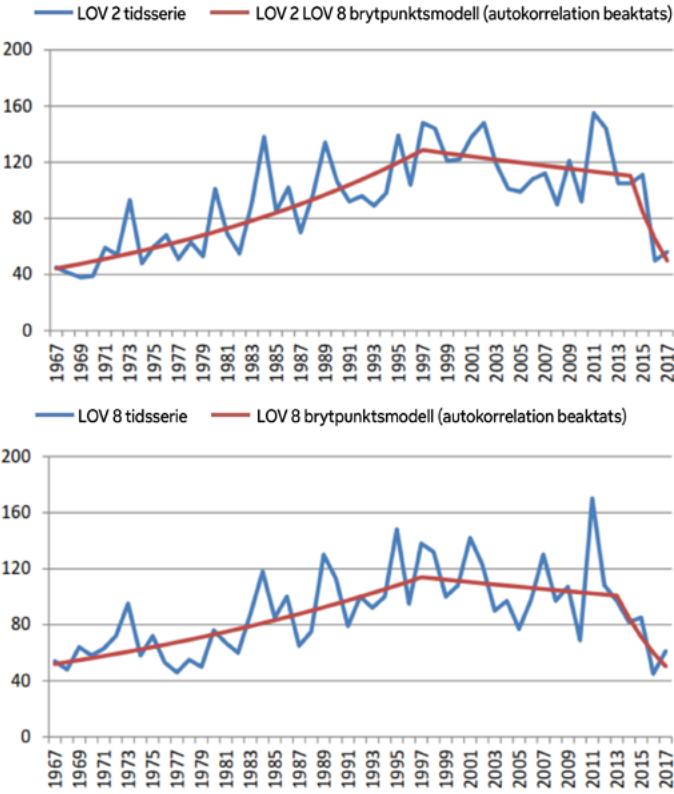


Bild 9-47. Primärproduktion per areaenhet (mg C/m²d) i kylvattnets influensområde i Hästholmsfjärden (station LOV 2, övre bilden) och på jämförelseområdet i Hudöfjärden (station LOV 8, undre bilden) under 1967–2017 (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

lisk-kemisk belastning (näringsämnen, temperatur, siktdjup) har gått tillbaka i båda havsområdena sedan 1980, medan vissa kärlväxter och trådalger har gynnats av det varmare vattnet. Förändringen i Hästholmsfjärden har varit större än i Hudöfjärden. I synnerhet ettåriga trådalger har gynnats av den förlängda tillväxtperioden. Den värmande effekten märks i synnerhet som en ökad förekomst av vattenväxter – från vattenytan till 1,5 meters djup på kontrollinjerna i Hästholmsfjärden (influensområdet för kraftverkets kylvatten) (Monivesi Oy 2018). Den ökade strandvegetationen och eutrofieringen av stränderna märks inom en radie på cirka en kilometer från kylvattenutloppet.

9.16.3.8 Bottenfauna

Bottendjursamhällena i havsområdet kring Hästholmen kartlades första gången år 1966, då mängden arter konstaterades vara tämligen knapp. Mängden arter i Finska viken begränsas av salthalten i det bräckta vattnet, som är för låg för de marina arterna och för hög för sötvattensarterna. År 1973 började man övervaka bottendjuren i havsområdet kring Lovisa kraftverk mer regelbundet. Under drygt 40 år har det skett stora förändringar i bottenens tillstånd och i bottenfaunan.

I östra Finska viken har botten och bottenfaunans tillstånd länge varit dåligt på grund av den dåliga syresituationen, och i synnerhet i djupare områden försämrades bottenens tillstånd kraftigt på 1980-talet. Efter saltpulserna i början av 1990-talet gick bottendjursamhällena kraftigt tillbaka i

synnerhet i sänkorna i Finska viken (Jaale & Norkko 2008). På Lovisa kraftverks granskningsområde finns separata bas-sängar som skiljs åt av grunda trösklar och där vattenutbytet nära botten är dåligt. Värmebelastningen från kraftverket bidrar också för sin del ytterligare till den dåliga syresituationen, eftersom de förhöjda temperaturerna försämrar syresituationen på botten både genom nedbrytning och genom ökad primärproduktion (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Försämringen märks bland annat på att bottendjurarter som är typiska för östra Finska viken, såsom östersjömussla och vitmärla, har gått tillbaka kraftigt, och det finns knappt några observationer av arterna vid de djupare stationerna som ingår i den konsekvensövervakning som Lovisa kraftverk utför. På 2000-talet har förändringarna i bottenfaunan varit mindre. Enligt en omfattande undersökning av bottendjuren 2017 (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018, Monivesi Oy 2018) bestod bottenfaunan på de grunda lerbottenarna i Klobbfjärden och Hästholmsfjärden av fåborstmaskar och fjädermygglarver som finns på eutrof botten. Vid provtagningsstationen nära kylvattenutloppet har bottenfaunan emellertid varit mer mångsidig än vid de andra stationerna under hela 2000-talet (bild 9-48). Detta beror sannolikt på att vattenutbytet är bättre i området och på att kvaliteten på bottenmaterialet är grövre. Kylvattnets värmande effekt kan också gynna förekomsten av en del främmande arter. En sådan främmande art är nyzeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*), vars rikliga förekomst som började på 1990-talet vid station 5b nära utloppsplatsen fortsatte på 2000-talet ända till 2008 (bild 9-48).

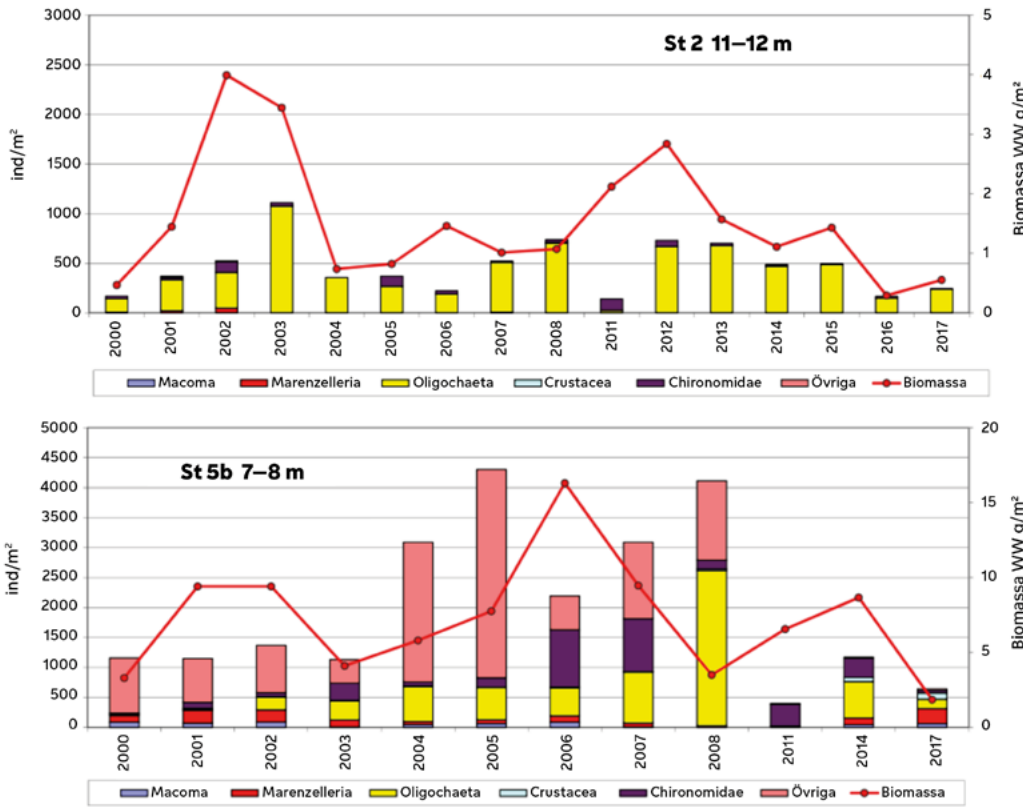


Bild 9-48. Individtäthet och biomassa för grupper av bottendjur på 2000-talet i Hästholmsfjärden i Lovisa (stationerna 2 och 5b). Gruppen ”Övriga” inkluderar antalet individer av nyzeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*). Skalorna på bildernas Y-axlar är olika (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

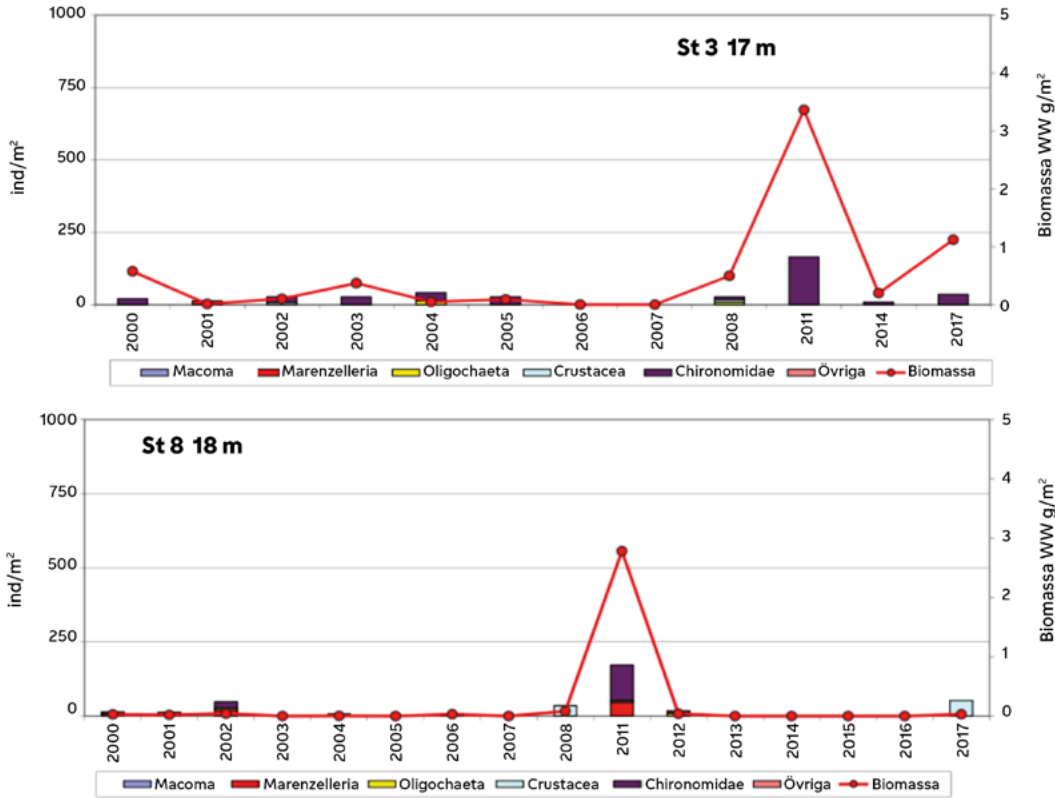


Bild 9-49. Individtäthet och biomassa för grupper av bottendjur på 2000-talet i Lovisa i Hästholmsfjärdens profundalområde (station 3) och i Hudöfjärden (station 8). Årtalsskalan skiljer sig på bilderna (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

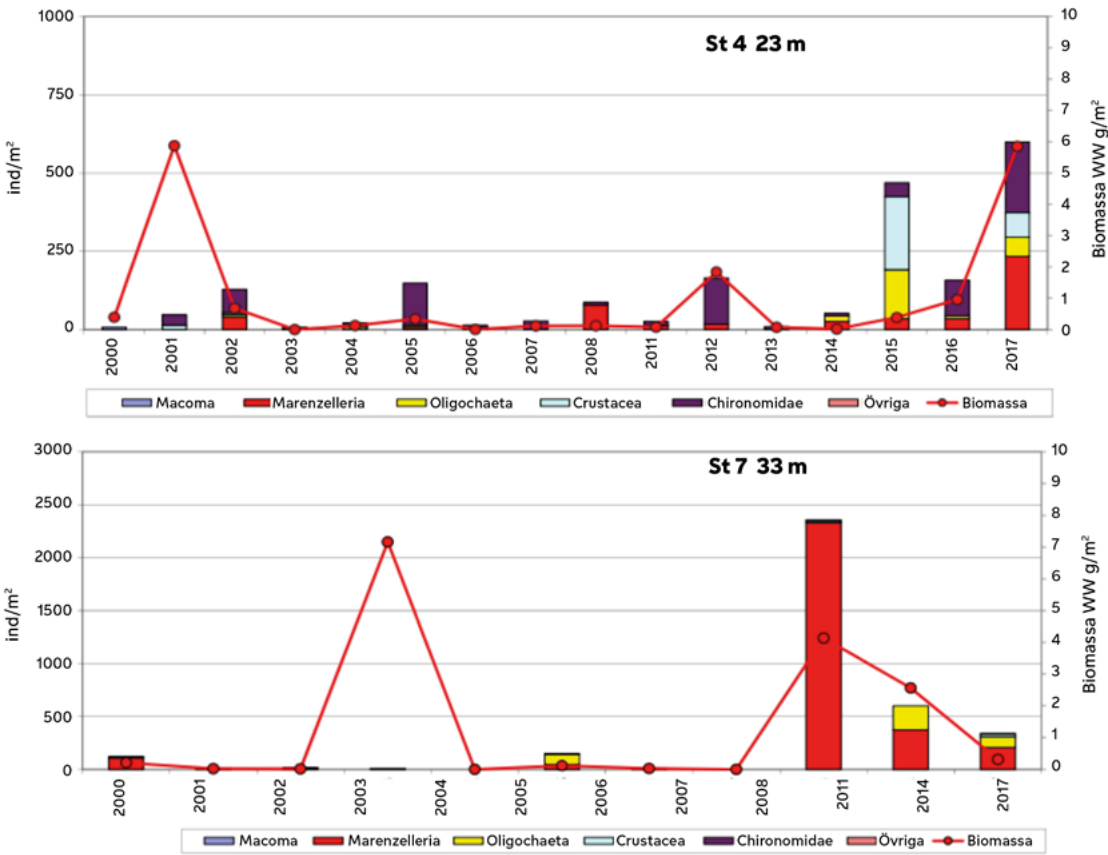


Bild 9-50. Individdensitet och biomassa för grupper av botten-djur på 2000-talet i Lovisa i Vådholmsfjärden (station 4) och i Orrengrunds-fjärden (station 7). Årtalsskalan skiljer sig på bilderna (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

På djupare havsbottnar (profundalområden, där ljusmängden inte längre möjliggör tillväxt av gröna växter) i Hästholmsfjärden (station 3), Hudöfjärden (station 8), Vådholmsfjärden (station 4) och Orrengrunds-fjärden (station 7) har botten-nas status för det mesta varit dålig på 2000-talet (bild 9-49 och bild 9-50). I Vådholmsfjärden (station 4) har botten-s status emellertid varit bättre under de tre senaste under-sökningsåren än under tidigare år (bild 9-50). *Marenzelle-ria*-maskar har blivit vanligare under senare år vid de yttersta provtagningsstationerna i Vådholmsfjärden och Orren-grunds-fjärden (bild 9-50).

Enligt BBI-indexet för statusklassificeringen av mjukbot-tenfauna i vattenförekomster längs med kusten har botten-s status i Klobbfjärdens vattenförekomst för det mesta varit dålig på 2000-talet, medan den ännu på 1970- och 1980-ta-let var otillfredsställande (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). I det yttre havsområdet, Lovisa-Borgå vattenförekomst, har botten-nas status varierat mera, men under 2013–2017 förbättrades statusen från otillfredsställande till måttlig (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). BBI-indexets antagande är att arternas mångfald och andelen känsliga arter i botten-faunan minskar då miljöstressen ökar (Perus m.fl. 2007). BBI-indexet grundar sig på kvantitativa prover och beräknas utifrån artsammansättningen i bottenfaunan och de värden som fastställts för arternas känslighet. BBI-indexet utveckla-

des ursprungligen för Kvarkenområdet och lämpar sig kanske inte som sådant särskilt väl för Finska viken och dess arter, och därför lönar det sig antagligen att vara försiktigt inställd till statusklasser som fastställts enligt BBI-värden. Indexet beaktar bland annat inte fjädermyggor som trivs i sötvatten och är typiska för den inre skärgården i Finska viken och inte heller fåborstmaskar på artnivå, vilket innebär att före-komsten av mer krävande arter inte beaktas. Dessutom är *Marenzelleria*-maskens känslighetsvärde i indexet detsamma som för östersjömusslan, även om *Marenzelleria* kan leva under dåliga och syrefattiga förhållanden (Anttila-Huhtinen 2018).

I bottenfaunan i strandzonen förekommer variation från år till år (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Andelen insekter 2017 var klart större än i undersökningen 2014, då faunan var mer marin. Den rikligaste gruppen av botten-djur i strandzo-nen 2014 och 2017 vid alla provtagningsstationer var kräft-djur (bl.a. märlkräftor i släktet *Gammarus*) (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Betydande grupper av botten-djur vid den innersta provtagningsstationen utöver kräftdjur var musslor och insekter, inklusive fjädermygglarver. Bland insekterna var dagsländan *Caenis horaria* och bland musslorna små östersjömusslor (*Macoma baltica*) rikligast. Längre ut till havs minskade andelen insekter, medan andelen snäckor och fåborstmaskar ökade.

Tabell 9-52. Främmande arter som observerats i uppföljningar av botten-djur samt allmän information om arterna (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018, portalen Vieraslajit 18.2.2021).

Främmande art	Svenskt namn/grupp	Svenskt namn/grupp
<i>Marenzelleria</i>	havsborstmask	Mjuka bottenar. Tolererar låg syrehalt. Observerades i Finska viken för första gången 1990. Dominerande art vid de yttre kontrollstationerna i undersökningen. Utbredningen omfattar hela Östersjön.
<i>Paranais frici</i>	fåborstmask	Mjuka bottenar.
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	nyzeeländsk tusensnäck	Mjuka bottenar/litoral. Spred sig till den finska kusten på 1920-talet. Hittills har den inte observerats orsaka någon risk för Östersjöns ekosystem.
<i>Murchisonella</i>	snäckart	Litoral. Observerades i Fredrikshamn för första gången 2013 och i Lovisa 2014. Någon formell artbeskrivning har ännu inte gjorts.
<i>Amphibalanus improvisus</i>	slät havstulpan	Hårda bottenar/litoral. Kom till Östersjön på 1840-talet. Efter spridningen har den förändrat kustens organismsamhällen till följd av konkurrens om utrymme och föda. Stör bland annat att blåstång och musslor fäster sig på underlag. Orsakar fouling.
<i>Cordylophora caspia</i>	klubbpolyp	Hårda bottenar. Kom till Östersjön på 1800-talet. Klubbpolypen är en art som trivs i varmt vatten och som klarar av att övervintra under kalla förhållanden med hjälp av vilostadier. Arten kan konkurrera om utrymme och föda med blåmussla och andra arter som fäster sig på hårda ytor. Orsakar fouling.
<i>Mytilopsis leucophaeta</i>	trekantig brackvattensmussla	Hårda bottenar/litoral. Förekommer för närvarande bara kring kraftverken i Lovisa och Olkiluoto. Observerades i Lovisa 2003 och är rikligt förekommande i Hästholmsfjärden. Konkurrerar om livsutrymme och föda med andra organismer som fäster sig på underlag. Orsakar fouling.
<i>Gammarus tigrinus</i>	tigermärla	Hårda bottenar. Den första observationen i Finland gjordes i hamnområdet i Fredrikshamn 2003. Arten har ställvis trängt undan ursprungliga arter i Östersjön och är en aggressiv konkurrent.
<i>Paleomon elegans</i>	elegant tångräka	Hårda bottenar. Den första observationen i Finland gjordes 2003. Arten har ställvis eventuellt trängt undan ursprungliga arter i Östersjön, en svår konkurrent.

I proverna av botten-djur inom ramen för övervakningen har också larver av *Macroplea* hittats. I Finland påträffas tre arter, varav stor natebock (*Macroplea pubipennis*) är en nära hotad art (NT) enligt Finlands hotklassificering (Hyvärinen m.fl. 2019). *Macroplea* kan inte identifieras i larvstadiet och därför kan förekomsten av stor natebock sydväst om Fall-holmen i Hudöfjärden och på kontrollinjer-na i Myssholmens strandzon inte uteslutas. Stor natebock är en art i bilaga 2 till habitatdirektivet och en internationell ansvarsart i Finland.

Till havsområdet kring Lovisa har också så kallade främ-mande arter spridit sig, det vill säga organismarter som inte förekommer naturligt på det granskade området, utan som har förts dit oavsiktligt av människan. Främmande arter kan föröka och sprida sig snabbt i den nya omgivningen samt tränga undan andra arter, eftersom de ofta inte har natu-rliga fiender eller konkurrenter. Vid en samundersökning av botten-djur i havsområdet utanför Lovisa 2017 påträffa-des sammanlagt nio främmande arter (tabell 9-52). Flest främmande arter påträffades i strandzonen. Främmande arter som förekommer i området är till exempel havstulpan (*Balanus improvisus*), klubbpolyp (*Cordylophora caspia*) och trekantig brackvattensmussla (*Mytilopsis leucophaeta*). Den trekantiga brackvattensmusslan är en art som drar nytta av

den värmande effekten samt som i Finland har observerats i havsområdena kring kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto (portalen för främmande arter, Vieraslajit 7.4.2021) och som mycket rikligt observerades enbart vid kontrollinjer som finns i kylvattnets influensområde. De tre arterna som nämns ovan orsakar också ett så kallat biofouling-fenomen, som avser biologisk förorening av olika ytor under vattnet (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018).

Bland fouling-faunan orsakar den trekantiga brackvat-tensmusslan mest problem i kylvattenssystemet vid Lovisa kraftverk, och därför har kraftverket följt upp och under-sökt denna art i det närliggande havsområdet sedan 2005. Mängden påväxt i havsvattenssystemen följs också upp regelbundet vid Lovisa kraftverk i samband med regelbund-na kontroller, och för stor påväxt avlägsnas bland annat vid underhållsavställningar.

9.16.3.9 Sediment

I närheten av Lovisa kärnkraftverk utgörs havsbotten-s jord-skikt i huvudsak av morän eller grovkorniga jordarter, grus och sand, som ställvis är täckta av avlagringar av lera och silt, vars tjocklek varierar.

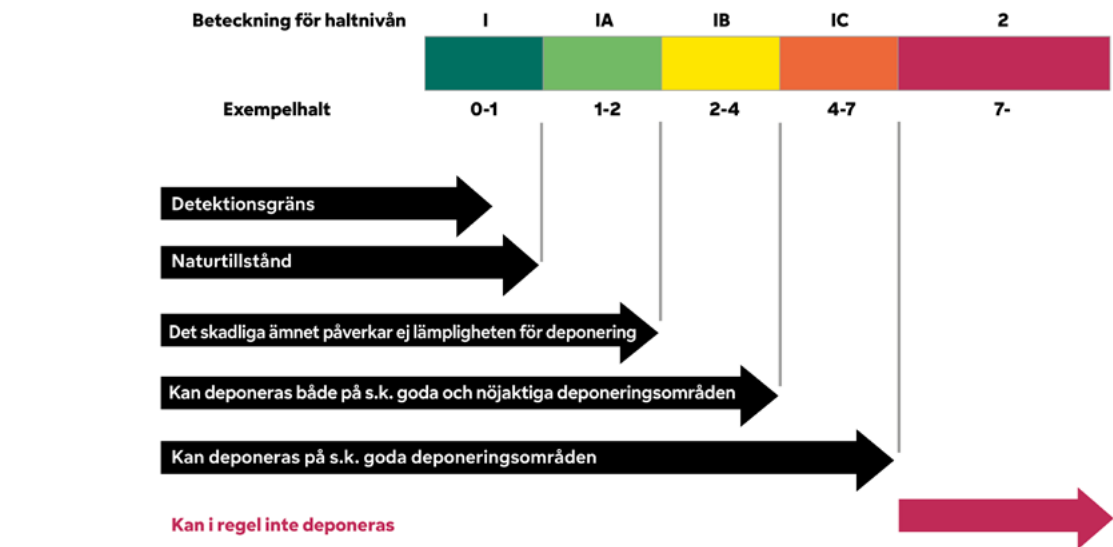


Bild 9-51. Kvalitetsklassificering av normaliserat sediment (Miljöministeriet 2015).

Sedimentets kvalitet utreddes i havsområdet väster om Hästholmen, vid kylvattenintaget, år 2019 (Lindfors m.fl. 2020). I rapporten har sedimenten klassificerats enligt anvisningen om muddring och deponering av sediment (Miljöministeriet 2015) (bild 9-51). Vad gäller radioaktiva ämnen beskrivs sedimentets kvalitet i kapitel 9.8.3.4.

Enligt resultaten låg metallhalterna i normaliserade sedimentprover på nivån 1–1A (naturstillstånd/påverkar ej lämpligheten för deponering). Dioxin- och furanhalterna översteg nivå 2 (kan i regel inte deponeras) i åtta av elva undersökta prover och nivå 1C (kan deponeras på s.k. goda deponeringsplatser) överskreds i alla undersökta prover. Halterna av tributyltenn (TBT) som hör till organiska tennföreningar och halterna av analyserade polyaromatiska kolväten (PAH-föreningar) var något förhöjda i sedimenten, men i huvudsak var värdena på nivån 1A eller lägre och bara i enstaka prover var halten på nivå 1B.

Förhöjda dioxin- och furanhalter är typiska för östra Finska viken och Kymmene älvs avrinningsområde, på grund av områdets industriella historia. Skadliga dioxiner och furaner uppstår oavsiktligt bland annat i olika industriella processer, till exempel vid förbränning av avfall och i kemisk produktion. Likaså användes TBT-föreningar tidigare bland annat i botenfärger för att förhindra påväxt på fartygsskrov samt som fungicid på frön inom lantbruket. (Lindfors m.fl. 2020)

9.16.3.10 Lappomträsket

Cirka fem kilometer norr om kraftverksområdet finns Lappomträsket, där kraftverket tar sitt råvatten (bild 9-30). För årtionden sedan sänktes vattennivån i Lappomträsket i syfte att torrlägga odlingsmarker, men senare på 1970-talet höjdes nivån för att tillgodose Imatran Voimas, nuvarande Fortums, vattenförsörjningsbehov (Ramboll Finland Ab 2012a). Gädddyngel utplanteras varje år i sjön och sjön syresätts av Fortum.

Tillflödet till Lappomträsket är i klassen 2,3 milj. m³/år. För kraftverkets behov pumpas i genomsnitt 20–30 m³ vatten per timme och det årliga behovet har uppgått till cirka 200 000 m³/år. Fortum använder mindre än 10 % av tillflödet. Enligt regleringstillståndet är regleringens övre gräns 3,25 m och nedre gräns 2,3 m (N₆₀). Enligt tillståndsvillkoren kan vatten tas från Lappomträsket kortvarigt 180 m³/h och kvartalsvis högst 150 m³/h. Under 2015–2020 har månadsmedelvärdena för vattenståndet varit ganska stabila och legat nära regleringens övre gräns (bild 9-52). Också variationen mellan åren har varit liten och sjön har inte behövt tömmas nära den nedre gränsen. I Lappomträskets utloppsdike finns en damm söder om Långstrandsvägen. Via dammen kan vatten vid behov avtappas till Lappomviken.

Enligt uppgifterna i vattendragsmodellsystemet är fosforbelastningen på sjön ganska liten, 128 kg/a (Vattendragsmodellsystemet 18.2.2021). Ingen intern belastning har observerats i sjön (Niiranen & Hagman 2012). Lappomträskets vattenkvalitetsuppgifter för 2011–2018 (Avoini tieto, databasen Hertta, 15.2.2021) har sammanställts i tabell 9-53.

Syrehalten och syremättnaden i Lappomträsket har legat på åtminstone måttlig nivå. Syresättningen i sjön har förbättrat syreförhållandena. Sjövattnet har varit neutralt och alkaliniteten, det vill säga förmågan att motstå pH-förändringar, har legat på god nivå. Färgtalet för Lappomträskets vatten är typiskt för humusvatten. Halterna av totalfosfor och klorofyll a är typiska för lätt eutrofa vatten. Halten totalkväve är karakteristisk för humusvatten. Vattnets turbiditet, det vill säga grumlighet, beskriver ett lätt grumligt vatten. Den grunda sjön Lappomträsket är utsatt för resuspension av sediment förorsakad av vinden (sediment blandas med vattnet) (Niiranen & Hagman 2012). Totalt sett har vattenkvaliteten varit god.

Vegetationen i Lappomträsket består av vass och säv som hör till helofyterna. Utanför dessa finns det tätt av gäddnate,

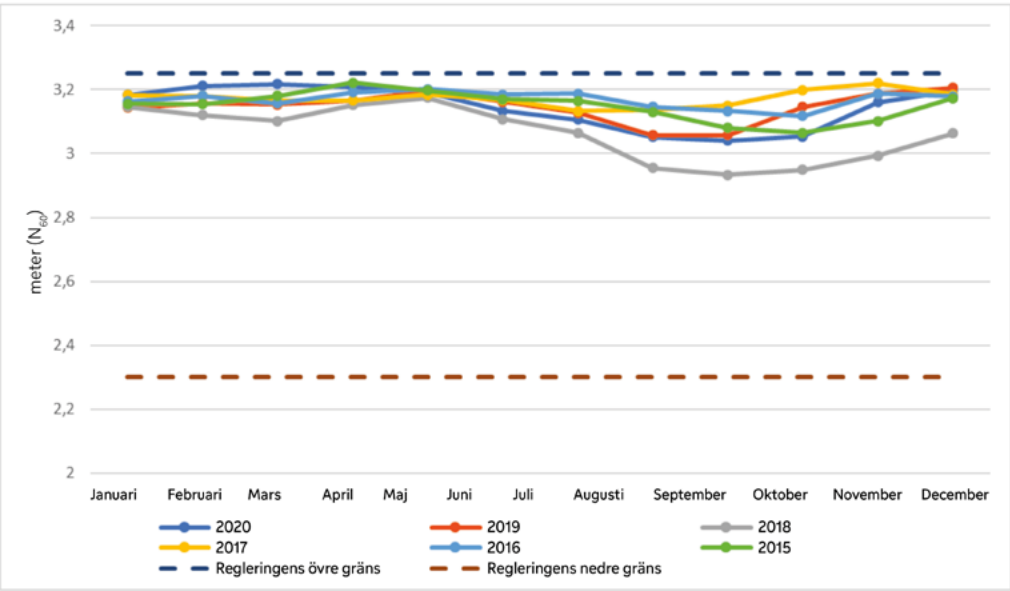


Bild 9-52. Månadsmedelvärden för vattenståndet i Lappomträsket under 2015–2020 samt regleringens övre och nedre gräns.

Tabell 9-53. Genomsnittlig vattenkvalitet i Lappomträsket under 2011–2018. Prover togs i januari–mars och juli–augusti.

Juli–augusti			Januari–mars		
	Enhet	Medelvärde	n	Medelvärde	n
Syremättnadsgrad	mättnads %	88	4	67	4
Syre, lösligt	mg/l	7,6	4	9,3	4
pH		7,1	3	6,6	4
Alkalinitet	mmol/l	0,2	3	0,3	4
Totalfosfor	µg/l	18,7	3	13,7	4
Totalkväve	µg/l	653	3	757	4
Turbiditet	FNU	2,0	3	3,0	4
Konduktivitet	mS/m	7,3	3	8,5	3
Färgtal	mg/l Pt	62	3	96	3
Klorofyll a	µg/l	6,2	2	—	—

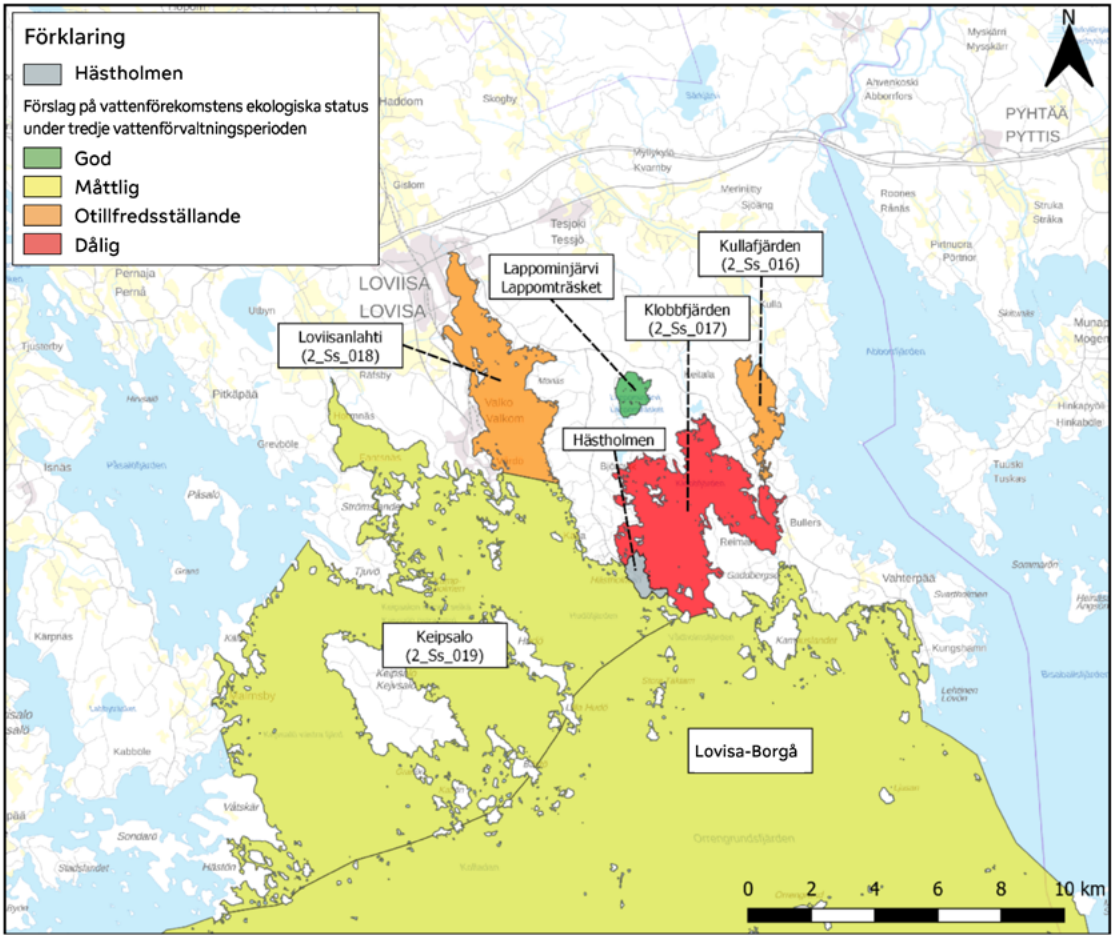


Bild 9-53. Karta över ytvattens ekologiska status i den preliminära klassificeringen av vattenförekomsterna kring Hästholmen under vattenvårdens tredje planeringsperiod (SYKE).

gul näckros och vit näckros (Niiranen & Hagman 2012). Bland undervattensväxter förekommer ålnete och näckmossa. Gäddnate bildar ett stort växttäck, liksom gul näckros och vit näckros. Det finns inga lagrade uppgifter om sjöns bottendjursamhällen (Avoin tieto, databasen Hertta, 26.3.2021). I sjön har det funnits flytande torvflak som antas ha uppstått i grunda försumpade strandområden då sjöns yta höjdes på 1970-talet (Niiranen & Hagman 2012). Vegetationen vid Lappomträskets grunda stränder har fäst sig i strandzonens organiska jordmån. På vintern har isen lossat flak från strandzonen och dessa har spritt sig en bit med strömmarna i sjön. Effekterna av regleringen är i allmänhet mest synliga i strandzonen.

9.16.3.11 Vatten- och havsvård

Målet med vattenramdirektivet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område) är att förbättra ytvattens kvalitet, så att god status kan uppnås i alla yt- och grundvatten. Måläret för att uppnå god ekologisk och kemisk status var 2015. Målet kan skjutas upp till 2027. Målen i vattenramdirektivet anknyter till exempel till att förhindra och minska föroreningar, främja en hållbar vattenanvändning, skydda miljön och förbättra

akvatiska ekosystem. I praktiken omfattar vattenramdirektivet strandzonen en nautisk mil från territorialhavets gräns. Finlands marina strategi (havsförvaltningsplan) genomför på nationell nivå EU:s havspolitik och det motsvarande ramdirektivet om en marin strategi (Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/56/EG av den 17 juni 2008 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på havsmiljöpolitikens område). Finlands havsförvaltningsområde sträcker sig från strandlinjen till den yttre gränsen av den ekonomiska zonen och fördelas på sex Östersjöbassänger, som följer HELCOM:s avtalade bassängindelning. Lovisa havsområde ligger i Finska vikens havsområde. I Finland har direktivet genomförts genom lagen om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen (1299/2004), statsrådets förordning om vattenvårdsförvaltningen (1040/2006) och statsrådets förordning om vattenförvaltningsområden (1303/2004). Statsrådet i Finland godkände förvaltningsplanerna för 2016–2021 i december 2015. Förvaltningsplanerna innehåller information om vattenmiljöns status, belastningarna som påverkar miljöns status, hur miljöstatusen övervakas och de åtgärder som vidtagits för att uppnå målen för ytvattens status. Kustvattnen i Finska viken omfattas av den gällande förvaltningsplanen för Kymmene älvs-Finska vikens vattenförvaltningsområde för åren 2016–2021 samt

förslaget till förvaltningsplan för 2022–2027 (Karonen m.fl. 2015, Mäntykoski m.fl. 2020). Åtgärdsprogrammet för havsförvaltningen för att uppnå god status i havsområdena godkändes av statsrådet i december 2015 (Laamanen 2016). I programmet finns ett sammandrag över den marina miljöns status (kvalitativa deskriptorer för en god marin status), den belastning som människan orsakar den marina miljön och åtgärderna för att främja uppnåendet av en god status i den marina miljön. Finlands vattenförvaltningsplaner och havsförvaltningsplanen uppdateras vart sjätte år. Planerna för 2022–2027 är klara och samråden avslutades den 14 maj 2021. Vattenförvaltningsplanerna och åtgärdsprogrammet för havsförvaltningsplanen överlämnas till statsrådet för godkännande i slutet av 2021. En preliminär bedömning (vattenvårdens tredje planeringsperiod) har publicerats om ytvattens ekologiska och kemiska status i Finland (bild 9-53). Enligt bedömningen är eutrofieringen fortfarande det största problemet. Kustvattens status i Finska viken har delvis förbättrats och är för det mesta måttlig eller otillfredsställande. Näringsbelastningen har emellertid fortfarande varit för stor och lett till eutrofiering, algblomningar och syrefria förhållanden i det bottennära vattenskiktet, vilket också har lett till fortsatt intern fosforbelastning (Mäntykoski m.fl. 2020). I tabellerna nedan finns en sammanställning av ytvattens ekologiska och kemiska statusklassificering i havsområdet

kring Lovisa kraftverk och i Lappomträsket under vattenvårdens andra period samt en preliminär klassificering för den tredje planeringsperioden (tabell 9-54 och tabell 9-55). Vattenförekomsterna i havsområdet hör till ytvattentyperna Finska vikens inre skärgård (Ss) eller Finska vikens yttre skärgård (Su). Lappomträsket är av ytvattentypen grunda humussjöar (Mh). Inte en enda av havsvattenförekomsterna i tabell 9-54 har uppnått god status inom den ursprungliga utsatta tiden. Grunden för att förlänga tidsfristen har varit den tekniska orimligheten och naturens makt. Målet under den tredje vattenförvaltningsperioden är god status i vattenförekomsterna senast år 2027. (Avoin tieto, databasen Hertta, 3.3.2021) **Klobbfjärdens** vattenförekomst har en yta på 15,7 km². Den ekologiska statusen har förbättrats något för enskilda kvalitetsfaktorer. Bland de biologiska kvalitetsfaktorerna har bottenfaunans status förbättrats till otillfredsställande i den preliminära klassificeringen för vattenvårdens tredje planeringsperiod och den fysikalisk-kemiska statusen från dålig till otillfredsställande. Utifrån ytterligare fysikalisk-kemiska variabler (det finns inga klassgränser för variablerna i fråga) lider en stor del av vattenmassan årligen av syreförlust eller syrebrist. I den preliminära statusuppskattningen för den tredje planeringsperioden har den ekologiska statusen varit den samma som under de föregående vattenförvaltningsperioderna (Avoin tieto, databasen Hertta, 3.3.2021).

Tabell 9-54. Ekologisk och kemisk status i havsvattenförekomsterna kring Lovisa kraftverk under vattenvårdens andra planeringsperiod samt en preliminär uppskattning av statusen under den tredje planeringsperioden. Numeriska värden presenteras för de biologiska och fysikalisk-kemiska variablerna. Uppgifter om klassificeringen har hämtats från Avoin tieto Hertta-databasen.

Biologiska kvalitetsfaktorer							Fys-kem kvalitetsfaktorer				Hydrologisk-morfologisk förändring	Ekologisk status	Kemisk status
Vatten-formation		Kloro-fyll	Växt-plankton total biomassa	Botten-djur	Blåstång nedre gräns skyddad/öppen	Biol. status samman-lagt	Tot-P	Tot-N	Sikt-djup	Fys-kem status samman-lagt			
	Vattenför-valtnings-period	µg/l	mg/l	BBI	m		µg/l	µg/l	m				
Klobbfjärden 2_Ss_017	2:a perioden	10,5	—	0,07	—	Dålig	28,7	401,4	2,1	Dålig¹	God	Dålig	God
	3:e perioden	9,39	—	0,19	—	Dålig	28,6	379,1	2,2	Otillfreds-ställande²	God	Dålig	Sämlre än god
Lovisaviken 2_Ss_018	2:a perioden	13,4	—	—	—	Otillfreds-ställande	38,4	486,1	1,3	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	God
	3:e perioden	7,62	—	—	—	Otillfreds-ställande	39,6	415,4	1,51	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Sämlre än god
Keivsaalo 2_Ss_019	2:a perioden	7,9	—	0,06	2,5/2,8	Otillfreds-ställande	26,9	389,4	2,6	Måttlig	Hög	Otillfreds-ställande	God
	3:e perioden	5,86	—	0,58	1,9/2,6	Måttlig	27,8	355,1	2,86	Måttlig	Hög	Måttlig	Sämlre än god
Lovisa-Borgå 2_Su_030	2:a perioden	6,2	1,1	0,23	3,5/3	Otillfreds-ställande	24,4	371,6	3	Måttlig	Hög	Otillfreds-ställande	God
	3:e perioden	5,73	0,83	0,45	3,4/3,3	Måttlig	23,2	339,4	3,4	Måttlig	Hög	Måttlig	Sämlre än god
Ekologisk status	Hög	God		Måttlig		Otillfredsställande		Dålig		¹ Betydande observerade syreproblem ² Syreproblem			
Kemisk status	God		Sämlre än god										

¹ Betydande observerade syreproblem
² Syreproblem

Lovisavikens vattenförekomst har en yta på 11,3 km². Det har inte skett några större förändringar i dess status. Bland enskilda kvalitetsfaktorer har totalkväve förbättrats från otillfredsställande till måttlig, men det har inte skett några ändringar i uppskattningen av den ekologiska statusen.

Den ekologiska statusen i **Kejvsalö** och **Lovisa-Borgå** vattenförekomster har förbättrats från otillfredsställande till måttlig. Statusen har förbättrats tack vare att statusen för biologiska kvalitetsfaktorer (klorofyll a och bottenfauna) har förbättrats jämfört med den tidigare klassificeringen. Kejvsalö vattenförekomst har en yta på 98,5 km² och Lovisa-Borgå vattenförekomst en yta på 1 050 km².

Statusen för de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna i Lappomträskets vattenförekomst har försämrats från hög till god, men förändringen är så liten att ingen förändring har skett i den ekologiska statusen. Den kemiska statusen har varit sämre än god och detta beror i synnerhet på att kvalitetsnormen för kvicksilver överskrids i abborre. Kvicksilvret härstammar till största delen från nedfall från luften, som sprids till vattendragen genom utsköljning.

Ytvattnets **kemiska status** har till största delen varit oförändrad, men den stränga miljökvalitetsnormen för polybromerade difenyletrar (PBDE), som används som flamskyddsmedel, orsakar sämre kemisk status än god i alla ytvatten i Finland. Därför har den kemiska statusen sänkts till sämre än god också i vattenförekomsterna i havsområdet i Lovisa.

Inom havsvården bedöms den marina miljöns nuvarande tillstånd i relation till de kvalitativa deskriptorerna för en god

status, som är elva totalt. Kondensvatten, det vill säga kylvatten, har nämnts i samband med två kvalitativa deskriptorer av det nuvarande tillståndet: ”en bestående förändring av de hydrografiska villkoren påverkar inte de marina ekosystemen på ett negativt sätt” samt ”tillförsel av energi, inklusive undervattensbuller, ligger på nivåer som inte påverkar den marina miljön på ett negativt sätt (energi och undervattensbuller)”. Angående den kvalitativa deskriptorn som beskriver de hydrografiska villkoren konstateras i åtgärdsprogrammet: ”Kondensvatten från kraftverk höjer vattnets temperatur lokalt, vilket främjar eutrofieringen i utloppsområdet och skapar förutsättningar för förändringar i artbestånden. Nya främmande arter påträffas ofta i kondensvattnens verkningksområden. Verkningarna är i huvudsak lokala.” Angående den kvalitativa deskriptorn som beskriver tillförseln av energi konstateras: ”Effekterna är i allmänhet lokala och begränsar sig till några kilometer från kraftverket.” (Laamanen red. 2016)

I förslaget till åtgärdsprogram för Finlands havsförvaltningsplan 2022–2027 konstateras följande: ”Havet tillförs värme via kraftverkens kondensvatten som en biprodukt av elproduktion eller via kylvatten från industriella processer. Konsekvenserna är oftast lokala och sträcker sig några kilometer från kraftverket.” ”Värmelastens påverkan är så lokal att den inte upplevs påverka havets tillstånd.” (Laamanen m.fl. 2020)

I tabell 9-56 presenteras konsekvensobjektets känslighet och faktorer som är avgörande för känsligheten (kapitel 9.1.4).

Tabell 9-55. Ekologisk och kemisk status i Lappomträsket under vattenvårdens andra planeringsperiod samt en preliminär uppskattning av statusen under den tredje planeringsperioden. Numeriska värden presenteras för de biologiska och fysikalisk-kemiska variablerna. Klassificeringsmaterialet är begränsat. Uppgifter om klassificeringen har hämtats från Avoin tieto Hertta-databasen.

Kvalitetsfaktor	Enhet	Lappomträsket 81V026.1.004_001					
		2:a perioden			3:e perioden		
		Talvärde	Ekologisk status	Kemisk status	Talvärde	Ekologisk status	Kemisk status
Klorofyll a	µg/l	5,6	God	Sämre än god	6,2	God	Sämre än god
Växtplankton total biomassa	mg/l	3,39			3,17		
Procentandel skadliga alger	%	4,38			0		
TPI		0,66			-0,66		
Biologisk status sammanlagt		God			God		
Totalfosfor	µg/l	15			24		
Totalkväve	µg/l	660	Hög		740	God	
Fys-kem status sammanlagt		Hög			God		

Ekologisk status	Hög	God	Måttlig	Otillfredsställande	Dålig
Kemisk status	God	Sämre än god			

Tabell 9-56. Konsekvensobjektets känslighet: ytvatten.

Konsekvensobjektets känslighet: ytvatten	
Allmänna faktorer som påverkar ytvattnets känslighet är faktorer som anknyter till områdets värde, bland annat skyddsvärden samt förekomsten av skyddade eller känsliga arter eller undervattensnaturtyper. Miljöfaktorer i influensområdet, bland annat avrinningsområdets storlek, vattenområdets volym samt strömnings- och blandningsförhållanden, påverkar områdets återhämtningsförmåga. Ett kriterium som ökar känsligheten anses också vara risken för att vattenförekomstens ekologiska eller kemiska status försämras.	
Måttlig	I havsområdet i den omedelbara närheten av influensområdet finns inga särskilda eller känsliga objekt som skulle påverkas av vattenkvaliteten eller förändringar i vattenkvaliteten, men på området kan förekomma stor natebock som är en nära hotad art. Vattenutbytet i det huvudsakliga konsekvensobjektet, Hästholmsfjärden, begränsas av smala och grunda sund, vilket försämrar blandningsförhållandena i kylvattnets utloppsområde. I det yttre havsområdet är blandningsförhållandena mer gynnsamma. Vattenförekomsterna i influensområdet har inte uppnått god ekologisk status, även om små förbättringar kan observeras jämfört med de tidigare vattenförvaltningsperioderna. Detta anses vara en faktor som ökar känsligheten. Lappomträsket är en grund sjö med liten volym, vilket ökar sjöns känslighet. Sjön regleras för Fortums råvattenbehov. Målet för sjöns ekologiska status har uppnåtts.

9.16.4 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift

Uppkomsten av konsekvenser

Vid fortsatt drift fortsätter verksamheten likt den nuvarande. Den mest betydande konsekvensen utgörs av värmebelastningen i havet på grund av kylvattnet och i denna förväntas det inte ske några förändringar på årsnivå.

De eventuella konsekvenserna av värmebelastningen utgörs bland annat av förändringar i temperaturen och skiktningen i vattnet nära utloppsplatsen samt i tillväxtperiodens längd. Temperaturskiktningen försämrar omblandningen i ytskiktet och det undre vattenskiktet samt utbytet av syre och näringsämnen mellan de olika skikten. Den förhöjda temperaturen i havsvattnet påskyndar också de vattenlevande organismernas metabolism och tillväxt, vilket ökar produktionen av organiska ämnen. Således kan den värmande effekten bidra till att öka eutrofieringen, förutsatt att övriga faktorer, såsom tillgången till näringsämnen eller ljus, inte begränsar primärproduktionen. Därtill påskyndar höjningen av havsvattentemperaturen den mikrobiologiska nedbrytningen av organiska ämnen, vilket för sin del leder till att syreförbrukningen kan öka syrebristen i det bottennära vattenskiktet. Syrebrist eller helt syrefria förhållanden ökar den interna belastningen, vilket visar sig som höga näringshalter i bottenskiktet och är en faktor som ökar eutrofieringen. Dessutom försämrar syrebristen levnadsförhållandena för bottendjuren. Eutrofieringen kan, utöver vad som nämns ovan, även leda till att bland annat växtplanktonen och vattenvegetationen ökar samt till strukturella förändringar i vattenekosystemet.

De havsområden där vattentemperaturen är högre än normalt under hela året kan fungera som mottagande områden för främmande arter, i vilka den nya arten sprider sig och anpassar sig lättare än i havsområden som inte är utsatta för värmebelastning.

Konsekvenserna för råvattentäkten i Lappomträsket beror på variationerna i vattenståndet. Vad gäller anskaffningen av råvatten har alternativa anskaffningssätt granskats.

9.16.4.1 Resultat av kylvattenmodelleringen

Effekten av värmebelastningen på havsvattnets temperaturer och vattenkvalitet har bedömts genom en modellering av kylvattnets spridning (se kapitel 9.16.2.2 och bilaga 4). I modelleringen av den isfria perioden (sommartid) beaktades effekten av klimatförändringen (kapitel 9.16.2.2). Konsekvenserna av värmebelastningen i nuläget beskrivs också i kapitel 9.16.3.3. Vad gäller värmebelastningens konsekvenser bör beaktas att det inte handlar om en så kallad kumulativ (samlad) storhet, eftersom värmen under den isfria perioden hela tiden överförs till atmosfären och det uppvärmda kylvattnet dessutom blandas med det kallare havsvattnet. Havsytagens temperatur påverkar värmeöverföringen, så att då vatten avdunstar till atmosfären överförs mer värme, ju högre yttemperaturen är (An m.fl. 2017). Lika-så blir värmeöverföringen från ytan större genom konvektion. Detta begränsar en temperaturökning som beror på att skiktningen blir kraftigare och även maximitemperaturerna vid vattenytan.

Enligt kylvattenmodelleringen är den värmande effekten under den isfria perioden som störst alldeles intill kylvattenutloppet och minskar ju längre ut man kommer. Havsvattnets genomsnittliga temperaturökning (bild 9-54) är i samma klass som i nuläget. Vid bojarna A, B och C i Hästholmsfjärden nära kylvattenutloppet (se bojarnas placering på bild 9-37) är havsvattnets yttemperatur cirka 1–11 °C varmare än i en situation där kraftverket inte är i drift (bild 9-54). Variationen i yttemperaturerna förklaras i huvudsak av förändringarna i vindförhållandena, som påverkar kylvattnets spridning. Nära botten i Hästholmsfjärden sker det under sommaren en gradvis temperaturökning som är cirka 2–3 °C i augusti.

Enligt en granskning av bilder över spridningen kan havsvattnets genomsnittliga ytemperatur under en sommar som är varmare än genomsnittet vara cirka 25–27 °C alldeles i närheten av utloppsplatsen och maximalt cirka 30 °C (bild 9-54 och bild 9-55). Ytemperaturen sjunker dock snabbt ju längre bort man kommer, eftersom ytvattnet blandas horisontellt och vertikalt med resten av vattenmassan och värmen också överförs till atmosfären. I genomsnitt ökar ytemperaturen med cirka 2 °C i södra Hästholmsfjärden. I västra och norra Hästholmsfjärden blir effekten uppskattningsvis bråkdelar av en grad, på grund av det långsamma flödet till dessa om-

råden. Utifrån modelleringsresultaten kan ytvattnets temperatur dock tidvis öka på en del av dessa områden på grund av kylvattnets värmande effekt. Ökningen är högst cirka 2 °C. Den genomsnittliga ökningen av ytemperaturen som beräknats för Klobbfjärdens vattenförekomst är uppskattningsvis cirka 1 °C (Lahti 2021, bilaga 4).

Utifrån tvärsnittsbilderna skiftas det varma vattnet i havsvattnets ytskikt (bild 9-56) och avgränsas främst till det översta 5 meters vattenskiktet i den södra delen av Hästholmsfjärden (Lahti 2021, bilaga 4).

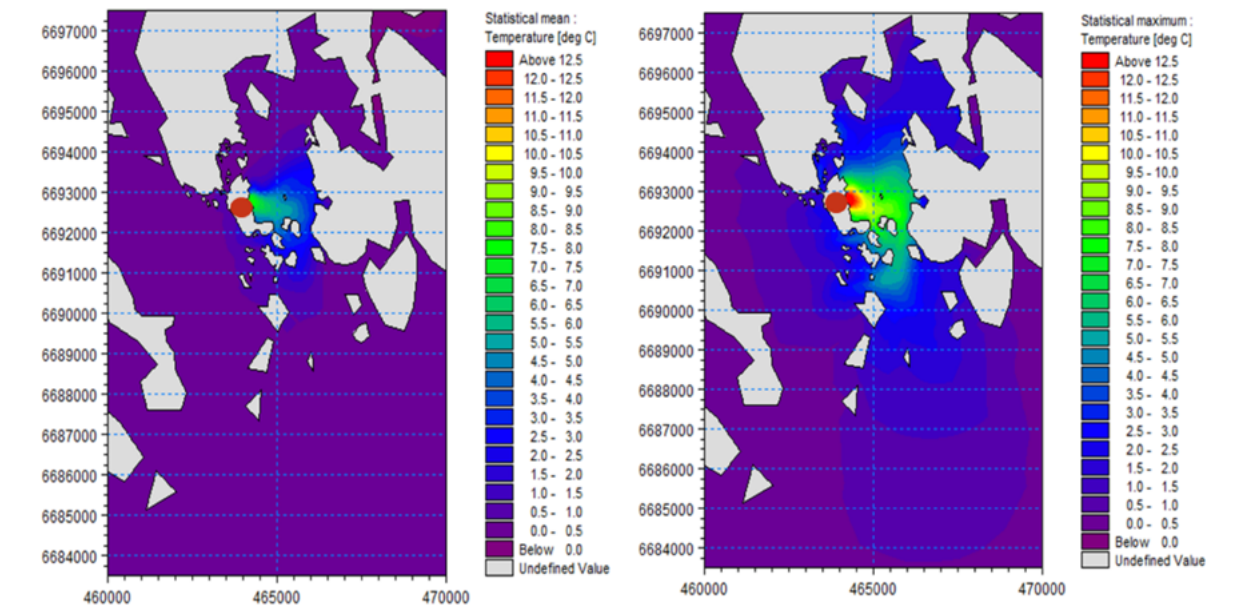


Bild 9-54. Differensbild över den temperaturökning som driften av kraftverket orsakar på sommaren (differens: kraftverket i drift – kraftverket inte i drift). På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. Hästholmen visas som en röd punkt (Lahti 2021, bilaga 4).

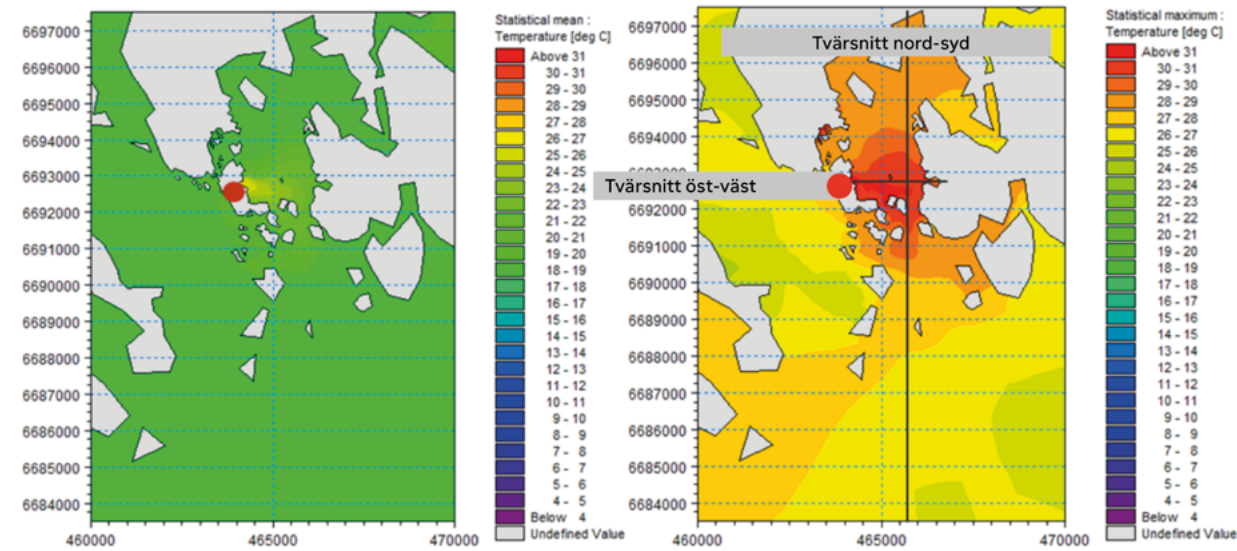


Bild 9-55. Havsvattnets temperatur i ytskiktet på sommaren då kraftverket är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. På höger bild visas de vertikala tvärsnitten (se nästa bild) i öst-västlig riktning samt i nord-sydlig riktning. Hästholmen visas som en röd punkt (Lahti 2021).

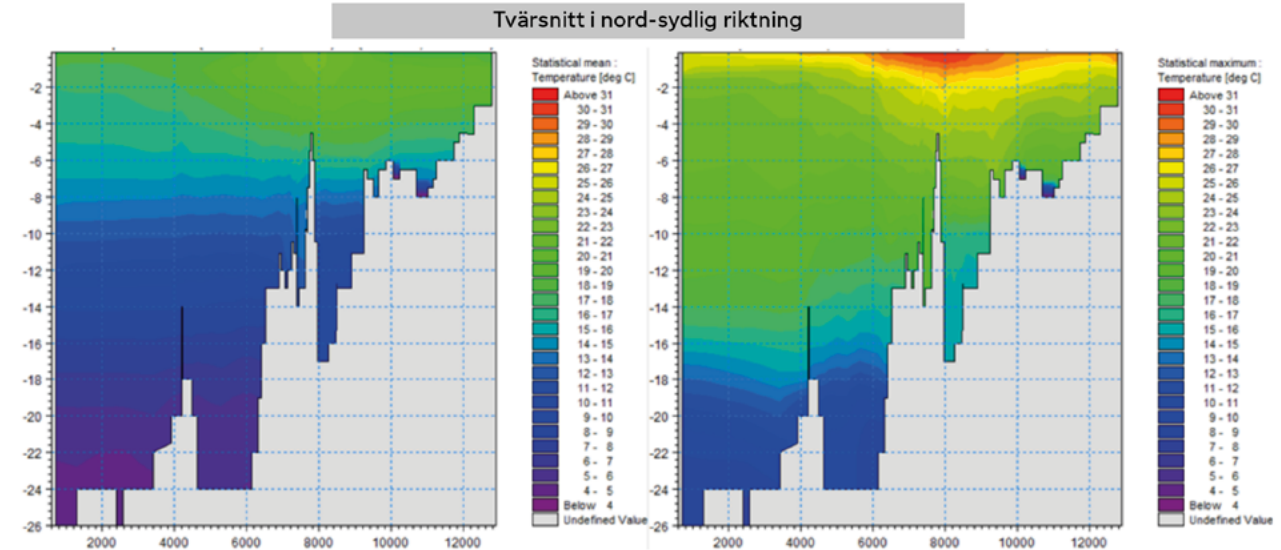
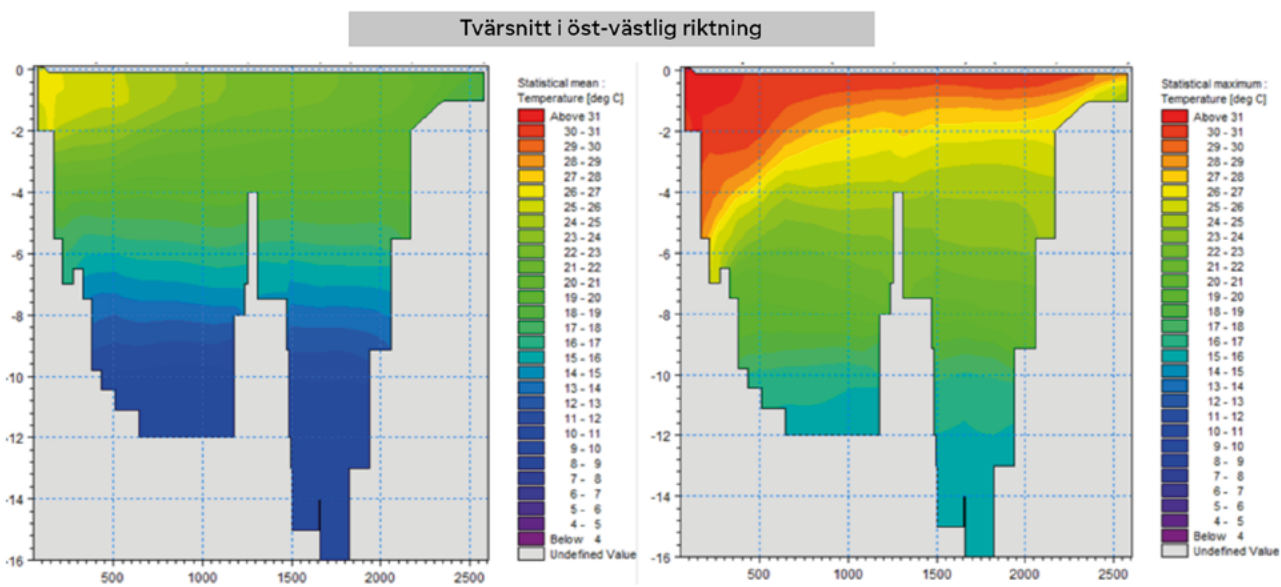


Bild 9-56. Vertikal temperaturfördelning i öst-västlig riktning (de övre bilderna) och i nord-sydlig riktning (de nedre bilderna) sommartid då kraftverket är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. På tvärsnittsbilderna i öst-västlig riktning finns kylvattenutloppet i det övre vänstra hörnet på bilderna.

I Hudöfjärden, vid punkt K1, är temperaturen i genomsnitt cirka 0,1–0,9 °C högre än i en situation där den värmande effekten av kylvattnet inte existerar. Den värmande effekten i Hudöfjärden är ringa och begränsas vanligen till havsområdets nordöstra del nära Hästholmen (bild 9-54 och bild 9-55). Under vissa väderförhållanden kan ytemperaturen emellertid tidvis stiga med högst cirka 2 °C i de delar av Hudöfjärden som ligger nära Hästholmen.

Vid punkt K2 i Vådholmsfjärden, utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden, kan havsvattnets ytemperatur vara 0–4,5 °C högre än i en situation där den värmande effekten av kylvattnet inte existerar. Enligt bilder över spridningen

fokuseras den mest intensiva värmande effekten till ytskiktet och begränsas till den norra delen av Vådholmsfjärden utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden (bild 9-54 och bild 9-55), där storleksklassen på den genomsnittliga temperaturökningen är 2 °C (bild 9-54). I den södra delen av Vådholmsfjärden är temperaturökningen högst 1 °C. På större djup är konsekvenserna mindre (Lahti 2021, bilaga 4).

Den värmande effekten vid punkt K3 i Orrergrundsfjärden är mycket liten i ytskiktet. Effekten på ett litet område i den nordvästra delen av Orrergrundsfjärden är nära 0,5 °C, medan maximivärdet på den plats som leder till Vådholmsfjärden är cirka 1,5 °C (bild 9-54) (Lahti 2021, bilaga 4).

Under perioden med istäcke är havsvattnets temperatur vid mätbojarna A, B och C nära kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden (se bojarnas placering på bild 9-37) enligt modelleringen på en meters djup cirka 5–16 °C, på fyra meters djup cirka 5–9 °C och nära botten cirka 3–5 °C högre under driften av kraftverket än i en situation där kraftverket inte är i drift (Lahti 2021, bilaga 4). På bilderna över spridningen kan den största värmande effekten vintertid observeras nära ytskiktet i Hästholmsfjärden (bild 9-57 och bild 9-58).

Vid punkt K1 i Hudöfjärden kan man observera en temperaturhöjning med cirka 0–3 °C som en följd av återcirkulation av varmt kylvatten då kraftverket är i drift. Temperaturhöjningen i fråga avgränsas i huvudsak till 4–5 m djup (Lahti 2021).

I Vådholmsfjärden fokuseras temperaturhöjningen till den norra delen av Vådholmsfjärden utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden (bild 9-57 och bild 9-58), där den värmande effekten märks i varierande grad på alla djup vid punkt K2. Den värmande effekten är som störst på cirka 5 meters djup, där den är cirka 5 °C högre än i en situation där kraftverket inte är i drift. Temperaturhöjningen är som minst nära ytan (Lahti 2021). I Orrengrundsfjärden är den värmande effekten liten, och varierar mellan 0 och 0,8 °C, främst på under 5 meters djup.

9.16.4.2 Konsekvenser för temperaturen och skiktningen i havsområdet

Värmebelastningen som beror på det kylvatten som leds från kraftverket till havsområdet (i genomsnitt 57 000 TJ/år) är lika stor på årsnivå som i nuläget. Konsekvenserna pågår maximalt till cirka 2050 efter att de nuvarande drifttillståndet har löpt ut.

Under den isfria perioden är den värmande effekten lokal och kan observeras främst i Hästholmsfjärden och tidvis utanför sunden mellan Hästholmsfjärden och Vådholmsfjärden i ytskiktet i den norra delen av Vådholmsfjärden. Temperaturökningen på grund av kylvattnet kommer att förbli oförändrad, eftersom inga förändringar väntas i tillståndsvillkoren för temperature och flödet på det kylvatten som leds från kraftverket till havet. Sannolikheten för somrar som är varmare än genomsnittet ökar emellertid på grund av klimatförändringen. Valet av ett exceptionellt varmt modelleringsår erbjuder därför möjligheten att bedöma utvecklingen av havsvattnets temperaturförhållanden när temperaturen blir varmare i framtiden.

Yttertemperaturerna under ett år som är varmare än genomsnittet är något högre jämfört med medeltemperaturen och den maximala temperaturen under den isfria perioden (juni–september) 2010–2020 (tabell 9-50). Sommartemperaturerna 2011 kommer sannolikt att vara ganska vanliga i de klimatförhållanden som råder under 2030–2050, eller åtminstone blir de betydligt vanligare än i början av 2010-talet. Modelleringsresultaten för granskningsperioden ger således en uppfattning om havsvattnets temperaturer i medlet av detta århundrade. Ökningen av yttertemperaturen

kan i framtiden även påverka kylvattenutloppet. Enligt Lovisa kraftverks miljötillstånd får timmedeltemperaturen på det kylvatten som leds till havet vara högst 34 °C. Det vill säga att, om temperaturen på kylvattnet stiger så mycket att man är tvungen att begränsa kraftverkets effekt för att hålla temperaturen på det kylvatten som släpps ut under 34 °C, minskar också kraftverkets relativa andel av den värmande effekten.

Enligt den bedömning som grundar sig på modelleringen kommer temperaturen och skiktningen under den isfria perioden i huvudsak att vara oförändrade. I nuläget påverkas havsvattnets temperatur och skiktning vid kylvattenutloppet tydligt av kylvattnets värmande effekt, men konsekvensen begränsas främst till Hästholmsfjärden, där den värmande effekten har förstärkt den vertikala temperaturskiktningen (kapitel 9.16.3.3).

Den värmande effekten under perioden med istäcke är samma som i nuläget och den fortsatta driften orsakar ingen betydande förändring. Vad gäller nuläget bör observeras att i synnerhet temperaturen och skiktningen i Hästholmsfjärden avviker betydligt från naturliga förhållanden. Värmebelastningens konsekvenser för det närliggande havsområdet kan tydligast observeras vintertid, då det varma kylvattnet håller havsområdet intill kylvattenutloppet isfritt.

Såsom det beskrivs om nuläget (kapitel 9.16.3.4), bedöms klimatförändringen minska istäckets yta i Östersjön och förkorta isvintern (Klimatguiden 2021). Variationerna mellan vintrarna bedöms emellertid kvarstå som ett naturligt drag i isförhållandena. Istäcket förhindrar effektivt att värmeenergi överförs till atmosfären då kylvattnet sjunker mot djupet och sprids under isen. Under milda vintrar, då istäcket är litet eller det inte finns någon is, är kylvattnets värmande effekt relativt sett mindre och det varma vattnet sprids inte till ett så stort område som beskrivs ovan. Å andra sidan kan kylvattnets värmande effekt och effekten av klimatförändringen samverka något i framtiden och leda till att istäcket minskar något och isen förtunnas jämfört med nuläget och bland annat göra det svårare att röra sig på isen vintertid.

Konsekvenserna av värmebelastningen är lokala och begränsas främst till Hästholmsfjärden. Dessutom bidrar de till temperatur- och skiktningförhållandena i havsområdet nära Hästholmen. I det yttre havsområdet är konsekvenserna ringa. Temperaturökningen på grund av värmebelastningen kommer att vara i samma storleksklass som i nuläget, men om det blir vanligare med år som är varmare än genomsnittet under de kommande decennierna, kan detta innebära att havsvattnets yttertemperatur stiger något jämfört med nuläget. Allt fler milda vintrar kan göra det något svårare att använda havsområdet vintertid, som en följd av svagare istäcke. Vid fortsatt drift upprätthåller värmebelastningen i Hästholmsfjärden de otypiska temperatur- och skiktningförhållandena som är kraftigare än naturligt i cirka 20 år efter att de nuvarande drifttillståndet har löpt ut, maximalt till cirka 2050. Utifrån detta bedömdes förändringens omfattning jämfört med nuläget vara måttlig negativ i Hästholmsfjärden och på sin höjd liten negativ i övriga närliggande havsområden.

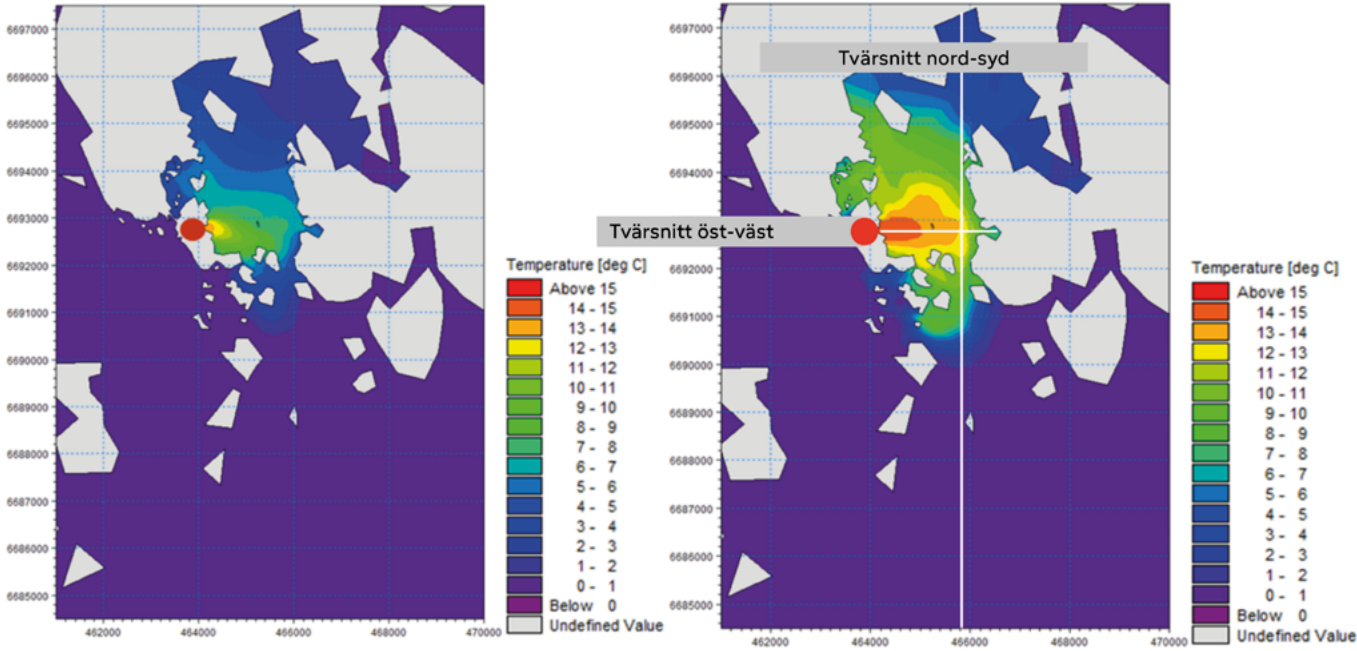


Bild 9-57. Havsvattnets temperatur i ytskiktet på vintern då kraftverket är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. På höger bild visas de vertikala tvärsnitten (se de följande bilderna) i öst-västlig riktning samt i nord-sydlig riktning. Hästholmen visas som en röd punkt (Lahti 2021).

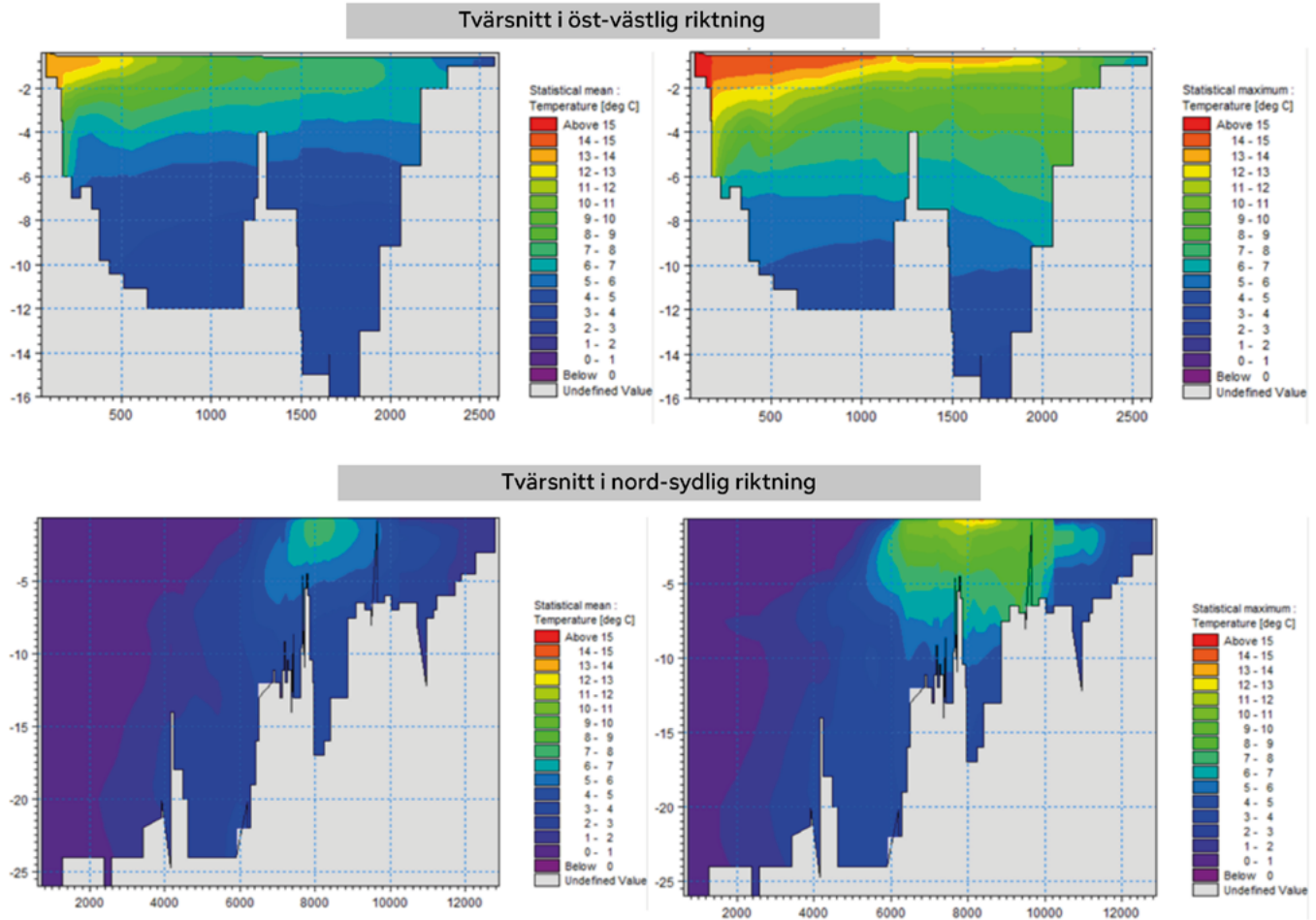


Bild 9-58. Vertikal temperaturfördelning i öst-västlig riktning (de övre bilderna) och i nord-sydlig riktning (de nedre bilderna) vintertid då kraftverket är i drift. På de vänstra bilderna visas medelvärde och på de högra bilderna maximivärde. På tvärsnittsbilderna i öst-västlig riktning finns kylvattenutloppet i det övre vänstra hörnet.

9.16.4.3 Konsekvenser för vattenkvaliteten

De ovan beskrivna konsekvenserna för havsvattnets temperaturer och skiktning påverkar också vattenkvaliteten. Den allmänna eutrofieringsutvecklingen i Finska viken kan observeras i havsområdet nära Lovisa kraftverk, där det är svårt att skilja effekten av det varma kylvattnet från den allmänna eutrofieringen. Utifrån den långvariga kontrollen i havsområdet i Lovisa känner man till att det uppvärmda havsvattnet har bidragit till att öka eutrofieringen som orsakas av den överdrivna näringsbelastningen i influensområdet, i synnerhet i Hästholmsfjärden. Klimatförändringen höjer den årliga medeltemperaturen, vilket för sin del har bedömts öka den diffusa belastningen av näringsämnen. Därför bör klimatförändringens konsekvenser för näringsbelastningen beaktas i konsekvensbedömningen.

Vid fortsatt drift är kraftverkets utsläpp av avloppsvatten oförändrade jämfört med nuläget. En bedömning av konsekvenserna av radioaktiva utsläpp finns i kapitel 9.8. Vad gäller näringsbelastningen är Lovisa kraftverks andel av den övriga punktbelastningen och diffusa belastningen i havsområdet mycket liten även i framtiden (kapitel 9.16.3.2). I nuläget behandlas det sanitära avloppsvattnet vid avloppsreningsverket på kraftverksområdet och leds till Hudöfjärden. Vid fortsatt drift är ett alternativ att fortsätta att använda avloppsreningsverket på kraftverksområdet för att behandla det sanitära avloppsvattnet. Ett annat alternativ till den nuvarande behandlingen av det sanitära avloppsvattnet som har övervägts i samband med en eventuell ändring av anskaffningen av bruksvatten är att leda det sanitära avloppsvattnet för behandling till Lovisa stads (Lovisa Vatten) avloppsreningsverk i Vårdö. Då skulle konsekvensen fortfarande gälla Hudöfjärden, men en annan del av den. En eventuell ändring påverkar inte belastningen, som för kraftverkets del är mycket liten jämfört med andra belastningskällor. Konsekvensen av belastningen för vattenkvaliteten i havsområdet bedöms vara mycket liten.

Klimatförändringen bedöms generellt öka näringsbelastningen i vattendragen och därigenom eutrofieringen, eftersom snöfria åkrar antagligen ökar urlakningen av näringsämnen, fosfor och kväve till vattendragen vintertid (Mäntykoski m.fl. 2020). Detta beror på den ökade regnmängden och på kraftigare skyfall då klimatet blir varmare (Klimatguiden 2021, Ruosteenoja m.fl. 2016) (bild 9-59). Vid en ökning av avrinningen och skyfallen, ökar också sannolikt näringsbelastningen från skogarna, eftersom en betydande del av näringsämnena i skogen urlakas till vattendrag vid översvämningar. De största konsekvenserna av den ökade belastningen drabbar enligt uppskattning kustregionen i södra och sydvästra Finland (Mäntykoski m.fl. 2020).

I vattendragsmodellsystemet har man bedömt olika belastningsscenarier med hjälp av olika RCP-klimatscenarier (se beskrivningar av RCP-scenarierna i kapitel 9.16.2.2) och med hjälp av vattenskyddsåtgärderna inom jordbruket. Belastningen av totalfosfor i Finska viken under 2021–2050

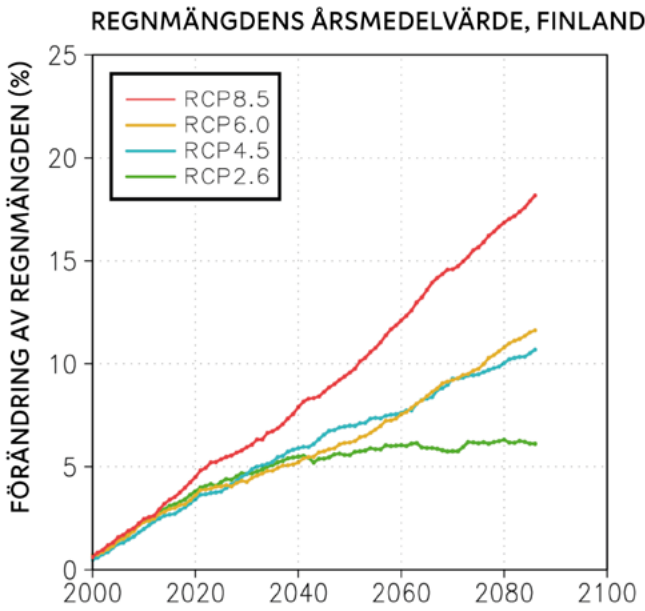


Bild 9-59. Förändring av den årliga regnmängden i Finland under 2000–2085 jämfört med medelvärdet under 1981–2010 (i procent). Förändringarna är medelvärden av resultaten av 28 globala klimatmodeller, som har presenterats separat i fyra växthusgas-utsläppsscenarier (RCP8.5: mycket stora utsläpp, RCP6.0: ganska stora utsläpp, RCP4.5: ganska små utsläpp och RCP2.6: mycket små utsläpp) (Klimatguiden 2021, Ruosteenoja m.fl. 2016).

bedöms öka något (cirka 1,5–72 t/år) jämfört med 2010–2019 i de klimatscenarier där de nuvarande åtgärderna inom vattenvården skulle vara i bruk. Med de nuvarande åtgärderna avses att jordbruket fortsätter likt det i nuläget och att de övriga belastningskällorna ligger på samma nivå som i nuläget. Om åtgärderna inom jordbruket tas fullständigt i bruk, bedöms belastningen minska (minskningen är 50–134 t/år beroende på klimatscenario). Med åtgärder inom jordbruket avses att man förutom gipsbehandling av åkrar inför preciserad gödsling och maximalt växttäckte vintertid på åkrar, maximal mängd fånggrödor och strukturläk/fiberbehandling samt placering av slam, men odlingsytan och skördenivåerna för olika växter skulle vara lika dem i nuläget. I scenarierna i vattendragsmodellsystemet är det osannolikt att man uppnår fosforbelastningsmålet med de nuvarande åtgärderna, men om åtgärderna inom jordbruket tas fullständigt i bruk skulle det vara möjligt att uppnå belastningsmålet. (VEMALA, information hämtad 3.3.2021)

Enligt vattendragsmodellsystemet verkar kvävebelastningen i Finska viken minska under perioden 2021–2050 i de scenarier i vilka åtgärderna inom jordbruket tagits fullständigt i bruk (minskning cirka 400–1 570 t/år). Med de nuvaran-

de åtgärderna skulle belastningen öka något i RCP-scenarierna RCP4.5 (måttligt klimatförändringsscenario) och RCP8.5 (starkt klimatförändringsscenario). (VEMALA, information hämtad 3.3.2021)

Utanför Lovisa förblir fosfor- och kvävebelastningen antagligen nästan oförändrad under 2021–2050 i klimatscenarierna som omfattar de nuvarande åtgärderna. Om åtgärder inom jordbruket tas fullständigt i bruk, minskar sannolikt belastningen. (VEMALA, information hämtad 3.3.2021)

Klimatförändringen och den uppvärmning av Östersjön som klimatförändringen orsakar kan också medföra andra konsekvenser för det marina ekosystemet. Förändringar i vintrarnas stränghet påverkar omblandningen av vattnet på vintern och därigenom också förhållandena under våren. Under isfria vintrar kan en betydande mängd fosfor som finns under haloklinen (det permanenta salthaltssprångskiktet) i Östersjöns huvudbassäng och Finska viken blandas med vattenmassan ovanför under vinterstormarna. Kraftiga blomningar av blågröna alger kan uppstå om det följande sommar förekommer vindstilla och varma perioder, såsom 2014 och 2018. Detta näringsförråd som främst finns på djupt vatten i Östersjöns huvudbassäng fördröjer också en förbättring av statusen i Finska viken, även om den externa näringsbelastningen skulle minska, eftersom Finska viken påverkas av det syrefria vattnet i Östersjöns huvudbassäng. Även uppvällningen orsakad av vinden transporterar näringsrikt vatten till ytan, vilket under lämpliga förhållanden leder till kraftigare algbloomingar. Allt mer sällsynta stimulerande saltpulser i kombination med den höga primärproduktionen och den rikliga sedimentationen av organiska ämnen som beror på primärproduktionen har lett till att det har förekommit mer syrefattigt vatten i hela Östersjön 2018–2020 än någonsin tidigare under mätningshistoriken. (Laamanen m.fl. 2020)

Enligt den utförda kontrollen har förändringarna i Finska vikens status också reflekterats på statusen i havsområdet nära kraftverket. Till exempel under 2014–2016 märktes effekten av saltpulserna i resultaten av kontrollen vid Lovisa 2018 som en ökning av klorofyll a-halten och primärproduktionen (Anttila-Huhtinen & Raunio 2019).

Vattenkvaliteten i havsområdet kring Lovisa kraftverk bedöms vara nästan oförändrad jämfört med nuläget vid fortsatt drift (se kapitel 9.16.3.5). De långsiktiga prognoserna av näringsbelastningen är emellertid förenade med osäkerhet i fråga om realiseringen av klimatförändringsscenarierna och i synnerhet angående i vilken omfattning och när åtgärder som minskar belastningen från jordbruket kommer att genomföras i avrinningsområdena vid kusten i Lovisa. Med tanke på statusen i Klobbfjärdens vattenförekomst är framför allt den långsiktiga utvecklingen av belastningen från Tessjöån betydande. I fråga om värmebelastningen konstaterades (kapitel 9.16.4.1) att varma somrar som blir vanligare på lång sikt på grund av klimatförändringen, i kombination med kylvattnets värmebelastning, i ringa mån kan öka den

värmande effekten i havsområdet. Enligt modelleringen är konsekvensen störst i Hästholmsfjärden. Om näringsbelastningen samtidigt ökade, skulle främst vattenkvaliteten i Hästholmsfjärden utsättas för samlade konsekvenser, eftersom det är känt att den värmande effekten för sin del bidrar till att öka eutrofieringen som orsakas av den överdrivna näringsbelastningen. Konsekvensen för vattenkvaliteten skulle sannolikt visa sig som en lätt ökning av näringshalterna i de långa tidsserierna. Syresituationen i bottenvattnet på djupare områden i Hästholmsfjärden skulle fortfarande vara svag, vilket tidvis skulle möjliggöra fortsatt intern fosforbelastning.

Å andra sidan, om alla åtgärder inom jordbruket kan införas, skulle näringsbelastningen sannolikt minska och så småningom leda till en minskning av näringshalterna och produktionsnivån i havsområdet, vilket förminskar effekten av syreförbrukande organiska ämnen i det bottennära vattenskiktet och förbättrar syreförhållandena. Detta scenario bedöms inverka positivt på Klobbfjärdens vattenförekomst. Eventuella förändringar i vattenkvaliteten återspeglas i näringsväven med fördröjning. Dessa konsekvenser behandlas i de följande kapitlen.

Vid fortsatt drift fortsätter konsekvenserna till högst cirka 2050-talet, men förändringarna bedöms vara ringa jämfört med nuläget. Bedömningen är förenad med osäkerhet i fråga om huruvida klimat- och belastningsscenarierna kommer att realiseras. Vid fortsatt drift bedöms förändringens omfattning för vattenkvaliteten med beaktande av försiktighetsprincipen vara *liten negativ* i Hästholmsfjärden (Klobbfjärdens vattenförekomst) jämfört med nuläget. I de övriga havsområdena avgörs vattenkvaliteten främst av den långsiktiga utvecklingen av näringsbelastningen och den allmänna statusutvecklingen i Finska viken, och vattenkvaliteten bedöms inte påverkas.

9.16.4.4 Konsekvenser för växtplankton och vattenvegetation

Konsekvenserna för växtplanktonen och vattenvegetationen är indirekta och beror för sin del på en eventuell förändring i vattenkvaliteten. Enligt bedömningen av vattenkvaliteten bedöms konsekvenserna förbli någorlunda oförändrade jämfört med nuläget (se kapitlen 9.16.3.6 och 9.16.3.7). Enligt de långa tidsserierna har eutrofieringen varit något kraftigare i Hästholmsfjärden än i de övriga havsområdena kring kraftverket. Bland annat flera ettåriga trådalger och kärlväxter har dragit nytta av det varmare vattnet och den förlängda tillväxtperioden, medan vissa vattenväxter som är känsliga för försämrad vattenkvalitet har gått tillbaka (se kapitel 9.16.3.7). Den kraftigaste eutrofieringen kan observeras inom en radie på uppskattningsvis cirka 1 km från kylvattenutloppet (Ilus 2009).

Till följd av klimatförändringen förutspås isvintern på lång sikt börja senare och sluta tidigare, men tidpunkten för isläggningen förskjuts mer än tidpunkten för islossningen (Klimatguiden 2021). I nuläget har isvintrarna varit mycket varierande i havsområdet kring Hästholmen och det har förekommit både nästan helt isfria vintrar och mer stränga vintrar. Denna variation förutspås fortsätta på lång sikt, och samverkan mellan kylvattnets värmande effekt och klimatförändringen bedöms inte påverka tillväxtperiodens längd i havsområdet kring kraftverket jämfört med nuläget.

En eventuell liten försämring av vattenkvaliteten i Hästholmsfjärden (se kapitel 9.16.4.2) kan i ringa mån öka produktionen av växtplankton och av vattenvegetation, vilket skulle visa sig som en lätt ökning av klorofyll a-halten och primärproduktionen samt som rikligare vattenvegetation. Ilus (2009) har uppskattat att förändringar i primärproduktionen i Hästholmsfjärden bäst förklaras av vattnets temperatur och därefter av sikt djupet och halten totalfosfor. Dessutom kan blågröna alger som binder kväve från atmosfären dra nytta av en eventuell uppvärmning, eftersom deras optimala temperatur är något högre än andra artgrupper. Produktionen av alggrupperna i fråga är inte heller lika beroende av vattnets näringshalter jämfört med många andra artgrupper. Den långsiktiga utvecklingen beror delvis på realiseringen av klimatförändringsscenarierna och genomförandet av åtgärder som minskar belastningen. På lång sikt kan belastningen i havsområdet också minska, om åtgärderna inom jordbruket kan införas i omfattande grad. Detta bedöms medföra positiva konsekvenser, eftersom den minskade mängden näringsämnen även minskar växtplanktonproduktionen och bromsar ökningen av vattenvegetationen. I detta scenario skulle effekterna vara en minskad produktionsnivå (minskad primärproduktion och klorofyll a-halt, minskad biomassa av trådalger). Bedömningen av konsekvenserna för primärproduktionen och växtplanktonsamhället är emellertid förenad med osäkerhet, eftersom näringsvävens komplicerade växelverkan, bland annat regleringen av konsumenterna (djurplankton, fisk), inte har kunnat beaktas i denna bedömning.

På grund av osäkerheterna är det svårt att detaljerat bedöma konsekvenserna för växtplanktonen och vattenvegetationen. Vid fortsatt drift bedöms konsekvensen för vattenvegetationen och växtplanktonen vara lokal och främst begränsas till havsområdet Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst. Konsekvenserna i det övriga närliggande havsområdet vid Lovisa kraftverk avgörs utifrån den långsiktiga utvecklingen av näringsbelastningen och den allmänna statusutvecklingen i Finska viken.

Med beaktande av försiktighetsprincipen bedöms förändringens omfattning för växtplanktonen och vattenvegetationen vara *liten negativ* i Hästholmsfjärden jämfört med nuläget, eftersom konsekvenserna fortsätter maximalt till cirka 2050-talet vid fortsatt drift. De övriga havsområdena bedöms inte påverkas.

9.16.4.5 Konsekvenser för bottenfaunan

Konsekvenserna för bottenfaunan är indirekta och beror på havsområdets temperatur- och skiktningsdynamik samt eventuella förändringar i vattenkvaliteten (kapitlen 9.16.4.1 och 9.16.3.8). På basen av undersökningar är kraftverkets värmande effekt lokal och påverkar främst bottenfaunan i Hästholmsfjärden, vars status lika som andra närliggande havsområden för det mesta varit dålig under 2000-talet. Några av de mest betydande faktorerna vid kylvattenutloppet bedöms vara skiktningsförhållandena som avviker från det normala och försämrar ventilationen i bottenvattnet samt syreförbrukningen som orsakas av eutrofieringen. Dessa har lett till syrebrist på större djup. Bottnarna har haft dålig status även vid kylvattenintaget och därför har bottenfaunans status även påverkats av den allmänna eutrofieringen i Finska viken.

I det yttre havsområdet har bottnarnas status påverkats mer av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken, vilket märktes bland annat som en kraftig tillbakagång i djupbottenfaunan efter saltpulserna i början av 1990-talet. Längre ut till havs verkar bottenfaunans status ha förbättrats något under senare år.

Utifrån bedömningen av vattenkvaliteten förväntas inga betydande förändringar på lång sikt. Ovan nämnda samverkan mellan näringsbelastningen och den värmande effekten som är förenad med osäkerhet kan i viss mån försämma syreförhållandena lokalt. Detta beror på en ökning av produktionsnivån, vilket ökar mängden syreförbrukande organiska ämnen som sjunker till botten. Å andra sidan kan konsekvenserna också vara positiva och beror på huruvida klimat- och belastningsscenarierna realiseras. En eventuell konsekvens koncentreras i första hand till fördjupningarna i Hästholmsfjärden.

De havsområden där vattentemperaturen är varmare jämfört med ett naturligt tillstånd under hela året kan fungera som mottagande områden för främmande arter i vilka den nya arten sprider sig och anpassar sig till den nya livsmiljön lättare än i havsområden som inte är utsatta för värmebelastning. I denna omgivning är risken större för att nya arter breder ut sig. Enligt undersökningen finns det för närvarande nio arter som betraktas som främmande arter i havsområdet kring Lovisa. Av dessa arter orsakar slät havstulpan, klubbpolyp och trekantig brackvattensmussla fouling genom att bilda påväxt i kraftverkets havsvattensystem. Av dessa gynnas i synnerhet trekantig brackvattensmussla av den värmande effekten. Läget bedöms fortsätta likt nuläget för de främmande arterna, men det är svårt att förutspå spridningen av eventuella nya främmande arter. Enligt till exempel HELCOM:s uppskattningar minskade spridningen av främmande arter något under 2011–2016 jämfört med 2000–2010, men är fortfarande högre än målet (State of the Baltic Sea – holistic assessment: non-indigenous species). Under 2011–2016 spred sig sammanlagt 12 främmande arter, varav största delen är kräftdjur, till Östersjön. Vad gäller fisk-

beståndet behandlas främmande arter i kapitel 9.17.

Vid fortsatt drift fortsätter värmebelastningen i cirka 20 år efter att de nuvarande drifttillstånden har löpt ut, maximalt till cirka 2050. Värmebelastningen bidrar till temperatur- och skiktningsförhållanden som avviker från det normala i havsområdet kring Hästholmen. Dessa förhållanden har också för sin del påverkat bottenfaunans tillstånd i området. Den fortsatta värmebelastningen ökar risken för spridning av främmande arter. Förändringarna i bottenfaunan är sannolikt ringa, men eftersom konsekvenserna pågår under så lång tid bedöms förändringens omfattning vara på sin höjd måttlig negativ i Hästholmsfjärden och på sin höjd liten i Hudöfjärden och Vådholmsfjärden jämfört med nuläget. De övriga närliggande havsområdena bedöms inte påverkas.

9.16.4.6 Konsekvenser för sedimentet (föroreningar)

En bedömning av konsekvenserna av radioaktiva utsläpp finns i kapitel 9.8. Lovisa kraftverks utsläpp av process- och avloppsvatten orsakar inga konsekvenser för sedimentets kvalitet.

Förhöjda dioxin- och furanhalter som observerats i sedimentet är typiska för östra Finska viken och Kymmene älvs avrinningsområde, på grund av områdets industriella historia. Skadliga dioxiner och furaner uppstår oavsiktligt bland annat i olika industriella processer, till exempel vid förbränning av avfall och i kemisk produktion. Likaså användes TBT-haltiga föreningar tidigare bland annat i fartygens botenfärger för att förhindra påväxt på fartygsskrov samt som fungicid på frön inom lantbruket. (Lindfors m.fl. 2020) De vattenbyggnadsarbeten utanför Lovisa kraftverks kylvattenintag och i det närliggande havsområdet som nämns i MKB-programmet planeras inte längre och ger således inte upphov till några konsekvenser för sedimentet. Sedimentets kvalitet bedöms inte påverkas i havsområdet kring Lovisa kraftverk.

9.16.4.7 Konsekvenser för Lappomträsket

Enligt planerna kommer kraftverkets bruksvatten fortfarande att anskaffas från Lappomträsket antingen helt och hållet som i nuläget eller också kommer vattentäkten i Lappomträsket att delvis ersättas med annan anskaffning av bruksvatten. Planerna för anskaffning av bruksvatten presenteras i kapitel 4.3. Om bruksvattnet anskaffas på annat håll, kvarstår ändå kraftverkets befintliga system för anskaffning av råvatten och vattenbehandlingsanläggningen för kraftverkets process- och hushållsvatten av säkerhetsskäl och regleringen av sjön fortsätter.

Lappomträskets status är i nuläget god och bedöms inte påverkas i någon särskild grad. Konsekvenserna är oförändrade i båda vattenanskaffningsalternativen. Vattenståndet i sjön har varit stabilt under senare år och ligger nära regle-

ringens övre gräns. Om uttaget från vattentäkten eventuellt minskar, regleras vattenståndet med en regleringsdamm. Tack vare regleringen är utspädningsvolymen, det vill säga den volym med vilken näringsbelastningen blandas, större än naturligt och dessutom har syresättningen förbättrat syreförhållandena i sjön.

Vid fortsatt drift fortsätter även vattentäkten i cirka 20 år, maximalt till cirka 2050. Vattentäkten eller vattenanskaffningsalternativen bedöms inte medföra några konsekvenser för sjöns nuvarande tillstånd.

9.16.4.8 Konsekvenser för den ekologiska och kemiska statusen samt för havsvården

Konsekvenserna för vattenkvaliteten och den marina miljön (växtplankton, vattenvegetation, bottenfauna) har bedömts ovan. Den ekologiska och kemiska statusen i Klobbfjärden och de yttre vattenförekomsterna presenteras i kapitel 9.16.3.11.

Kraftverkets kylvatten avleds till Klobbfjärdens vattenförekomst. Den ekologiska statusen i Klobbfjärdens vattenförekomst har bedömts vara dålig. Detta beror delvis på kylvattnets värmande effekt, som har bidragit till att öka eutrofieringens konsekvenser i vattenförekomsten. I de övriga vattenförekomsterna i havsområdet i Lovisa, vilka främst påverkas av de allmänna statusförändringarna i Finska viken, påverkar den värmande effekten i praktiken inte den ekologiska statusen. I närheten av kylvattenutloppet bedöms vattenkvaliteten och vattenområdets biologiska status förbli oförändrade jämfört med nuläget eller på sig höjd försämmas något till följd av samverkan mellan klimatförändringen och värmebelastningen. Den ekologiska statusens långsiktiga utveckling beror också på hur den diffusa belastningen utvecklas. Vid fortsatt drift fortsätter konsekvenserna i cirka 20 år till, vilket innebär att förändringens omfattning för vattenkvaliteten och den marina miljön bedömdes variera mellan *liten* och *måttlig negativ* i närheten av utloppsplatsen i Klobbfjärdens vattenförekomst (kapitlen 9.16.4.2–9.16.4.4).

Bedömningen av konsekvenserna för de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna är förenad med osäkerhet, som beror på det långa tidsspannet som granskas, osäkerheten kring de långsiktiga prognoserna för klimatförändringen och den diffusa belastningen samt näringsvävens komplicerade växelverkan. I tabell 9-57 finns en bedömning av den ekologiska statusens potentiella utvecklingsförlopp i vattenförekomsterna. Enligt bedömningen bidrar den värmande effekten vid fortsatt drift till att upprätthålla den försämrade statusen i Klobbfjärdens vattenförekomst och ingen betydande förbättring i statusen förväntas på lång sikt. Utan den värmande effekten som kylvattnet ger upphov till skulle vattenförekomstens ekologiska status sannolikt vara i samma klass som i de övriga inre fjärdarna i Finska viken i den preliminära klassificeringen för vattenvårdens tredje planeringsperiod.

I förslaget till åtgärdsprogram för vattenvården i Nyland (Ahokas m.fl. 2020) nämns som en åtgärd i Klobbfjärdens vattenförekomst planering och genomförande av en restaurering av den eutrofa fjärden. Angående Klobbfjärdens vattenförekomst konstateras även i programmet att åtgärder för industrin föreslås för den tredje planeringsperioden i fråga om anläggningarnas drift, underhåll och effektivisering. Behovet av en effektivisering av vattenskyddet bedöms i samband med att miljötillstånden revideras. Till åtgärden hör driften av industrianläggningar som kräver tillstånd, så att verksamhetsnivån uppfyller tillståndsvilkoren och minst hålls på den nivå den var vid början av planeringsperioden (vattenvårdens tredje planeringsperiod).

I förslaget har konstaterats angående förvaltningsplanen för Kymmene älvs-Finska vikens vattenförvaltningsområde för åren 2022–2027 (Mäntykoski m.fl. 2020) att uppnåendet av målet om en god status av motiverade skäl kan skjutas upp till efter 2027, men att alla åtgärder då bör vara påbörjade. I förslaget konstateras att framflyttandet av målet endast kan motiveras med naturförhållandena och den långsamma förändringen i vattendraget och faunan.

I förslaget till åtgärdsprogram för Finlands havsförvaltningsplan 2022–2027 anses värmebelastningens konsekvenser vara lokala och den värmande effekten bedöms inte medföra några större konsekvenser för havets tillstånd (Laamanen m.fl. 2020).

9.16.5 Miljökonsekvenserna vid en avveckling

Uppkomsten av konsekvenser

Vid utvidgningen av slutförvaret för LOMA är kraftverket i drift och konsekvenserna för ytvattnet (den största konsekvensen är kylvattnets värmebelastning) fortsätter som förut, på det sätt som beskrivs i kapitel 9.16.4.

Under utvidgningen uppstår byggtida som utgörs av vatten som används vid schaktningen och av infiltrerat vatten i slutförvaret. Vattnet som leds till havet innehåller lösligt kväve (ammoniumkväve) från sprängämnet samt små mängder fasta partiklar. Oxidation av ammoniumkväve kan öka syreförbrukningen i det mottagande vattendraget. Lösligt kväve är ett näringsämne som direkt kan utnyttjas av växtplankton, varvid kvävebelastningen kan accelerera växtplanktonproduktionen, i synnerhet under förhållanden där näringsämnena är begränsade (till exempel på sommaren efter vårblomningen av växtplankton).

När den kommersiella driften av kraftverket upphör minskar kylvattenbehovet och värmebelastningen till en bråkdel jämfört med utsläppet under elproduktionen. Eftersom värmeutsläppet minskar, återgår temperatur- och skiktningsförhållandena i influensområdet till naturligt tillstånd. Efter den 1:a rivningsfasen är mängden kylvatten fortfarande liten och dessutom minskar mängden avloppsvatten betydligt. Efter att driften av mellanlagret för använt kärnbränsle har upphört, upphör även kylvattenbelastningen.

I synnerhet om värmebelastningen minskar till en bråkdel och upphör, gynnas vattenkvaliteten i havsområdet kring kraftverket och den marina miljös status. Konsekvenserna av värmebelastningen under driften av kraftverket har bedömts sträcka sig till en radie på i genomsnitt cirka en kilometer från utloppsplatsen, vilket innebär att eventuella konsekvenser är mycket lokala.

9.16.5.1 Resultat av kylvattenmodelleringen

På kartbilderna visas resultatet av modelleringen av den isfria perioden under sommar 2011 som var varmare än genomsnittet, utan värmebelastningen från kraftverket och kylvattenflödet (bild 9-60 och 9-61). Enligt modelleringen är havsvattnets yttemperatur i Hästholmsfjärden cirka 1–11 °C, i Hudöfjärden cirka 0,1–0,9 °C och i Vådholmsfjärden cirka 0–4,5 °C kallare än i en situation där kraftverket är i drift.

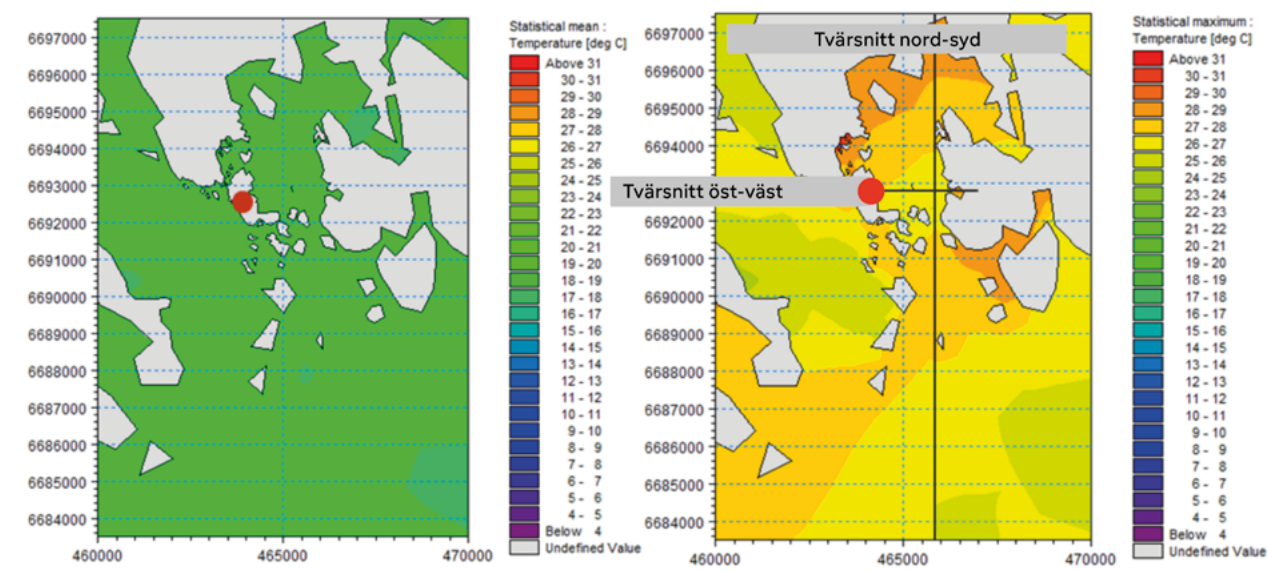


Bild 9-60. Havsvattnets temperatur i ytskiktet på sommaren i en situation där kraftverket inte är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. På höger bild visas de vertikala tvärsnitten (se de följande bilderna) i öst-västlig riktning samt i nord-sydlig riktning. Hästholmen visas som en röd punkt (Lahti 2021, bilaga 4).

Tabell 9-57. Förändringar i de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorernas status mellan den andra och tredje planeringsperioden samt en bedömning av hur vattenförekomsternas status kan utvecklas på lång sikt och hur den fortsatta driften påverkar den ekologiska statusen.

Biologiska kvalitetsfaktorer	Fys-kem kvalitetsfaktorer	Bedömning av den ekologiska statusens potentiella utvecklingsförlopp
Klobbfjärdens vattenförekomst		
Klorofyll a-halten har minskat litet. Bottenfaunans BBI-index visar på otillfredsställande status, men har varierat mycket och visade dålig status under den andra perioden. Den biologiska statusen har förblivit dålig. För att uppnå god status borde till exempel klorofyll a-halten sjunka med cirka 6 µg/l, vilket är en betydande minskning i förhållande till de förändringar som observerats under vattenförvaltningsperioderna (tabell 9-54).	Statusen är måttlig i fråga om totalfosfor och -kväve. Fosforvärdet ligger nära gränsen för otillfredsställande status. Den fysikalisk-kemiska statusen har stigit till otillfredsställande. Ytterligare fysikalisk-kemiska variabler: syrebrist förekommer regelbundet ända till termoklinen.	Värmebelastningen har för sin del förändrat temperatur- och skiktningsförhållandena i vattenförekomsten och ökat eutrofieringen. På statusen inverkar också den allmänna statusutvecklingen i Finska viken samt mer lokalt utvecklingen av vattenkvaliteten i Tessjöån. Utvecklingen av vattenförekomstens status är summan av många olika faktorer och på lång sikt påverkas statusen bland annat av realiseringen av klimatförändringsscenarierna och genomförandet av åtgärderna inom jordbruket. Det är osannolikt att vattenförekomsten uppnår god status senast 2027, eftersom vattenförekomsten svarar långsamt på förändringarna. På lång sikt, till 2050-talet, förutspås inga betydande förändringar i statusen, men det kan inte heller uteslutas att statusen försämras något. Enligt bedömningen finns det risk för att statusen för bottenfaunan och totalfosfor försämras, om inte den diffusa belastningen kan skäras ner. Å andra sidan, om åtgärderna inom jordbruket kan införas i omfattande grad på Tessjöåns avrinningsområde, är det sannolikt att statusen i Klobbfjärdens vattenförekomst förbättras. Bedömningen är förenad med osäkerhet i fråga om huruvida klimat- och belastningsscenarierna kommer att realiseras. <i>Att den värmande effekten fortsätter i cirka 20 år till, maximalt till cirka 2050, kan för sin del fördröja uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lovisavikens vattenförekomst		
Klorofyll a-halten har minskat betydligt och närmar sig måttlig status.	Totalfosforhalten har ökat något, men statusen riskerar inte att sänkas till dålig status. Kvävehalten har minskat avsevärt och dess status är måttlig.	Konsekvenserna av värmebelastningen når inte vattenförekomsten. Kraftverkets betydelse som punktbelastare är liten i förhållande till övrig punktbelastning och övrig diffus belastning, och en eventuell förändring i ledningen av avloppsvattnet bedöms inte medföra några konsekvenser för vattenförekomstens ekologiska status. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga belastningen i området utvecklas. <i>Den fortsatta driften försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Kejvsalö vattenförekomst		
Den biologiska statusen har stigit till måttlig, tack vare att statusen för klorofyll a och bottenfaunan har förbättrats.	Bland kvalitetsfaktorerna för fysikalisk-kemisk status har de numeriska värdena för totalkväve och siktdjup ökat något, men statusen är oförändrad.	Vattenförekomstens ekologiska status har stigit till måttlig. Kylvattenintaget ligger i vattenförekomsten, och återströmningen av kylvatten till den nordöstra delen av Hudöfjärden orsakar en liten temperaturhöjning, men omfattar ändå bara en liten del av vattenförekomstens yta. Betydelsen av kraftverkets näringsbelastning är liten. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga belastningen utvecklas (bl.a. Lovisaån) samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken. <i>Den fortsatta driften försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lovisa-Borgå vattenförekomst		
Den biologiska statusen har stigit till måttlig, tack vare att statusen för klorofyll a och bottenfaunan har förbättrats.	Bland kvalitetsfaktorerna för fysikalisk-kemisk status har de numeriska värdena för totalfosfor och -kväve samt siktdjup ökat något, men statusen är oförändrad.	Vattenförekomstens ekologiska status har stigit till måttlig. Kylvattnets mest intensiva värmande effekt fokuseras till ytskiktet i den norra delen av vattenförekomsten (Vådholmsfjärden utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden). Influensområdet är litet i förhållande till vattenförekomstens yta. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga belastningen utvecklas samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken. <i>Den fortsatta driften försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lappomträskets vattenförekomst		
Det har inte skett några förändringar i den biologiska statusen.	De numeriska värdena för kvalitetsfaktorerna totalfosfor och -kväve har ökat något, men statusen är oförändrad. Den fysikalisk-kemiska statusen har bedömts vara god, medan den var hög under föregående period.	Det har inte skett någon förändring i den ekologiska statusen. Enligt planerna fortsätter bruksvattentäkten som nu eller också minskar uttaget från vattentäkten. Vattentäkten bedöms inte påverka sjöns nuvarande tillstånd (vattenkvaliteten). <i>Den fortsatta driften äventyrar inte bevarandet av en god status.</i>

Under den isfria perioden sommartid finns inte kylvattnets värmande effekt där för att öka skiktningen, vilket märks väl på tvärsnittsbilderna över den vertikala temperaturfördelningen (bild 9-61). Med andra ord är vattenmassan fortfarande temperaturskiktad, vilket är vanligt sommartid, men termoklinen är inte längre lika kraftig som under driften av kraftverket, vilket innebär att betydelsen av faktorer som påverkar omblandningen av vattenmassan ökar.

Vintertid, då driften av kraftverket har upphört, kommer vattenmassan i Hästholmsfjärden att vara betydligt kallare och temperaturen att vara ganska jämn (bild 9-62 och bild 9-63), vilket minskar skiktningens styrka vintertid. Kylvattnets värmande effekt har vintertid höjt havsvattentemperaturen nära kylvattenutloppet på en meters djup med cirka 5–16 °C, på fyra meters djup med cirka 5–9 °C och nära botten med cirka 3–5 °C, och vattenmassan har även vintertid varit temperaturskiktad.

9.16.5.2 Konsekvenser för temperaturen och skiktningen i havsområdet

Konsekvenserna av värmebelastningen beskrivs ovan i kapitel 9.16.4.1. Eftersom elproduktionen halveras efter 2027 och upphör efter 2030 vid en avveckling, minskar kylvattenbehovet till en bråkdel. Under den självständiga driften av mellanlagret för använt kärnbränsle är värmebelastningen på grund av kylvattnet endast 0,08 % (46,5 TJ/år) av den nuvarande värmebelastningen från kraftverket. Konsekvensen av mellanlagrets värmebelastning för temperatur- och skiktningförhållandena i havsområdet är obetydlig.

När värmebelastningen från kraftverket har upphört återgår temperatur- och skiktningförhållandena i havsområdet till naturliga förhållanden relativt snabbt och havsvattentemperaturens årliga utveckling följer lufttemperaturens utveckling. Vattenmassan är fortfarande temperaturskiktad, vilket är

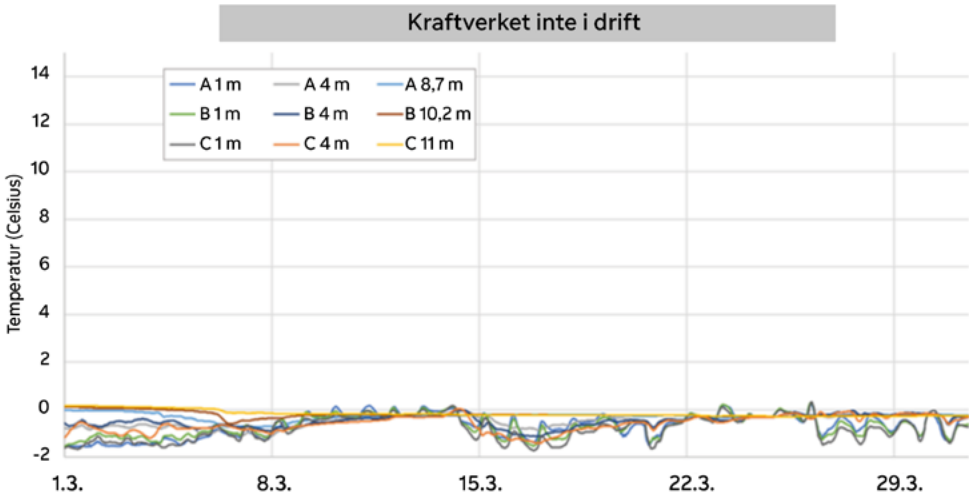


Bild 9-62. Modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C på vintern i en situation där kraftverket inte är i drift.

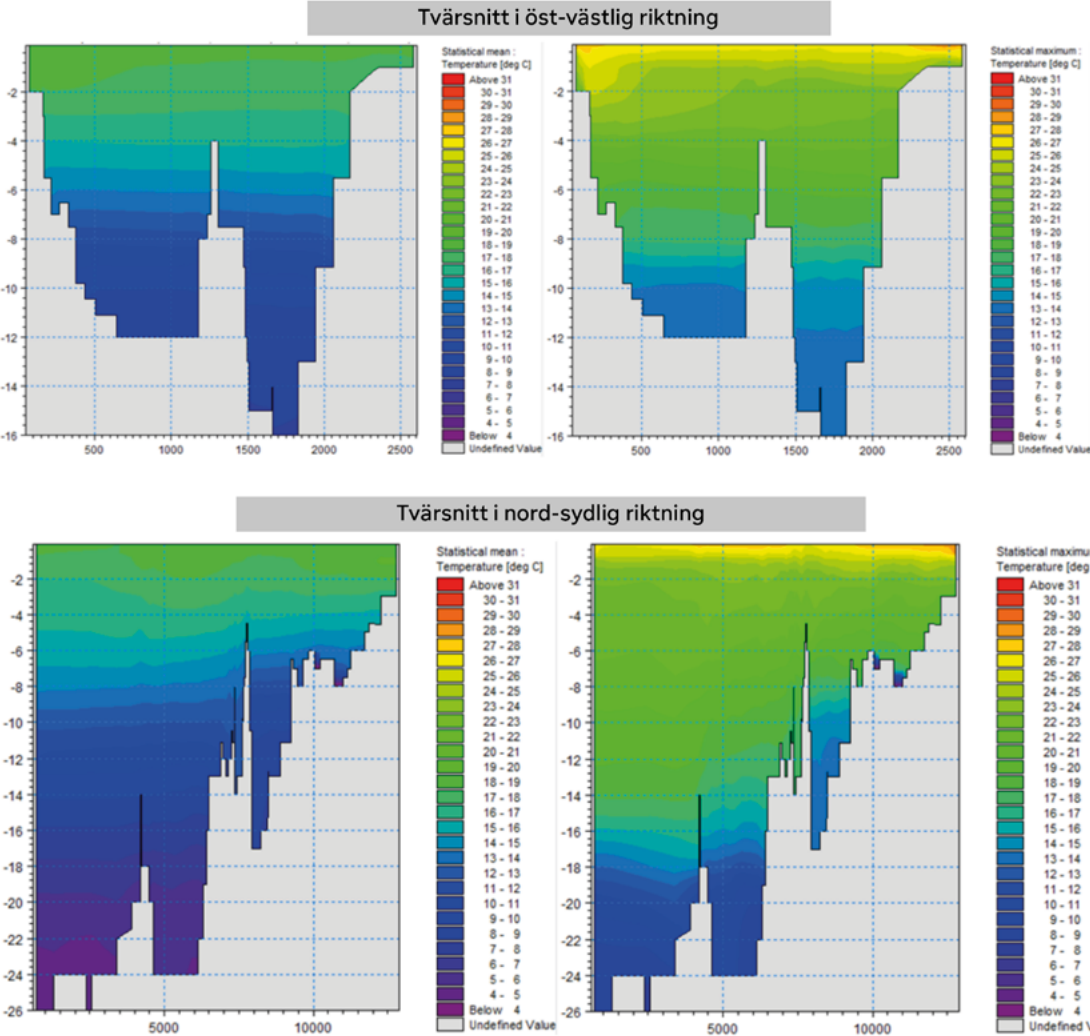


Bild 9-61. Vertikal temperaturfördelning i öst-västlig riktning (de övre bilderna) och i nord-sydlig riktning (de nedre bilderna) sommartid i en situation där kraftverket inte är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. I tvärsnittet i öst-västlig riktning finns östra delen av Hästholmsfjärden till vänster på bilden.

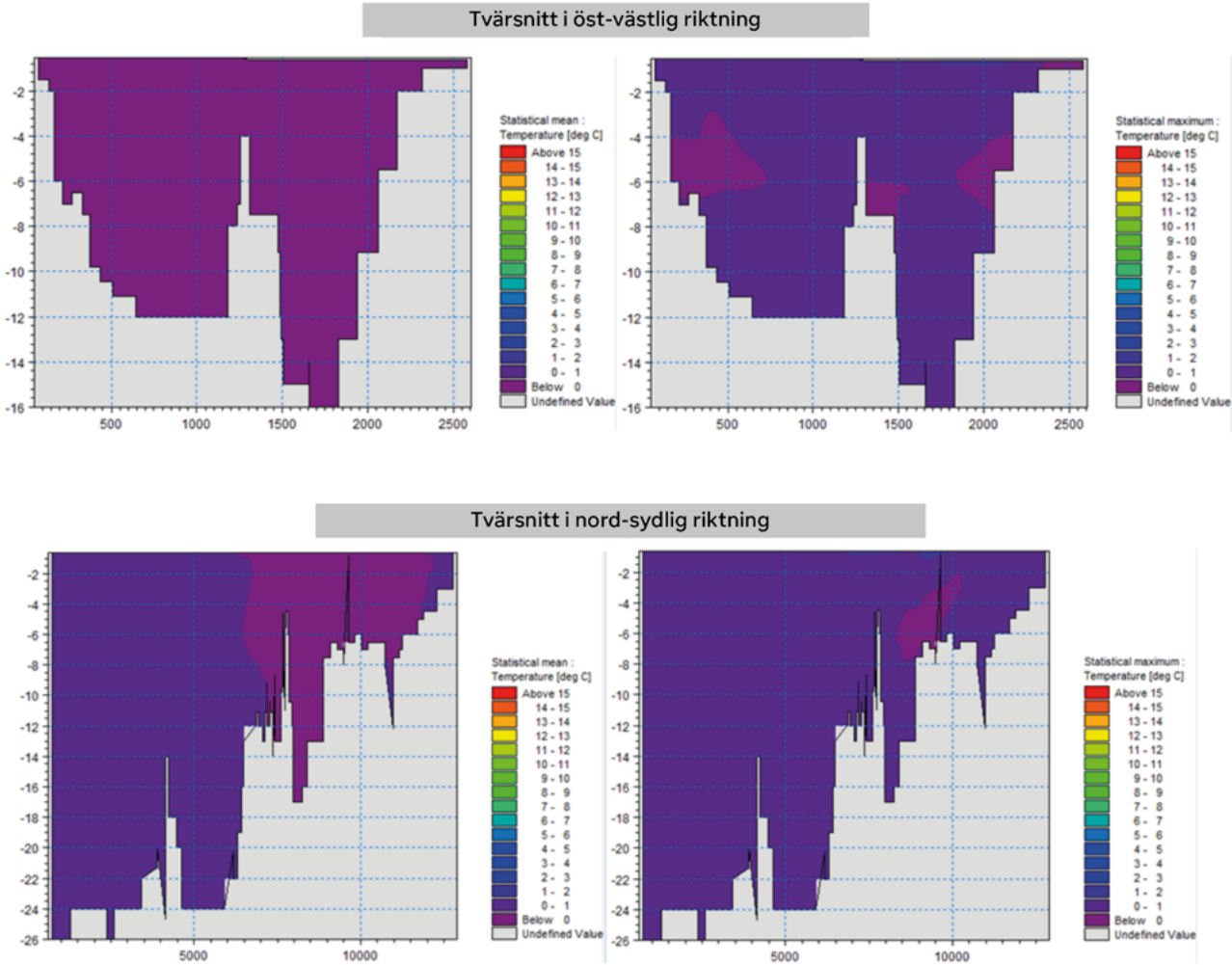


Bild 9-63. Vertikal temperaturfördelning i öst-västlig riktning (de övre bilderna) och i nord-sydlig riktning (de nedre bilderna) vintertid i en modelleringssituation där kraftverket inte längre är i drift. På vänster bild visas medelvärde och på höger bild maximivärde. I tvärsnittet i öst-västlig riktning finns östra kanten av Hästholmsfjärden till vänster på bilden.

vanligt sommartid, men termoklinen är inte längre lika kraftig som under driften av kraftverket, vilket innebär att betydelsen av faktorer som påverkar omblandningen av vattenmassan ökar. Under naturliga förhållanden blandas vattnet i grunda havsområden återkommande av vinden, också medan det är skiktat sommartid. Vid hård vind kan vattnet också blandas i de djupare områdena i Hästholmsfjärden. När kylvattenflödet upphör kan detta förlänga vattnets retentionstid något i Hästholmsfjärden. Innan kraftverket togs i bruk uppskattades att vattnets retentionstid i Hästholmsfjärden (inklusive Klobbfjärden) var 50–60 dagar (Launiainen 1975). När driften av kraftverket har upphört är skiktningen vintertid liten och bland annat under isfria vintrar bedöms vattenmassan i Hästholmsfjärden blandas återkommande av vinden.

Vid en avveckling minskar värmebelastningen till en obetydlig nivå efter 2027–2030 då den kommersiella driften av kraftverket upphör. Temperatur- och skiktningförhållandena i Hästholmsfjärden återgår till naturligt tillstånd då belastningen upphör. Förändringen är lokal och begränsas främst till Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst. På övriga närliggande havsområden är förändringen liten. Förändringens omfattning för temperaturen och skiktningen bedöms vara *måttlig positiv* i Hästholmsfjärden och på sin höjd liten positiv i övriga närliggande havsområden jämfört med nuläget.

9.16.5.3 Konsekvenser för vattenkvaliteten

Den mest betydande konsekvensen bedöms vara att värmebelastningen på grund av kylvattnet upphör i Hästholmsfjärden. Dessutom påverkas vattenkvaliteten i Hudöfjärden under schaktningen av slutförvaret för LOMA, som bedöms pågå i sammanlagt 3 år.

De totala utsläppen från schaktningen under tre år uppskattas till:

- kväve 1,9 t
- fasta partiklar 90 t
- olja och fett 1,5 t.

Utöver kvävet från sprängämnet finns det oorganiska fasta partiklar i det byggtida vattnet från slutförvaret för LOMA. Vattnet leds via utjämningsbassänger och oljeseparatorer till Hudöfjärden. Metoderna för att bedöma belastningen av kvävet från sprängämnet beskrivs i kapitel 9.16.2.3.

Kvävebelastningen från schaktningen fördelas på tre år och uppgår till cirka 630 kg/år, vilket motsvarar den dagliga avloppsvattenbelastningen för cirka 123 personer (PE). Kvävet från sprängämnet är främst lösligt ammoniumnitrat. Den årliga belastningen uppgår till endast cirka 2 % av den årliga punktbelastningen i havsområdet (tabell 9-48). Därtill finns det oorganiska fasta partiklar från stenmaterialet i det vatten som leds till havsområdet. Den dagliga belastningen av dessa fasta partiklar uppgår till cirka 82 kg. Den beräknade blandningshalten för kväve nära utloppsplatsen (500 x 500 m stort havsområde med ett djup på i genomsnitt 5 m) är 1,4 µg/l, för oljor 1,1 µg/l och för fasta partiklar 0,07 mg/l. Ökningen av halterna är liten och lokal. Den ringa ökningen av turbiditeten fokuseras till den omedelbara närheten av utloppsplatsen. Byggvattnets pH-värden är i samma klass

som i havsvattnet (i genomsnitt 7,9 i havsområdet i Lovisa). Belastningen under byggnadsskedet bedöms inte påverka vattenkvaliteten i Hudöfjärden. Därtill bedöms också konsekvensen av kraftverkets minskade punktbelastning av näringsämnen i Hudöfjärden vara liten.

Den mest betydande konsekvensen för vattenkvaliteten beror på att temperaturen och skiktningen normaliseras, främst i Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst. Förändringen av de fysikaliska temperatur- och skiktningförhållandena förbättrar blandningsförhållandena i Hästholmsfjärden. I nuläget har syresituationen varit dålig i det bottennära vattnet, men syresituationen har också varit sämre i mitten av vattenmassan. Till följd av förändringen bedöms den vattenvolym som lider av syrebrist minska, vilket i sin tur bedöms minska den interna belastning som tidvis har observerats i synnerhet i det bottennära vattnet i Hästholmsfjärden.

Det bör dock observeras att syresituationen i fördjupningarna i Hästholmsfjärden var dålig redan på 1960-talet innan kraftverket togs i bruk. Detta beror i första hand på det dåliga vattenutbytet som beror på fjärdens topografi (smala sund och undervattenströsklar). Därför kan förbättringen av syresituationen i fördjupningarna förbli liten. Om den interna belastningen minskar har detta sannolikt en liten lokal och minskande effekt på näringsnivåerna och eutrofieringen, men effekten visar sig med fördröjning. Den långsiktiga utvecklingen av den externa näringsbelastningen (i synnerhet från Tessjöån) har en betydligt större effekt på vattenförekomstens status. Temperaturminskningen påverkar också på organismnivå, bland annat genom att fördröja den mikrobiologiska nedbrytningen. Dessa faktorer antas för sin del minska syreförbrukningen i bottenvattnet. Konsekvenserna på övriga havsområden nära kraftverket bedöms vara ringa.

Förändringens omfattning för vattenkvaliteten bedöms vara på sin höjd *måttlig positiv* i Hästholmsfjärden jämfört med nuläget. I resten av havsområdet är konsekvensen liten.

9.16.5.4 Konsekvenser för växtplankton och vattenvegetation

Konsekvensen av att den värmande effekten upphör bedöms vara lokal och utgörs av att längden på tillväxtperioden förkortas samt av att vattenkvaliteten långsamt återhämtar sig. Konsekvenserna sträcker sig till organismnivå, liksom konstateras ovan. Eutrofieringsutvecklingen har tidvis varit starkare i Hästholmsfjärden än i Hudöfjärden, vilket för sin del tyder på kylvattnets värmande effekt (Anttila-Huhtinen & Raunio 2018). Konsekvensen har kunnat observeras främst i vattenvegetationen och i ringa mån i primärproduktionen. I synnerhet ettåriga trådalger har gynnats av den förlängda tillväxtperioden. Ökad strandvegetation och eutrofiering av stränderna har märkts inom en radie på uppskattningsvis cirka en kilometer från kylvattenutloppet.

Förändringarna i den biologiska miljön bedöms visa sig med fördröjning, eftersom många olika miljöfaktorer påverkar havsområdets status. Den viktigaste av dessa faktorer är utvecklingen av den externa näringsbelastningen. Såsom konstateras i kapitel 9.16.5.2, är den långsiktiga utveckling-

en av belastningen förenad med osäkerhet. Konsekvensen bedöms vara lokal och begränsas i första hand till Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst, som bedöms vara eutrof ännu när den värmande effekten har upphört. Näringsvävens biologiska växelverkan i den marina miljön är komplicerad och därför är det svårt att bedöma förändringarna i produktionsnivån och i faunan. Det är emellertid sannolikt att förändringen visar sig som en måttligt sjunkande trend i primärproduktionen, till följd av vilken en sjunkande trend bedöms vara observerbar även i växtplanktonbiomassan och i klorofyll a-halterna. Generellt kan också konstateras att arter som i synnerhet har gynnats av den förlängda tillväxtperioden förlorar sin konkurrensfördel. Detta kan i viss mån bedömas minska till exempel mängden ettåriga trådalger lokalt. Det är också möjligt att arter som är känsliga för värme och som har gått tillbaka så småningom kan återvända till området.

Förändringens omfattning för växtplanktonen och vattenvegetationen bedöms vara på sin höjd *måttlig positiv* i Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst jämfört med nuläget. Konsekvenserna på övriga havsområden är mycket små.

9.16.5.5 Konsekvenser för bottenfaunan

Konsekvensen av att den värmande effekten upphör bedöms vara lokal och utgörs av att temperaturen och skiktningen normaliseras samt av att vattenkvaliteten långsamt återhämtar sig. Syreförhållandena i det bottennära vattenskiktet är särskilt betydelsefulla för bottenfaunan. Djupbottenfaunans status i Hästholmsfjärden kan så småningom stiga då syreförhållandena i bottenvattnet förbättras. Förändringen bedöms ske med fördröjning och märkas i första hand som en ökning av bottenfaunans biomassa. Det bedöms inte ske några betydande förändringar i bottenfaunans arter. Antalet arter i bottenfaunan i havsområdet var begränsat redan i de första kartläggningarna som utfördes på 1960-talet.

Det bedöms ske förändringar också i de grunda bottnarnas status i Hästholmsfjärden och i bottenfaunan i strandzonen. Till exempel vid provtagningsstationen nära kraftverkets kylvattenutlopp har bottenfaunan varit mer mångsidig under hela 2000-talet än vid de övriga stationerna, vilket sannolikt beror på att vattenutbytet är bättre och kvaliteten på bottenmaterialet är grövre. Kylvattnets värmande effekt har gynnat förekomsten av en del främmande arter. Sådana arter är bland annat nyzeeländsk tusensnäcka och trekantig brackvattensmussla. Det är sannolikt att arter som har gynnats stort av den värmande effekten kommer att förlora sin konkurrensfördel och kan gå tillbaka. Det är svårt att förutspå den biologiska växelverkan och därför är bedömningen förenad med osäkerhet. Eftersom många av arterna i fråga är främmande arter, bedöms förändringen vara positiv.

Förändringens omfattning för bottenfaunan bedöms vara på sin höjd *måttlig positiv* i Hästholmsfjärden jämfört med nuläget. Konsekvenserna på övriga havsområden är mycket små.

9.16.5.6 Konsekvenser för sedimentet (föroreningar)

En bedömning av konsekvenserna för sedimentet finns i kapitlen 9.8 och 9.16.4.6. En avveckling bedöms inte medföra några konsekvenser för sedimentets kvalitet.

9.16.5.7 Konsekvenser för Lappomträsket

Vid en avveckling varierar behovet av bruksvatten beroende på vilken fas det handlar om. Behovet av bruksvatten under schaktningen av slutförvaret för LOMA ökar tillfälligt under byggtiden, då kraftverket fortfarande är i drift. Enligt uppskattning är det totala behovet under schaktningen cirka 300 000 m³. Det genomsnittliga pumpningsbehovet på grund av schaktningen av slutförvaret för LOMA, fördelat på tre byggår, är cirka 11,4 m³/h. När kraftverket samtidigt är i drift har det totala behovet av bruksvatten uppskattats till cirka 31–42 m³/h. Den pumpade vattenmängden underskri-der tydligt den tillåtna mängden i tillståndsvillkoren (kortvarigt 180 m³/h och kvartalsvis högst 150 m³/h). En liten ökning bedöms inte medföra några konsekvenser för Lappomträskets nuvarande tillstånd.

Mängden hushållsvatten som behövs under den självständiga driften minskar till en bråkdel av den mängd som behövs i nuläget. Detta beaktas i regleringen och vid behov tappas mer vatten via en damm för avtappning, för att vattennivån inte ska stiga över regleringsgränsen.

I framtiden kan det bli aktuellt att upphöra med regleringen. Åtgärden kräver tillstånd enligt vattenlagen och i samband med detta bedöms miljökonsekvenserna. Planeringsarbetet utförs vanligen genom att beakta olika berörda parter samt den etablerade användningen av sjön och stränderna. Efter att regleringen eventuellt upphört, upphör även regleringsinnehavarens skyldigheter (bland annat skyldigheten att plantera ut gädda). Sannolikt upphör även syresättningen som utförts av Fortum, vilket kan påverka vattenkvaliteten negativt.

Vid en avveckling är förändringarna i vattentäkten först mycket små och vattentäkten fortsätter likt den i nuläget. En liten förändring i vattentäkten bedöms inte medföra några konsekvenser för Lappomträskets nuvarande tillstånd. Om regleringen eventuellt upphör sker detta långt in i framtiden och detta kan medföra negativa konsekvenser för vattenkvaliteten, om syresättningen upphör. I detta fall bedöms förändringens omfattning för vattenkvaliteten vara *liten negativ* jämfört med nuläget.

9.16.5.8 Konsekvenser för den ekologiska och kemiska statusen samt för havsvården

Konsekvenserna för vattenkvaliteten och den marina miljön (växtplankton, vattenvegetation, bottenfauna) har bedömts ovan. Den ekologiska och kemiska statusen i Klobbfjärden och de yttre vattenförekomsterna presenteras i kapitel 9.16.3.11.

När den kommersiella driften av kraftverket upphör vid en avveckling minskar kylvattnets värmande effekt i Klobbfjärdens vattenförekomst till en bråkdel och upphör helt

Tabell 9-58. Bedömning av eventuella konsekvenser för den ekologiska statusen vid en avveckling. Förändringar som har skett i de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorernas status presenteras ovan i tabellerna 9-54 och 9-57.

Vattenförekomst	Bedömning av den ekologiska statusens potentiella utvecklingsförlopp
Klobbfjärdens vattenförekomst	Den ekologiska statusen är dålig. När den värmande effekten upphör normaliseras temperaturen och skiktningen samt tillväxtperiodens längd. Förändringen förbättrar blandningsförhållandena i vattenskitten i Hästholmsfjärden, vilket bedöms förbättra syresituationen i bottenvattnet och minska den interna näringsbelastningen. Förändringen har sannolikt en lokal och minskande effekt på näringsnivåerna och eutrofieringen, men effekten visar sig med fördröjning. Enligt bedömningen kan halten av totalfosfor och -kväve minska något lokalt och denna förändring i kombination med att tillväxtperioden blir kortare visar sig sannolikt bland annat som en minskning av primärproduktionen. Detta i sin tur kan leda till minskad biomassa och klorofyll a-halt. Effekten på bottenfaunan bedöms visa sig med fördröjning, i första hand som en ökning av djupbottenfaunans biomassa. Vattenförekomstens status påverkas emellertid framför allt av hur den externa belastningen (från Tessjöån) utvecklas. Vattenförekomstens status bedöms så småningom återhämta sig så att den motsvarar statusen i de övriga inre fjärdarna i Finska viken. <i>En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lovisavikens vattenförekomst	Den ekologiska statusen är otillfredsställande. Konsekvenserna av kraftverkets värmebelastning har inte nått vattenförekomsten. Effekten av att kraftverkets avloppsvattenbelastning upphör bedömdes vara obetydlig. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga externa belastningen i området utvecklas samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken. <i>En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Kejvsalö vattenförekomst	Den ekologiska statusen är måttlig. Kylvattnets konsekvenser har varit små i vattenförekomsten. Effekten av att kraftverkets avloppsvattenbelastning upphör bedömdes vara obetydlig. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga externa belastningen utvecklas samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken. <i>En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lovisa-Borgå vattenförekomst	<i>Den ekologiska statusen är måttlig. Kylvattnets mest intensiva värmande effekt har främst påverkat havsområdet utanför sunden från Hästholmsfjärden, och influensområdet är litet i förhållande till vattenförekomstens yta. Således bedöms inte den värmande effekten medföra några konsekvenser för vattenförekomstens status. Vattenförekomstens status påverkas framför allt av hur den övriga belastningen utvecklas samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken.</i> <i>En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.</i>
Lappomträskets vattenförekomst	Den ekologiska statusen är god. Regleringen och dess skyldigheter fortsätter tills en ansökan görs om att regleringen ska upphöra. Om Fortums skyldigheter eventuellt upphör långt in i framtiden, kan upphörandet av syresättningen försämma vattenkvaliteten. Jämfört med nuläget är förändringens omfattning på sin höjd liten negativ. <i>En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorernas status och äventyrar inte bevarandet av en god status.</i>

efter den självständiga driften. Som följd av förändringen återgår temperatur- och skiktningförhållandena i vattenförekomsten till naturligt tillstånd. Förändringen bedömdes medföra en *liten/måttlig positiv* och lokal konsekvens för vattenkvaliteten och den marina miljön, i första hand för Hästholmsfjärden i Klobbfjärdens vattenförekomst (kapitlen 9.16.5.2–9.16.5.5).

Bedömningen av konsekvenserna för de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna är förenad med osäkerhet, som beror på näringsvävens komplicerade biologiska växelverkan. I tabell 9-58 finns en bedömning av den ekologiska statusens potentiella utvecklingsförlopp i vattenförekomsterna vid en avveckling. Förändringar som har skett i de biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorernas status

har sammanställts i tabellerna 9-54 och 9-57.

Inom vattenvården var 2015 målåret för att uppnå god ekologisk och kemisk status i ytvattenförekomsterna. Målet kan skjutas upp till 2027. Vid en avveckling är det osannolikt att Klobbfjärdens vattenförekomst skulle uppnå god status senast 2027, eftersom en förbättring av statusen sker med fördröjning och en betydande faktor vid sidan av kylvattnets värmande effekt är den långsiktiga utvecklingen av den externa näringsbelastningen.

I förslaget till åtgärdsprogram för Finlands havsförvaltningsplan 2022–2027 anses värmebelastningens konsekvenser vara lokala och den värmande effekten eller upphörandet av denna bedöms inte medföra några större konsekvenser för havets tillstånd (Laamanen m.fl. 2020).

9.16.6 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Mottagning, behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför inga konsekvenser för ytvattnet.

9.16.7 Konsekvensernas betydelse

I tabell 9-59 bedöms konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfattning (se kapitel 9.1.4).

9.16.8 Lindring av negativa konsekvenser

Den mest betydande konsekvensen beror på kylvattnets värmande effekt, som har varit en delfaktor i eutrofieringen av Klobbfjärdens vattenförekomst. I nuläget begränsas en höjning av kylvattnets temperatur och dess maximala temperatur i kraftverkets miljötillstånd.

Lovisa kraftverks verkningsgrad har förbättrats, vilket har haft en liten effekt på värmebelastningen. Verkningsgraden kan förbättras ytterligare i liten grad då anordningar förnyas. I MKB-programmet för Lovisa kraftverk granskades möjligheten till vattenbyggnadsarbeten utanför kraftverkets

Tabell 9-59. Konsekvensernas betydelse: ytvatten.

Konsekvensernas betydelse: ytvatten			
Verksamhetsfas	Känslighet	Omfattning	Betydelse
Fortsatt drift	Måttlig (Hästholmsfjärden, i Klobbfjärdens vattenförekomst	Måttlig/ liten negativ	Konsekvensernas betydelse är måttlig negativ , eftersom varma somrar blir vanligare på lång sikt, vilket i kombination med värmebelastningen i ringa mån kan öka den värmande effekten i havsområdet. Det är känt att värmebelastningen från kraftverket för sin del har förändrat temperatur- och skiktningförhållandena i vattenförekomsten, förlängt tillväxtperioden samt ökat eutrofieringen lokalt. Beroende på konsekvensobjekt bedömdes konsekvensernas betydelse variera från liten negativ (vattenkvalitet, växtplankton och vattenvegetation) till måttlig negativ (temperatur och skiktning, bottenfauna). Havsområdets tillstånd påverkas framför allt av diffus belastning, som på lång sikt även kan minska om åtgärderna inom jordbruket införs i omfattande grad. Om den värmande effekten fortsätter till maximalt cirka 2050 fördröjer detta uppnåendet av god status i vattenförekomsten.
	Måttlig (de övriga närliggande havsområdena)	Liten negativ/ ingen förändring	Konsekvensernas betydelse är på sin höjd liten negativ , eftersom konsekvenserna av värmebelastningen för temperaturen och skiktningen i det övriga närliggande havsområdet fortsätter maximalt till cirka 2050. Övriga konsekvensobjekt (bl.a. vattenkvalitet, bottenfauna) bedöms inte påverkas. Även i de övriga närliggande havsområdena påverkas vattenkvaliteten och den marina miljös status i stor utsträckning av den långsiktiga utvecklingen av näringsbelastningen samt av den allmänna statusutvecklingen i Finska viken.
	Måttlig (Lappomträsket)	Ingen förändring	Inga konsekvenser , eftersom regleringen inte har observerats försämma vattenkvaliteten i sjön.
Avveckling	Måttlig (Hästholmsfjärden) i Klobbfjärdens vattenförekomst	Måttlig positiv	Konsekvensernas betydelse är måttlig positiv , eftersom temperatur- och skiktningförhållandena i Hästholmsfjärden samt längden på tillväxtperioden återgår till naturligt tillstånd när värmebelastningen upphör. Därtill bedöms syresituationen i bottenvattnet så småningom förbättras, vilket för sin del minskar den interna belastningen. De positiva konsekvenserna kan visa sig med fördröjning, bland annat som en sänkning av näringsnivån, förändringar i vattenvegetationen (minskning av mängden ettåriga trådalger) och en förbättring av bottenfaunans tillstånd. En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorerna för ekologisk status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.
	Måttlig (de övriga närliggande havsområdena)	Liten positiv/ ingen förändring	Konsekvensernas betydelse är på sin höjd liten positiv , eftersom konsekvenserna av värmebelastningen för temperaturen och skiktningen i det övriga närliggande havsområdet är små. Schaktningen av slutförvaret för LOMA bedöms inte påverka Hudöfjärdens nuvarande tillstånd.
	Måttlig (Lappomträsket)	Liten negativ	Konsekvensernas betydelse är på sin höjd liten negativ , eftersom förändringarna i vattentäkten först är mycket små och inte bedöms påverka sjöns nuvarande tillstånd. Om regleringen eventuellt upphör långt in i framtiden, kan detta emellertid medföra negativa konsekvenser för vattenkvaliteten, om syresättningen upphör.
Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland	Måttlig (havsområdena, Lappomträsket)	Ingen förändring	Inga konsekvenser , eftersom verksamheten inte medför några konsekvenser för ytvattnet.

kylvattenintag och i det närliggande havsområdet som en del av den fortsatta driften. Utifrån preliminära utredningar gjordes bedömningen att man genom att sänka temperaturen på kylvattnet som tas in också skulle kunna minska temperaturen på kylvattnet som släpps ut, även om man inte på detta sätt kan påverka värmebelastningen som leds ut i havet. På basen av teknisk-ekonomiska bedömningar exkluderades emellertid vattenbyggnadsarbetena ur MKB-förfarandet. Granskningen av detta fortsätter, separat från MKB-beskrivningen, i Fortums forskningsprojekt som strävar efter att med hjälp av modellering finna de mest kostnadseffektiva tekniska lösningarna för att sänka temperaturen på det kylvatten som tas in.

Vad gäller statusen i Klobbfjärdens vattenförekomst är det centralt att minska den diffusa belastningen, som till stor del kommer från Tessjöån. Till de effektivaste åtgärderna hör åtgärderna inom jordbruket på åns avrinningsområde, till exempel gipsbehandling av åkrar. Fortum kunde delta i utredningar för att lindra konsekvenserna av övrig verksamhet för Klobbfjärdens vattenförekomst och i planeringen av förbättringsåtgärder.

9.16.9 Osäkerhetsfaktorer

Konsekvenserna av kylvattnet för havsområdets temperatur och skiktning bedömdes med hjälp av hydraulisk modellering. Modelleringsresultat är vanligen förenade med osäkerhet, som beror på att modellen i viss mån förenklar fysikaliska fenomen som påverkar spridningen av den modellerade storheten (i detta fall temperaturen). Osäkerheten minskas genom att verifiera och validera modellen noggrant. I denna modellering finns det tillgång till omfattande uppföljningsmaterial från havsområdet och med hjälp av det kunde modellens duglighet bedömas. Utifrån en jämförelse motsvarar de modellerade värdena relativt väl de temperaturer som uppmätts i havsområdet. Den modellerade temperaturen i bottenvattnet överensstämmer med observationerna i juni och juli, men blir allt högre mot slutet av augusti. Centralt för bedömningen av temperaturens konsekvenser är att temperaturerna som modellerats nära ytan motsvarar observationerna. Motsvarigheten bedömdes vara tillräcklig med tanke på granskningen av kylvattnets konsekvenser.

Konsekvenserna för vattendragen har bedömts på lång sikt, eftersom den värmande effekten vid fortsatt drift skulle fortsätta maximalt till cirka 2050-talet. Osäkerheten som anknyter till havsvattnets temperaturer gäller huvuvida klimatförändringsscenarierna realiseras och osäkerheten i olika RCP-scenarier. Man har strävat efter att beakta klimatförändringens höjande effekt på temperaturen genom att använda 2011 som modellår, eftersom det året var ovanligt varmt. I konsekvensbedömningen måste man också beakta en eventuell långsiktig förändring i den diffusa näringsbelastningen. De långsiktiga prognoserna av näringsbelastningen är emellertid förenade med osäkerhet i fråga om realiseringen av klimatförändrings-scenarierna och angående i vilken omfattning och tidtabell åtgärder som minskar belastningen från jordbruket kommer att genomföras i avrinningsområdena för de åar och älvar som mynnar ut vid kusten i Lovisa.

Utöver detta är bedömningen förenad med osäkerhet angående den marina miljös komplicerade biologiska och fysikalisk-kemiska växelverkan och långa responstider. Det är till exempel svårt att förutspå i vilken mån och hur snabbt

havsområdet återhämtar sig från miljöbelastningen på grund av den värmande effekten. Den långsiktiga utvecklingen av Finska vikens status reflekteras också på kustområdenas status. Näringsdynamiken i Finska viken och utvecklingen av Finska vikens status påverkas indirekt av saltpulserna från Östersjön. Det är omöjligt att i denna konsekvensbedömning förutse när dessa kommer att inträffa. En osäkerhetsfaktor med tanke på bedömningen kan också anses vara uppvällnings- och nedvällningsfenomenen vid kusten. Dessa påverkar också statusen i havsområdet kring Lovisa.

9.17 FISKBESTÅND OCH FISKE

9.17.1 De viktigaste resultaten av bedömningen

Vid fortsatt drift är kylvattnets konsekvenser för Klobbfjärdens havsområde och därigenom för fiskbeståndet och fisket oförändrade jämfört med nuläget, men fortsätter i cirka 20 år till. Att kylvattnets värmande effekt fortsätter upprätthåller en situation som gynnar sådana fiskarter som har anpassat sig till varmare vatten, såsom gös och mörtfiskar. Varmare vatten än i det omgivande havsområdet kan också leda till att den främmande arten svartmunnad smörbult blir vanligare på området. Detta bedöms dock inte påverka det rikliga gösbeståndet på området negativt. Fiskemöjligheterna vintertid förblir på samma nivå i de varierande isförhållandena i havsområdet kring kraftverket, men på grund av klimatförändringen kan istäcket minska något och isen förtnnas i framtiden. Vid fortsatt drift av kraftverket bedöms konsekvensens betydelse för fiskbeståndet vara *måttlig negativ* och för fisket *liten negativ* jämfört med nuläget.

Vid en avveckling upphör konsekvensen av kylvattnets värmebelastning för det marina ekosystemet och området återgår så småningom till samma tillstånd som råder i de inre fjärdarna i det omgivande kustområdet. Samtidigt minskar sannolikheten för att främmande arter blir vanligare på området. Även fiskemöjligheterna vintertid förbättras då isförhållandena normaliseras, men även i detta alternativ blir isvintrarna sannolikt färre på grund av klimatförändringen. Konsekvensens betydelse för fiskbeståndet bedöms vara *måttlig positiv* och för fisket *liten positiv*.

Angående fiskbeståndet i Lappomträsket skulle fiskarnas vandringsförbindelse till Lappoviken öppnas om regleringen av sjön eventuellt upphör efter en avveckling och dammkonstruktionen ersätts med en bottendamm, men om syresättningen av sjön upphör kunde detta exponera sjöns fiskar för sämre vattenkvalitet.

Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och lagringen eller slutförvaringen av detta på Hästholmen medför inga konsekvenser för fiskbeståndet eller fisket.

9.17.2 Bakgrundsinformation och bedömningsmetoder

Vid bedömningen av konsekvenserna för fiskbeståndet och fisket har man utnyttjat kontrollundersökningar som genomförts på projektområdet, information om fiskbeståndet och fiskerinäringen i Finska viken samt forskningslitteratur om kylvattnets konsekvenser för fiskbeståndet och om främmande arter även på andra platser än på projektområdet. Dessutom har

man utnyttjat resultaten av bedömningen av konsekvenserna för vattenkvaliteten, inklusive kylvattenmodelleringen (se kapitel 9.16). De indirekta konsekvenserna för fiskbeståndet och fisket på grund av projektets konsekvenser för vattenkvaliteten har bedömts i form av ett expertutlåtande.

Fiskbeståndet och fisket i havsområdet kring Lovisa kraftverk har granskats sedan 1971. Uppgifterna om fiskbeståndet i området bygger bland annat på fiskeenkäter och observationer från bokföringsfiske samt kontroll av biomasen som följer med kylvattnet till kraftverket.

Mer information om fiskbeståndet i området erhöles genom en undersökning av fiskbeståndet i havsområdet kring Lovisa kraftverk på våren och sensommaren 2020 (Roikonen & Kangas 2021). Metoderna som användes för undersökningen var Gulf-Olympia yngelfångst och provfiske med nät. Gulf Olympia är två hävar som fäst med vertikala stänger vid sidorna av båtens för. Hävarna används för att sila vattnet och samla upp yngel som finns i vattenmassan. Genom yngelfångsten utredde man fiskarnas lekplatser vid kylvattenintaget och -utloppet och på jämförelseområden genom att observera förekomsten av fiskyngel i det fria vattnet. Jämförelseområden vid yngelfångsten var ett strandnära område väster om Hudö i Kejvsalö östra fjärd och Lovisavikens innersta del. Vid provfisket med nät utredes fiskbeståndets sammansättning i området kring Lovisa kraftverk och Kejvsalö östra fjärd som valts som jämförelseområde. Undersökningen genomfördes med metoder som

används allmänt för att undersöka fiskbeståndet och man följde Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets anvisningar för undersökningar av fiskbestånd (Borg m.fl. 2012).

Uppgifterna om fiskbeståndet i Lappomträsket kommer från fångstuppgifter från provfiske som NTM-centralen i Nyland gjorde 2011 och som har sammanfattats i en förhandsutredning om kartläggning och avlägsnande av torvflak i Lappomträsket (Niiranen & Hagman 2012).

Utsläppen av radioaktiva ämnen och deras konsekvenser behandlas i kapitel 9.8.

9.17.3 Nuläge

Fiskbeståndet i havet kring Hästholmen består både av marina fiskar och av sötvattensfiskar som har anpassat sig till bräckt vatten. I området påträffas marina arter som är viktiga för fisket, såsom strömming, vassbuk, lax, havsöring samt sandsik och älvsik, ål och flundra. De vandrande arterna av dessa är lax, havsöring, älvsik, strömming och ål. Centrala arter för fisket bland sötvattensfiskarna är gös, gädda, abborre och lake. Andra fiskarter som förekommer i rikligt antal är bland annat mörtfiskar: mört, björkna, braxen och id.

Enligt observationerna som gjordes vid provfisket med nät avviker inte fiskbeståndets sammansättning i undersökningsområdena (bild 9-64) avsevärt från observationer som gjorts på andra platser i Finska viken (Roikonen & Kangas 2021). Abborre och mört är allmänt de fiskarter so

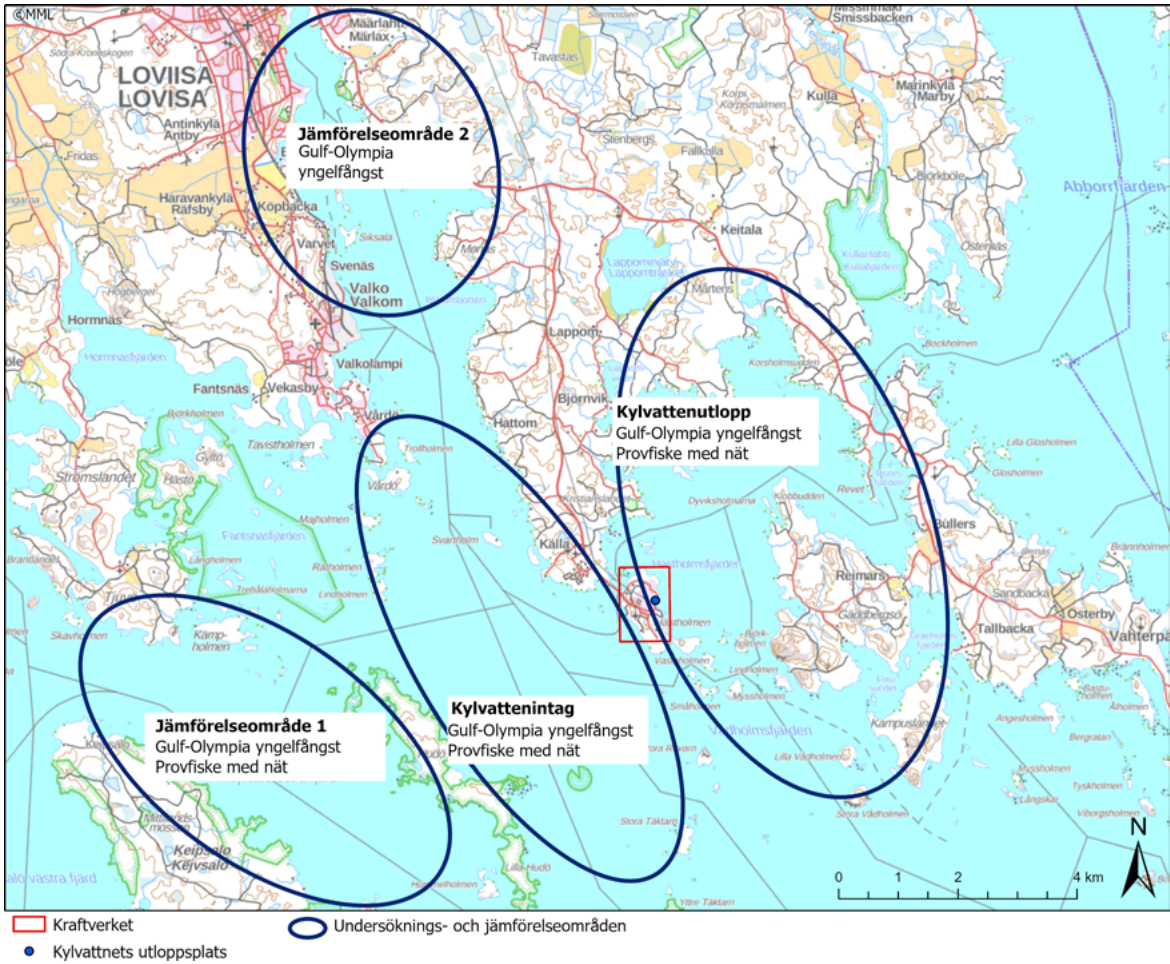


Bild 9-64. Undersökningsområden för undersökningen av fiskbeståndet 2020 och de undersökningsmetoder som användes i havsområdet utanför Lovisa.

förekommer rikligast vid kustområdet och som tillsammans med björkna och gärs ofta utgör över 80 % av den totala fångsten. Jämfört med observationerna från andra platser var andelen abborre på de områden som nu undersöktes emellertid märkbart stor, vilket i synnerhet i Kejvsalö östra fjärd (jämförelseområde 1) beror på det stora antalet små individer. Hästholmsfjärden avvek från de övriga områdena i utredningen på grund av den stora gösfångsten. Detta kan åtminstone delvis ha sin förklaring i kylvattnets värmande effekt på havsvattnet, eftersom gösen föredrar varmt vatten i sin livsmiljö. Några individer av svartmunnad smörbult (*Neogobius melanostomus*), som klassificeras som en främmande art, fångades vid provfisket både vid kylvattenintaget och på jämförelseområdet Kejvsalö östra fjärd, men inte en enda individ vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden.

Lekplatserna för fiskbeståndet i Finska viken har utretts i samband med Programmet för inventeringen av den marina undervattensmiljön (VELMU). Utifrån materialet från fältundersökningarna utarbetades kartor i miljöförvaltningens webbtjänst (VELMU-karttjänsten 2019) över olika fiskarters lekplatser utifrån modellen av sannolik förekomst. Enligt modellen finns det gynnsamma lekplatser för bland annat abborre och gädda kring Hästholmen. Utifrån modellen av sannolik förekomst leker gösen främst i Lovisavikens innersta del och på Klobbfjärdens norra och sydöstra stränder. Strömmingens gynnsammaste lekplatser är de grunda vegetationsbottnarna i hela den mellersta och yttre skärgården. Lovisaviken har identifierats som en viktig fisklekplats och potentiell vandringsväg för havsöring som eventuellt vandrar upp till Lovisaån i framtiden. Delvis på dessa grunder har Lovisaviken utsetts till en av Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer, det vill säga ett så kallat EMMA-område (Lappalainen m.fl. 2020). I VELMU-karttjänsten finns inga modellresultat av den havslekande sikens lekplatser i havsområdet utanför Lovisa.

Fiskbeståndets yngelproduktionsområden kartlades vid Gäddbergsö och Kampuslandet 2009 (Pöyry 2009) i samband med kartläggningen av nuläget för Fennovoima Ab:s kärnkraftverksprojekt som planerades i Strömfors. Kartläggningsområdet ligger sydost om Hästholmen på som närmast cirka en kilometers avstånd från Lovisa kraftverk. Enligt resultaten förekommer betydande lekplatser för strömming och smörbult i havsområdet sydost om Hästholmen. Även stränder med sand- och grusbotten som den havslekan-de siken använder som lekplatser finns på det undersökta området.

Enligt resultaten av den undersökning av fiskbeståndet som har utförts i havsområdet kring Lovisa kraftverk (Roikonen & Kangas 2021) använder strömming och smörbult och i mindre utsträckning även abborre kylvattnets utloppsplats i Hästholmsfjärden som lekplats. Gös observerades leka i Lovisavikens innersta del, men även Hästholmsfjärden där kylvattenutloppet finns och Klobbfjärden observerades vara områden som är viktiga för gösyngel.

Största delen av den biomassa som följer med kylvattnet

till kraftverket har varit fisk, främst strömming eller nors (Leino 2011). Mängden fisk som har följt med kylvattnet till kraftverket har uppgått till 10–25 ton per år. Fiskarna avlägsnas från vattnet med hjälp av grov- och fingaller samt korgbandssilar. Substanserna, som utöver fisk även består av vattenväxter och alger, levereras till ett utomstående avfallshanteringsbolag för fortsatt behandling och återvinning, liksom annat bioavfall som uppstår vid kraftverket. Således kan insamlingen av substanserna också anses ha en renande effekt på havet, eftersom uppskattningsvis 40–100 kg fosfor per år avlägsnas ur havet tillsammans med substanserna.

Enligt Strålsäkerhetscentralens uppföljning har inga nuklider som härstammar från Lovisa kraftverk hittats i fisk (se kapitel 9.8.3.4). Aktivitetshalterna av cesium är låga i Östersjöfisk (STUK 2021g). Den största strålkällan hos fisk i Finska viken är cesium-137 som härstammar från kärnkraftverksolyckan i Tjernobyl.

Fisket på området följs upp årligen som en del av den obligatoriska kontrollen genom fiskebokföring av de kommersiella fiskarnas fångster och fiske. År 2018 bokfördes fångsten av tre kommersiella fiskare som idkar fiske på området.

Fiskarna som bokförde fångsten idkade mest nätfiske, främst på våren och hösten. Största delen av fångsten med bottennät var gös (57 %), men även gädda (30 %) fångades. Resultaten liknade resultaten från tidigare undersökningsår (ÅF-Consult Oy 2019).

Enligt en fiskeenkät för rekreations- och husbehovsfiskare uppgick fritidsfiskarnas totala fångst år 2017 till uppskattningsvis 14,9 ton och per hushåll cirka 20,7 kg. Fångsten bestod till största delen av gädda, strömming, abborre, braxen och gös. Fritidsfiskarna i området fiskar främst under sommarmånaderna (ÅF-Consult Oy 2018).

Fiskbeståndet i Lappomträsket består främst av abborre och mört, som utgjorde största delen av fångsten vid provfisket 2011 (Niiranen & Hagman 2012). Av fångsten utgjorde rovfisk 23 % av biomassan och 7 % av antalet. Abborrarnas medelvikt var cirka 35 g och mörtarnas cirka 45 g, det vill säga största delen av de fångade fiskarna var små. Fortum använder Lappomträsket som råvattentäkt och reglerar sjöns vattennivå (se kapitel 9.16.3.10). I tillståndet enligt vattenlagen ingår också skyldigheten att årligen plantera ut 10 000 nykläckta gäddyngel i sjön.

Havsområdet nära Lovisa kraftverk används också för fiskodling. Lovisa kraftverk ligger på ön Hästholmen och på den norra delen av ön finns också Oy Loviisan Smoltti Ab:s fiskodlingsanläggning. Varmt kylvatten från kraftverket utnyttjas vid odlingen av ynglen. I skärgården söder om Hästholmen finns också Oy Semilax Ab:s fiskodlingsanläggning. Området benämns som ett område där vattenbruk kan koncentreras i den nationella planen för lokaliseringsstyrning av vattenbruket (Jord- och skogsbruksministeriet 2014).

I tabell 9-60 presenteras konsekvensobjektets känslighet och faktorer som är avgörande för känsligheten (se kapitel 9.1.4).

Tabell 9-60. Konsekvensobjektets känslighet: fiskbestånd och fiske.

Konsekvensobjektets känslighet: fiskbestånd och fiske	
Fiskbeståndets och fiskets känslighet som konsekvensobjekt bedömdes utifrån fiskbeståndet på området, fiskarnas lekplatser i relation till projektområdet samt fisket som bedrivs på området.	
Måttlig	På projektområdet påträffas det fiskbestånd som normalt förekommer i Finska viken och som inte avviker märkbart från det fiskbestånd som förekommer på andra platser. På projektområdet finns yngelproduktionsområden för fiskarter som är vanliga i havsområdet i hela Finland, strömming och smörbult. På området förekommer en del kommersiellt fiske och fritidsfiske.

9.17.4 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift

Uppkomsten av konsekvenser
Hög vattentemperatur påskyndar fiskens metabolism och ökar behovet av föda. Generellt antas hög temperatur öka fiskens tillväxt, om det inte finns andra faktorer som begränsar tillväxten. Hög vattentemperatur accelererar också primärproduktionen i vattnet, under förutsättning att det finns tillräckligt med näringsämnen som behövs för detta. Därtill ökar hög vattentemperatur, på grund av den rikligare primärproduktionen, risken för att det uppstår syrefattiga förhållanden i bottenvattnet, vilket har en negativ påverkan på fiskbeståndets livsmiljö.
Fortsatt drift av kraftverket ger upphov till konsekvenser för områdets fiskbestånd och fiske. Det varma kylvattnet har närmast lokal påverkan på det marina ekosystemet i Hästholmsfjärden. Kylvattnet i kombination med klimatförändringens värmande effekt i havsområdet gynnar förekomsten av sådana fiskarter som har anpassat sig till varmt vatten i influensområdet. Främmande arter som föredrar varmt vatten kan också dra nytta av situationen, och om dessa blir vanligare kan de påverka de lokala fiskarternas bestånd. Kraftverkets konsekvens för fiskets verksamhetsförutsättningar är oförändrad, men klimatförändringen kan i framtiden försämra möjligheterna till isfiske. Förekomsten av isfria vintrar förutspås öka i framtiden.

Vid fortsatt drift leder Lovisa kraftverk varmt kylvatten till Hästholmsfjärden öster om Hästholmen, vilket lokalt påverkar det marina ekosystemet och därigenom också fiskbeståndet vid kylvattenutloppet. Utifrån kylvattenmodelleringen (se kapitel 9.16) bedöms att temperatur- och skiktningförhållandena i stora drag kommer att förbli oförändrade jämfört med nuläget. Den värmande effekten är lokal och kan under den isfria perioden främst observeras nära ytan i närheten av utloppsplatsen i Hästholmsfjärden, men tidvis också i ytskiktet i den norra delen av Vådholmsfjärden.

På grund av klimatförändringen ökar sannolikheten för somrar som är varmare än genomsnittet, vilket också kommer att påverka miljön i Hästholmsfjärden. Enligt bedömningen av konsekvenserna för ytvattnet (se kapitel 9.16.4) påverkar i första hand utvecklingen av den diffusa belastningen den långsiktiga utvecklingen av vattenkvaliteten i Hästholmsfjärden. Jämfört med nuläget kan förändringen av vattenkvaliteten på lång sikt visa sig som en lätt ökning av näringshalterna och primärproduktionen. Enligt bedömningen skulle syresituationen i bottenvattnet förbli dålig. Å anda sidan skulle en eventuell minskning av den diffusa belastningen på lång sikt förbättra vattenkvaliteten och den marina miljös status. Syresituationen på botten är dock i allmänhet dålig också vid kylvattenintaget, liksom i hela östra Finska viken, vilket för sin del återspeglas generellt på bottenfaunan och fiskbestånden.

Det varma vattnet har i flera undersökningar konstaterats öka biomassan av fisk lokalt genom att förbättra reproduktionsframgången bland arter som gynnas av varmt vatten och genom att påskynda tillväxten (Balkuvienė & Pernaravičiūtė 1994, Hakala m.fl. 2003, Marttila m.fl. 2005, Keskinen m.fl. 2011). Fiskarter som leker på våren och sommaren, såsom abborre, gös och mörtfiskar, gynnas av den höjda vattentemperaturen. Även strömming har konstaterats dra nytta av det varmare vattnet och den lätta ökningen av näringshalten. I synnerhet juvenilstadier av fisk har konstaterats dra nytta av den höjda vattentemperaturen, vilket kan öka antalet stora årsklasser hos flera arter och vidare en större tillgång på föda för rovfiskar. Det finns emellertid skillnader i hur olika arter påverkas av den höjda vattentemperaturen. Vid en undersökning av havsområdet vid Forsmarks kärnkraftverk (Sandström 1990) observerades att abborrens tillväxt korrelerade positivt med temperaturen under de första åren, men sedan negativt under de följande åren då fisken uppnådde könsmognad. Temperaturens positiva effekt på abborrens tillväxthastighet observerades också

återvända vid sex års ålder. Arter som trivs i kallt vatten, såsom sik, öring, lax, lake och harr, lider mest av den höjda temperaturen (Marttila m.fl. 2005).

Klimatförändringen kommer enligt uppskattningar att höja havsvattnets temperatur (BACC II Author Team 2015), vilket vid kylvattenutloppet ytterligare gynnar fiskarter som har anpassat sig till varmt vatten. I synnerhet gös har i flera undersökningar observerats dra nytta av den höjda temperaturen (bl.a. Pekcan-Hekim m.fl. 2011, Lappalainen m.fl. 2005, Fontell m.fl. 2004). Gösen har observerats producera större årsklasser med snabbare växande individer i varmare vatten. Den snabba tillväxten och större storleken förbättrar ynglens möjligheter att överleva den första vintern. Detta kan ytterligare gynna gösens och mörtfiskarnas ställning i Hästholmsfjärden-Klobbfjärden. Vid provfisket med nät (Roikonen & Kangas 2021) observerades en större mängd små gösar i Hästholmsfjärden än på jämförelseområdet, vilket ger en indikation om att området är lämpligt för gös. Den inre fjärden kan således i framtiden producera fisk som sprids även till de omgivande havsområdena, eftersom en del arters yngel föredrar kallare vatten då de växer sig större och därför simmar ut från den inre fjärden.

Den höjda temperaturen kan också öka fiskarnas stress-nivå på grund av att parasiter och sjukdomar blir vanligare. Frekvensen av fisksjukdomar och parasiter har undersökts på influensområdet för kylvattnet från Forsmarks kärnkraftverk i Sverige, men där observerade ingen ökad frekvens av sjukdomar eller parasiter i det lokala fiskbeståndet (Sandström 1990). Den ökade fiskyngelproduktionen ansågs kompensera den negativa konsekvensen för fiskbestånden. Detta har inte undersökts i Lovisaområdet, men man kan göra bedömningen att situationen där liknar den i Forsmarksområdet, eftersom båda områdena ligger i Östersjön på nästan samma breddgrad.

En högre temperatur än i omgivningen gynnar sannolikt också spridningen av den främmande arten svartmunnad smörbult till området. Arten härstammar från Svarta havet och Kaspiska havet, varifrån den har spridits med fartygens barlastvatten till Östersjön (Vieraslajit.fi). I Finland finns observationer av svartmunnad smörbult i havsområdet mellan Uleåborg och Fredrikshamn, i synnerhet kring hamnarna (Naturresursinstitutet 2021). I provfisket med nät 2020 fångades svartmunnad smörbult i områdena väster om Hästholmen, men inte vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden. Svartmunnad smörbult kommer sannolikt att spridas även till Hästholmsfjärden, där havsvattnets temperatur är högre än i det omgivande havsområdet. Det är sannolikt att arten i framtiden skulle spridas till Hästholmsfjärden även utan kraftverkets värmande effekt, men i Hästholmsfjärden kan den få en konkurrensfördel jämfört med andra fiskarter på grund av dens högre optimala temperatur. Arten har konstaterats tåla höga temperaturer och dess optimala temperatur är

26 °C (Lee & Johnson 2005), och därför kan man anta att den skulle trivas väl i förhållandena i Hästholmsfjärden. I allmänhet tål svartmunnad smörbult temperaturer mellan -1 och 30 °C (Moskal'kova 1996), medan artens kritiska maximitemperatur är cirka 33 °C (Cross & Rawding 2009). Svartmunnad smörbult är en aggressiv konkurrent som har misstänkts påverka bland annat förekomsten av abborre, mört och flundra på sina nya utbredningsområden i Östersjön (Kornis m.fl. 2012).

Effekten av svartmunnad smörbult på fiskbestånden i Hästholmsfjärden-Klobbfjärden är emellertid svår att förutspå, eftersom den ekologiska växelverkan är komplicerad. Svartmunnad smörbult kan störa andra arters reproduktion genom att erövra livsmiljöer med sitt aggressiva beteende, men samtidigt kan den också fungera som viktig föda för rovfiskar, såsom gös och abborre, samt bland annat för skarv. Den marina miljöns mångfald kan påverkas negativt då inhemska smörbultsarter, såsom svart smörbult, eventuellt konkurreras ut av en främmande art.

Rovfiskar och skarv har observerats fokusera på att fånga svartmunnad smörbult i södra Östersjön (Kornis m.fl. 2012). Enligt provfisket finns det ett starkt abborrbestånd i omgivningen kring Hästholmen och abborre har konstaterats fånga svartmunnad smörbult (Kornis m.fl. 2012). Därför skulle abborre kunna ha en begränsande effekt på svartmunnad smörbult. Å andra sidan visar en undersökning från Åland (Herlevi m.fl. 2018) att svartmunnad smörbult konkurrerar med stora abborrar om samma bottendjursföda. Enligt provfisket är även gösbeståndet starkt i området Hästholmsfjärden-Klobbfjärden. Således kan även gös antas fånga svartmunnad smörbult som eventuellt blir vanligare på området. I en undersökning som utförts i Kielkanalen i Tyskland (Hempel m.fl. 2016) har det tydligt konstaterats att svartmunnad smörbult har blivit en viktig föda för gös. Göshanar beskyddar sina lekbon från andra rovfiskar (Hempel m.fl. 2016) och man kan anta att svartmunnad smörbult inte kan störa gösens reproduktion på området. Därför bedöms inte en eventuell spridning av svartmunnad smörbult påverka beståndet av gös, som är viktig med tanke på fisket, negativt. Däremot förbättras eventuellt gösbeståndets tillgång på föda. I så fall kunde gösens andel av fiskefångsten i området till och med förbättras.

Helt isfria vintrar anses bli vanligare som en följd av klimatförändringen. Detta i kombination med kylvattnets lokala värmande effekt kan leda till att dåliga isvintrar blir vanligare i Hästholmsfjärden, vilket i sin tur ytterligare kan försämma förutsättningarna för isfiske i havsområdet kring kraftverket. Det försämrade isläget kan till exempel göra det svårare för fiskarna att ta sig till sina fiskeredskap samt försvåra valet av fiskeplats, vilket försämrar möjligheterna att använda fasta fiskeredskap.

Vid fortsatt drift är kylvattnets konsekvenser för det närliggande havsområdet och därigenom för fiskbeståndet

och fisket oförändrade jämfört med nuläget, men fortsätter i cirka 20 år till. Klimatförändringen kan för sin del förstärka konsekvenserna av värmebelastningen i influensområdet något. Om svartmunnad smörbult eventuellt sprider sig till Hästholmsfjärden-Klobbfjärden och blir mycket vanligare, kan detta förändra fiskbeståndets sammansättning i området. Med beaktande av dessa faktorer bedöms förändringens omfattning för fiskbeståndet i influensområdet vara *måttlig negativ*. Den fortsatta värmebelastningen parallellt med klimatförändringens värmande effekt på havsvattnet bedöms emellertid inte medföra *någon negativ konsekvens som är större än liten* för utövandets av fiske. Fortsatt drift av kraftverket bedöms inte medföra någon negativ konsekvens för gös som är en viktig målart för fisket i området.

9.17.5 Miljökonsekvenserna vid en avveckling

Uppkomsten av konsekvenser
Vid en avveckling minskar konsekvensen av det varma kylvattnet från kraftverket och upphör slutligen. Fiskbeståndets sammansättning och fiskemöjligheterna återgår så småningom till samma nivå som i det omgivande havsområdet när kylvattnets värmande effekt upphör. Om vattentäkten i Lappomträsket upphör kan detta innebära att även regleringen upphör i framtiden och att dammkonstruktionen i sjöutloppet ersätts med en bottendamm som möjliggör fiskvandring. Om syresättningen av sjön upphör kan detta emellertid exponera fiskbeståndet för de negativa konsekvenserna av den försämrade syresituationen.

När avvecklingen inleds och mängden kylvatten som släpps ut minskar till en bråkdel, börjar ekosystemet i Hästholmsfjärden långsamt att återhämta sig till det läge som råder i de omgivande inre fjärdarna i Finska vikens kustområde som inte utsätts för värmebelastning. Det starka gösbeståndet i det varma vattnets influensområde kommer sannolikt att gå tillbaka jämfört med nuläget. Klimatförändringen kan emellertid leda till att fiskarter som föredrar varmare vatten blir vanligare på lång sikt, vilket samtidigt gynnar förekomsten av gös.

I detta alternativ bedöms inte svartmunnad smörbult ha någon större konkurrensfördel än i resten av Finska viken jämfört med andra arter, eftersom havsvattentemperaturen i Hästholmsfjärden inte längre avviker från temperaturen i resten av kustområdet. Klimatförändringen gynnar emellertid generellt också spridningen av svartmunnad smörbult då havsvattnet blir varmare, och det är sannolikt att arten även i detta fall i något skede kommer att spridas även till Hästholmsfjärden. Med tanke på fiskbeståndets mångfald i området är det emellertid positivt om svartmunnad smörbult inte lyckas föröka sig mer på projektets influensområde

än i det övriga kustområdet och på så sätt förändra det naturliga fiskbeståndets sammansättning. Konsekvensen för fiskbeståndet begränsas till området Hästholmsfjärden-Klobbfjärden.

Isläget återhämtar sig till det som är normalt för området och förutsättningarna för isfiske påverkas inte längre av sådana lokala konsekvenser som då värmebelastningen från kraftverket försvagade isen. Vad gäller isfisket förbättras isläget lokalt i Hästholmsfjärden och de norra delarna av Vådholmsfjärden.

Storleken på konsekvensen för fiskbeståndet vid en avveckling bedöms vara måttlig positiv. Fiskbeståndet i influensområdet kan återhämta sig till det naturliga tillstånd som råder i det omgivande kustområdet. Vid en avveckling bedöms konsekvensen för fisket vara liten positiv, eftersom förutsättningarna för isfiske förbättras.

Om regleringen i Lappomträsket upphör skulle det vara möjligt att ersätta dammkonstruktionen i sjöutloppet med en bottendamm som möjliggör fiskvandring. Förändringen skulle öppna en vandringsförbindelse för fiskarna mellan sjön och Lappomviken. Tack vare förbindelsen skulle bland annat gäddor från havsområdet kunna vandra upp ända till Lappomträsket för att leka. Å andra sidan är det inte säkert hur syresituationen i sjön utvecklas om regleringen upphör och syresättningsanläggningen avlägsnas, och därför är det svårt att bedöma hur stor den positiva effekten är för fiskbeståndet. Det är positivt om fiskarnas vandringsförbindelse återställs, men om syresituationen i sjön samtidigt försämraras, skulle även levnadsförhållandena för fiskbeståndet i sjön försämrars.

9.17.6 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Mottagning, behandling, mellanlagring eller slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland påverkar inte fiskbeståndet i havsområdet kring kraftverket eller fisket som bedrivs på området.

9.17.7 Konsekvensernas betydelse

I tabell 9-61 bedöms konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfattning (se kapitel 9.1.4).

9.17.8 Lindring av negativa konsekvenser

Lindringen av konsekvenserna för ytvattnet presenteras i kapitel 9.16.8.

Fortum kompenserar kylvattnets konsekvenser för fiskeri-näringen i området genom att betala en årlig fiskerihushållningsavgift. Medlen från Fortums fiskerihushållningsavgift används för att plantera ut fisk i Nylands havsområde för att stärka fiskbestånden samt för att öka rekreationsvärdet i havsområdet genom att förbättra fiskemöjligheterna. Fortum planterar också årligen ut gäddyngel i Lappomträsket i enlighet med villkoren i tillståndet för vattentäkten.

9.17.9 Osäkerhetsfaktorer

Bedömningen är förenad med osäkerhet på grund av osäkerheten kring klimatförändringens konsekvenser. Havsvattentemperaturen på projektområdet bedöms stiga på grund av klimatförändringen, men det är osäkert med hur mycket. De uppgifter om fisket i området som har använts för konsekvensbedömningen har samlats in som en tidsserie över flera decennier och anses inte innehålla osäkerhet. Undersökningen av fiskbeståndets lekplatser grundar sig på material från 2020 och den är förenad med osäkerhet eftersom den årliga variationen inte framträder i materialet som bara gäller ett år. Bilden av fiskbeståndets sammansättning som grundar sig på material från provfiske med nät under endast ett år är också förenad med osäkerhet, eftersom den årliga variationen inte framträder i materialet. Även konsekvenserna för ekosystemet på grund av spridningen av svartmunnad smörbult är förenade med osäkerhet, eftersom den komplicerade växelverkan mellan arterna är mycket svår att förutspå i ett tidsperspektiv på flera decennier.

Tabell 9-61. Konsekvensernas betydelse: fiskbestånd och fiske.

Konsekvensernas betydelse: fiskbestånd och fiske			
Verksamhetsfas	Känslighet	Omfattning	Betydelse
Fortsatt drift	Måttlig	Måttlig negativ (fiskbestånd)	Konsekvensernas betydelse är måttlig negativ, eftersom det på grund av kylvattnets och klimatförändringens värmande effekt på havsvattnet går bäst för de fiskarter som föredrar varmt vatten bland fiskbeståndet i influensområdet, såsom gös och flera mörtfiskar, och eftersom kylvattnets konsekvenser för havsområdet och därigenom för fiskbeståndet är oförändrade i cirka 20 år till. Därtill kan den lokala värmande effekten ge den invasiva främmande arten svartmunnad smörbult en konkurrensfördel och den kan bli rikligare i Klobbfjärdens vattenförekomst.
		Liten negativ (fiske)	Konsekvensernas betydelse är liten negativ, eftersom fiskemöjligheterna vintertid är oförändrade eller kan försämras något i havsområdet kring kraftverket på grund av samverkan mellan kylvattnets värmande effekt och klimatförändringen. Gösen som är en viktig målart för fisket bedöms inte påverkas negativt.
Avveckling	Måttlig	Måttlig positiv (fiskbestånd)	Konsekvensernas betydelse är måttlig positiv, eftersom konsekvensen av kylvattnets värmebelastning för fiskbeståndet i området upphör och influensområdet så småningom återgår till samma tillstånd som råder i det omgivande kustområdet. Varmare vatten än i det omgivande havsområdet erbjuder inte längre en konkurrensfördel för eventuella främmande arter.
		Liten positiv (fiske)	Konsekvensernas betydelse är liten positiv, eftersom fiskemöjligheterna vintertid blir bättre igen när isförhållandena normaliseras, även om klimatförändringen bidrar till att försämma fiskemöjligheterna i framtiden.
Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland	Måttlig	Ingen förändring (fiskbestånd och fiske)	Inga konsekvenser, eftersom verksamheten inte påverkar havsområdet.

9.18 VÄXTLIGHET, DJURLIV OCH SKYDDSOMRÅDEN

9.18.1 De viktigaste resultaten av bedömningen

Vid fortsatt drift upprätthåller kraftverkets kylvatten Hästholmsfjärdens betydelse som ett övervintringsområde för sjöfåglar som är viktigt på landskapsnivå. Den värmande effekten som pågår cirka 20 år längre bidrar till att fördröja uppnåendet av god status i vattenförekomsten, vilket kan inverka negativt på antalet par av en del skärgårdsfåglar på grund av förändringarna i områdets näringskedja. Den fortsatta driften bedöms som helhet medföra en liten positiv konsekvens för fågelbeståndet och uttern. Den fortsatta driften medför inga betydande konsekvenser för naturskyddsområden. Vid fortsatt drift är kraftverkets konsekvenser för växtligheten och djurlivet på land liknande som i nuläget.

Vid en avveckling bedöms konsekvensen för växtligheten, djurlivet och naturens mångfald som helhet vara liten negativ, vilket beror på att ett övervintringsområde för sjöfåglar som är viktigt på landskapsnivå försvinner. Detta bedöms dock inte ha någon betydande effekt på fågelpopulationen i fråga. Avvecklingen medför inga konsekvenser för naturskyddsområden. Om avvecklingen genomförs enligt brownfieldprincipen, lämnas byggnader och annan infrastruktur kvar på området, vilket innebär att växtligheten inte ökar i någon betydande grad. Om avvecklingen genomförs enligt greenfieldprincipen, ökar den vegetationsklädda ytan på kraftverksområdet tack vare landskapsarbeten, vilket lokat ökar naturens mångfald.

Radioaktivt avfall som uppstår på andra håll i Finland medför inga konsekvenser för växtligheten, djurlivet eller naturskyddsområdena.

9.18.2 Bakgrundsinformation och bedömningsmetoder

Vid bedömningen av konsekvenserna för växtligheten, djurlivet och skyddsområdena har man bland annat utnyttjat resultaten av bedömningen av buller-, damm- och trafikkonsekvenserna samt konsekvenserna för ytvatten, inklusive resultaten av kylvattenmodelleringen (Lahti 2021).

Konsekvensbedömningen grundar sig också på en fågelutredning som har gjorts på området (Metsänen 2021) och som omfattar en utredning av det häckande fågelbeståndet i omgivningen kring Lovisa kärnkraftverk, taxeringsresultat som samlats in under fågelflytten samt observationer av områdets fåglar vintertid. Fältarbetet på området utfördes under ett helt år (december 2019–december 2020). Utöver det egentliga utredningsområdet (kraftverksområdet–Hästholmsfjärden) utfördes på samma gång också jämförande taxeringar från havsområdet väster om kraftverket (Hudöfjärden) och Lovisaviken utanför staden. Förutom denna inventering utnyttjades också annat befintligt material i fågelutredningen.

Vid konsekvensbedömningen utnyttjades dessutom mate-

rial från offentliga källor, varav de viktigaste är miljöförvaltningens och Finlands miljöcentrals databaser samt BirdLifes uppgifter om viktiga fågelområden (FINIBA- och IBA-områden) samt andra utredningar om viktiga fågelområden på landskapsnivå.

Bedömningen gjordes i form av ett expertutlåtande och i samband med det bedömdes de sannolika konsekvenserna av varje identifierad konsekvenstyp för växtligheten, djurlivet och skyddsområdena på influensområdet. Vid bedömningen av konsekvenserna för naturmiljön har man också utnyttjat kunskap som samlats in med hjälp av andra bedömningar och vetenskapliga undersökningar om de sannolika konsekvenserna av varje konsekvenstyp (t.ex. buller och damm) för de förekomster och arter som ska bedömas.

Vad gäller konsekvenserna för objekt som hör till Natura 2000-nätverket har man bedömt om betydande konsekvenser kan riktas mot de naturvärden som ligger till grund för skyddandet av de närmaste Naturaområdena. I fråga om andra naturskyddsområden och naturskyddsprogram har man bedömt om objektens skyddsmål påverkas i betydande grad.

Vattenvegetationen, bottenfaunan och växtplankton samt konsekvenserna för dessa behandlas i kapitel 9.18. Konsekvenserna för fiskbeståndet behandlas i kapitel 9.17.

Utsläppen av radioaktiva ämnen och deras konsekvenser behandlas i kapitel 9.8.

9.18.3 Nuläge

9.18.3.1 Allmän beskrivning av naturtyperna och växtligheten

Växtgeografiskt tillhör Lovisaregionen den södra boreala zonen och dess sydvästliga del, dvs. sippbältet, som har det gynnsammaste klimatet och den rikaste floran inom zonen. Området skiljer sig från övriga södra Finland i synnerhet genom den lundartade växtligheten. Bland krävande lundväxter som förekommer i området finns bland annat blå-, gul- och vitsippor, lungört, svalört, buskstjärnblomma, nunneört, skogssallat, gullpudra och backskafting. Även ask, hassel och vresalm har brett ut sig i Lovisaområdet.

Hästholmens areal är cirka 75 hektar, varav cirka hälften är bebyggd för kraftverksfunktioner. Från Hästholmen går ett smalt näs till den mindre Tallholmen. Därtill är de små öarna Hässjeholmen och Tallören nästan förbundna med Hästholmen genom landtungor och mycket grunda vattenområden och stenrev. Hästholmen och Tallholmen är talldominerade öar, på vilka det finns några glesbeskogade eller trädfria klippor och mycket stenig mark. På det smala näset mellan Hästholmen och Tallholmen finns en klibbalslund med typiska trädslag. Öarna har främst steniga stränder och det finns knappt några större områden med vass eller andra strandängar. Det är endast i det grunda vattnet mellan Hässjeholmen och Hästholmen och på näset till Tallholmen som det förekommer en liten vassvegetation. Vattenväxterna granskas mer ingående i kapitel 9.16.3.7.

9.18.3.2 Djurliv på land

Faunan i Lovisa stad består främst av vanliga arter som har anpassat sig till ekonomiskogen, såsom rävar, fältharar och hjortdjur. Bland stora rovdjur är det bara lodjur som är vanliga förekommande i Lovisa-regionen (Naturresursinstitutet 2019a).

I samband med fågelutredningen (Metsänen 2021) observerades skogshare, räv och rådjur på Hästholmen 2020. Älgstammen är relativt stark i närheten av kraftverksområdet och söder om Lovisa centrum kring den landsväg som leder till området.

Vid fågelutredningen (Metsänen 2021) som gjordes i samband med konsekvensbedömningen observerades två uttrar vid kraftverkets kylvattenintag. Det finns inga äldre uppgifter tillgängliga om artens förekomst på området, men havsområdet som är isfritt under vintern kan möjliggöra att arten övervintrar och förökar sig på området. Utter nämns i bilaga 4 a till habitatdirektivet och dess föröknings- och rastplatser är således fredade enligt naturvårdslagen.

Det finns inga tillgängliga uppgifter om andra förekomster på kraftverksområdet av de arter som finns upptagna i bilaga 4 a till habitatdirektivet (bland annat flygekorror och fladdermöss). Förekomsten av fladdermöss och flygekorror kartlades i samband med planläggningen för delgeneralplanen för norra Lovisa och Tessjö år 2005. Den enda förökningsplatsen för mustaschfladdermus och brunlångöra som observerades på planläggningsområdet finns cirka 10 km från Hästholmen. På Hästholmen och udden intill den finns inga livsmiljöer som föredras av flygekorre och det finns inga kända föröknings- eller rastplatser för flygekorre i närheten av kraftverket. (Fortum Power and Heat Oy 2008) Under flyttningen på våren och hösten påträffas flyttande/vandrande fladdermöss i praktiken överallt i kustregionen, och därför är det sannolikt att fladdermusarter kan förekomma också i närheten av Hästholmen.

9.18.3.3 Marina däggdjur

I Lovisaviken har man enligt fiskeenkäterna observerat sälar. I Finska viken påträffas både gråsäl och östersjövikare. Gråsälen är betydligt vanligare i östra Finska viken än östersjövikaren. Enligt Naturresursinstitutets räkningar av gråsäl fanns det 685 individer i den finska delen av Finska viken 2019 (Naturresursinstitutet 2019b). Beståndet av östersjövikare i Finska viken (det sammanlagda beståndet i Finland och Ryssland) uppskattas till mindre än 200 individer (Jord- och skogsbruksministeriet 2018), och därför gäller sälobservationerna i Lovisa-regionen troligen gråsäl. I samband med fågelutredningen (Metsänen 2021) gjordes observationer av gråsäl i Hästholmsfjärden 2020.

9.18.3.4 Betydelsefulla marina undervattensmiljöer

Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA) har definierats som en del av Programmet för inventeringen av den marina undervattensmiljön VELMU. Inga betydelsefulla objekt finns i kraftverkets närområde eller i influensområdet för konsekvenserna för vattendragen (SYKE 2020). De närmaste EMMA-objekten är Lovisavikens innersta del (cirka 8 km nordväst om kraftverket), med anledning av

dess värdefulla fiskbestånd, och Vahterpää flada (cirka 8 km östsydost om kraftverket).

9.18.3.5 Fågelfauna

Fågelfaunan i Lovisaområdet är arter som typiskt förekommer i skogsområden i den södra kustregionen. Det finns många landfågelarter i Lovisa, men endast få sällsynta fåglar. Sjöfågelfaunans art- och individantal är stort i Hästholmsfjärden, i synnerhet vintertid och under flyttperioderna på våren och hösten. Framför allt det rikliga vinterfågelbeståndet i Hästholmsfjärden har sin förklaring i kylvattnets värmande effekt, och Hästholmsfjärden har klassificerats som ett viktigt fågelområde på landskapsnivå, åtminstone delvis till följd av kraftverkets värmande effekt.

På kraftverksområdet och i dess omedelbara närhet finns inga internationellt viktiga fågelområden (IBA-områden) eller nationellt viktiga fågelområden (FINIBA-områden). Havsområdet öster om kraftverket, Hästholmsfjärden, har klassificerats som ett viktigt fågelområde på landskapsnivå (MAA-LI-område) tack vare det mångsidiga sjöfågelbeståndet som övervintrar på området. I kylvattnets influensområde finns ett isfritt område under vintern, vilket gör det möjligt för sjöfåglar att övervintra i området. I området övervintrar bland annat gräsand, knipa, vigg och storskrake i riklig mängd (Leivo & Lehtiniemi 2019). Häckningsområdena för de fågelindivider som övervintrar i området finns främst utanför Hästholmsfjärden och delvis kan det till och med handla om fåglar som häckar utanför Finlands gränser, eftersom sjöfåglarna som övervintrar i Östersjön är en del av en större population, vars övervintringsområden varierar stort beroende på isläget under vintern. Det närmaste nationellt viktiga fågelområdet är ett delområde som hör till FINIBA-området Östra Finska vikens skärgård på över två kilometers avstånd mot sydväst (bild 9-65).

Fågelinventeringen i anslutning till MKB-förfarandet genomfördes under ett års tid med början i december 2019. Influensområdet för det varma kylvattnet från kraftverket kan tolkas ha en positiv effekt som lockar fåglar vintertid och delvis också i större utsträckning på våren och hösten. (Metsänen 2021)

På vintern 2019–2020 observerades knipa, storskrake och vigg i riklig mängd. Även antalet övervintrande havsörnar kan anses vara betydande, åtminstone på landskapsnivå. På våren 2020 samlades rikligt med storlom och skarv i Hästholmsfjärden. En samling med cirka 50 storlommar i slutet av april kan anses vara betydande på landskapsnivå. Den rikliga förekomsten av storlom beror troligen på att fjärden erbjuder en skyddad födorik rastplats vid sidan av flyttstråket. Det största skarvantalet närmade sig 500 individer, vilket är betydligt fler än på jämförelseområdena Hudöfjärden och Lovisaviken under samma tid. Skarvarna samlades främst intill kylvattenutloppet och på den lilla ön Flitun i Hästholmsfjärden. (Metsänen 2021)

På hösten 2020 räknades som mest 75 snatteränder, vilket kan anses vara en betydande samling på landskapsnivå. I Hudöfjärden väster om kraftverket samlades på hösten 2020 rikligt med skäggdoppingar, som mest 179 individer. (Metsänen 2021)

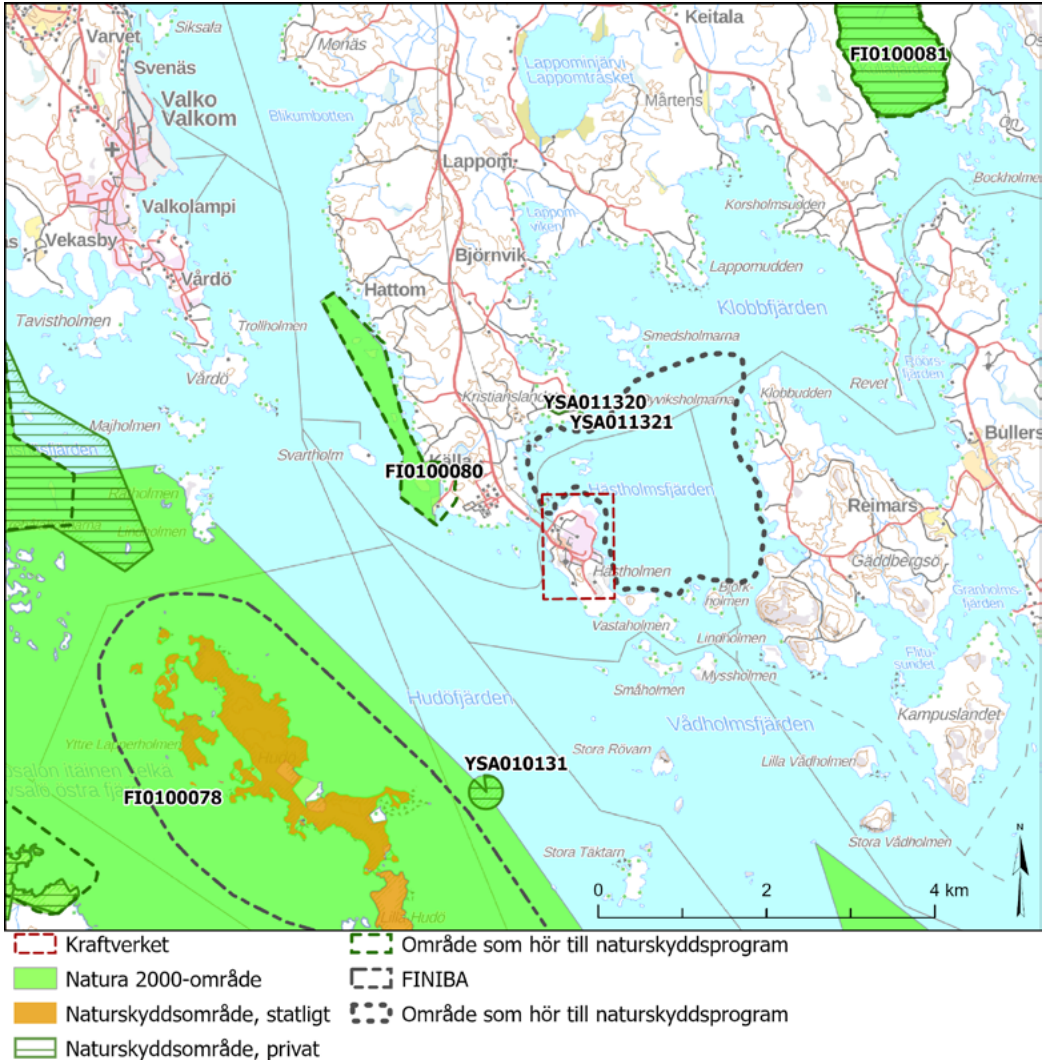


Bild 9-65. Naturskyddsområden, objekt som ingår i naturskyddsprogram, objekt som hör till Natura 2000-nätverket samt ett nationellt viktigt fågelområde (FINIBA) i närheten av kraftverket.

Häckningsbeståndet i Hästholmsfjärden består av arter som är typiska för den inre skärgården och avsaknaden av egentliga fågelskär märks på det ringa antalet av både samhällsarter (t.ex. fisktärna och skrattnås) och arter som gärna häckar i skydd av dem (t.ex. vigg och skedand). Bland de betydande häckande arter som påträffades i Hästholmsfjärden i inventeringen 2020 fanns den starkt hotade vigg. Ett viggbo hittades på ön Flitun. På samma ö häckade också havstrut som klassificerats som sårbar (VU) i den senaste hotklassificeringen och gråtrut som likaså klassificerats som sårbar (VU). Bland de anmärkningsvärda arter som observerades i samband med inventeringen sommaren 2020 vid kraftverket och i dess närmaste omgivning fanns svart rösttjurt (nära hotad, NT). Därtill häckade uppenbart ladusvalor (sårbar) och hussvalor (starkt hotad, EN) i kraftverkets konstruktioner. Tidigt på våren spelade trädlärka söder om kraftverket. Arten är en ganska fåtalig häckande art i Finland, men har ändå klassificerats som livskraftig.

9.18.3.6 Naturskydd

Det närmaste objektet som hör till Natura 2000-nätverket är området Kallaudden–Virstholmen (områdeskod FI0100080) som finns som närmast cirka 1,3 km nordväst om kraftverksområdet (bild 9-65). Området har skyddats med stöd av habitatdirektivet (SAC-område). Det näst närmaste objektet som hör till Natura 2000-nätverket är det väldigt stora Pernåvikens, Lillpernåvikens och Pernå skärgårds marina skyddsområde (FI0100078), som finns som närmast cirka 2,3 km sydväst om kraftverksområdet och har skyddats med stöd av både habitat- och fågeldirektivet (SAC- och SPA-område). I Naturaområdet Pernåvikens, Lillpernåvikens och Pernå skärgårds marina skyddsområde ingår också en liten kobbe närmare kraftverksområdet, Kuggen, som har skyddats som ett fågelskyddsområde (YSA010131). Kullafjärden, en fågelrik vik (FI0100081) finns cirka 7 km nordost om kraftverket.

Tabell 9-62. Konsekvensobjektets känslighet: växtlighet, djurliv och skyddsområden.

Konsekvensobjektets känslighet: växtlighet, djurliv och skyddsområden	
Vad gäller växtlighet, djurliv och naturskyddsområden påverkas objektets känslighet av förekomsten av betydelsefulla arter, viktiga fågelområden eller andra klassificerade naturobjekt på området samt naturskyddsområden, naturskyddsprogram och objekt som hör till Natura 2000-nätverket och som finns på området.	
Måttlig	På kraftverksområdet eller i dess närhet finns inga naturskyddsområden eller objekt som hör till Natura 2000-nätverket. På kraftverksområdet finns inga betydelsefulla naturtypsobjekt, men hotade eller skyddade djurarter har påträffats på området. Hästholmsfjärden som ligger i influensområdet för kraftverkets konsekvenser för vattendragen har klassificerats som ett viktigt fågelområde på landskapsnivå.

De närmaste naturskyddsområdena finns 0,8–1 km norr om kraftverksområdet och är de privata naturskyddsområdena Björnvikens strand (YSA011320) och Bastuängens sparskog (YSA011321) (bild 9-65). Arealen på naturskyddsområdet Björnvikens strand är bara cirka 0,2 hektar, medan Bastuäng-ens sparskog är cirka 4 hektar.

I tabell 9-62 presenteras konsekvensobjektets känslighet och faktorer som är avgörande för känsligheten (se kapitel 9.1.4).

9.18.4 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift

Uppkomsten av konsekvenser

Den mest betydande miljökonsekvensen för växtligheten och djurlivet på grund av Lovisa kraftverk är kylvattnets värmande effekt i havsområdet vid kylvattenutloppet. Vid fortsatt drift är kraftverkets konsekvenser för växtligheten och djurlivet liknande som i nuläget.

Konsekvenserna av värmebelastningen fortsätter under längre tid eftersom drifttiden förlängs, vilket upprätthåller Hästholmsfjärdens betydelse som ett viktigt övervintrings-område för sjöfåglar. Kylvattnets fortsatta värmande effekt bidrar till sådana förändringar i ekosystemet som gynnar den rikliga förekomsten av mörtfiskar i Hästholmsfjärden. Detta gynnar troligen de fiskätande sjöfågelarter som i nuläget förekommer i riklig mängd på området (bl.a. skäggdopping, storskrake och skarv). Under kalla vintrar håller kylvattnet också området isfritt, vilket gör att uttern kan fiska intill iskanten.

SYKE övervakar Östersjöns tillstånd med hjälp av flera olika indikatorer, varav en är utvecklingen av antalet par av

fåglar i Östersjön. Bland de 29 fågelarter som övervakas har 14 haft en sjunkande och lika många en ökande trend (SYKE 2018). Exempel på sjöfåglar som enligt indikatorn gått tillbaka under de senaste decennierna (sedan 1980-talet) och som häckar i havsområdet i Lovisa är bland annat vigg, svär-ta, ejder och tobisgrissla. Orsakerna till tillbakagången för flera av de ovan nämnda arterna är förändringar i arternas näringskedjor och andra indirekta förändringar som beror på Östersjöns kemiska status. Därför avspeglar fågelbe-ståndens tillstånd också i ett större perspektiv Östersjöns tillstånd med tanke på naturens mångfald.

Man kan inte helt utesluta den ringa försämring av vatten-kvaliteten vid kylvattenutloppet som beror på kraftverkets värmebelastning (se kapitel 9.16.4.2). En eventuell ringa förändring av vattenkvaliteten vid fortsatt drift bedöms inte ha en märkbar inverkan på den marina miljöns mång-fald (växtplankton, vattenvegetation, bottenfauna) jämfört med nuläget. I fråga om konsekvensen för fiskbeståndet har bedömts att en eventuell spridning av svartmunnad smörbult till kylvattenutloppet kan medföra negativa konsekvenser för mångfalden, eftersom inhemska smörbultsarter, såsom svart smörbult, eventuellt konkurreras ut av en främmande art (se kapitel 9.17.4). En eventuell ringa försämring av vattenkvalite-ten kan inverka negativt på antalet par av en del skärgårds-fåglar i Hästholmsfjärden.

Den fortsatta värmebelastningen kan medföra både posi-tiva och negativa konsekvenser för en del arter. Till exempel antalet viggas som övervintrar i områdena kring kraftverket är fler än vanligt eftersom området är isfritt vintertid. Å andra si-dan kan beståndet av mörtfiskar minska mängden bottendjur som vigten använder som föda (Finlands viltcentral 2019).

Utan kylvattnets värmande effekt skulle det åtminstone inte finnas något isfritt område som möjliggör att uttern

Tabell 9-63. Naturtyper som utgör skyddsgrund för Naturaområdet Källaudden–Virstholmen (FI0100080), deras sam-band med konsekvenserna för vattendragen och konsekvensens sannolikhet/betydelse.

Naturtypens kod och namn	Eventuell konsekvens för vattendrag
1150 Flador, glon och lagunartade vikar	Konsekvensen av värmebelastningen på området är i nuläget obetydlig och de indirekta konsekvenserna bedöms vara obetydliga .
1210 Annuell vegetation på driftvallar	Påverkan på vegetationen på driftvallar skulle förutsätta mycket kraftig eutrofiering och ökad vegetation med luftskott på grund av eutrofieringen. Naturtypen utsätts inte för konsekvenser .
1610 Rullstensåsöar i Östersjön med littoral och sublittoral vegetation	Konsekvensen av värmebelastningen på området är i nuläget obetydlig och de indirekta konsekvenserna bedöms vara obetydliga .
1640 Boreala sandstränder med perenn vegetation i Östersjön	Påverkan på vegetationen på sandstränder skulle förutsätta mycket kraftig eutrofiering och ökad vegetation med luftskott på grund av eutrofieringen. Naturtypen utsätts inte för konsekvenser .
9080 Lövsumpskogar av fennoskandisk typ	Havsområdets tillstånd påverkar inte naturtypen. Naturtypen utsätts inte för konsekvenser .

övervintrar på området under kalla vintrar. Det väsentligaste i fråga om utter och sälar (främst gråsäl som förekommer på området) är konsekvenserna för områdets fiskbestånd vid fortsatt drift. Enligt bedömningen av konsekvenserna för fiskbeståndet gynnar det varma vattnet vid kylvattenutlop-pet fiskarter som har anpassat sig till varmt vatten, såsom gös. Även strömming har konstaterats dra nytta av det var-mare vattnet och den lätta ökningen av näringshalten. Detta bedöms i nuläget gynna populationerna av utter och sälar i Hästholmsfjärden.

Klimatförändringen kommer enligt uppskattningar att höja havsvattnets temperatur (BACC II Author Team 2015), vilket vid kylvattenutloppet ytterligare gynnar fiskarter som har anpassat sig till varmt vatten. I synnerhet gös har i flera undersökningar observerats dra nytta av den höjda tempe-raturen.

Den fortsatta driften bedöms som helhet medföra en liten positiv konsekvens för fågelbeståndet och uttern.

Fortsatt drift medför inga konsekvenser för växtligheten eller djurlivet på land. Djurlivet i kraftverkets influensområ-de kan bedömas ha vant sig vid störningar från människan

(buller, människors rörelser och arbetsmaskiner). Den fort-satta driften förutsätter inte heller att nya områden röjs för bebyggelse.

Den mest betydande miljökonsekvensen vid fortsatt drift är värmebelastningen i Hästholmsfjärden och de indirek-ta konsekvenserna som värmebelastningen medför för havsområdets ekologiska status. Det närmaste objektet som hör till Natura 2000-nätverket, och vars skyddsgrund är naturtyper som är beroende av vattenekologin, är området Källaudden–Virstholmen (områdeskod FI0100080) cirka 1,3 km nordväst om kraftverksområdet i Hudöfjärden (tabell 9-63). Enligt kylvattenmodelleringen (Lahti 2021) och be-dömningen av konsekvenserna för vattendragen (se kapitel 9.16) är den värmande effekten vid kylvattenintaget mycket liten för Naturaområdet Källaudden–Virstholmen under den isfria perioden, i praktiken obetydlig. Därför utsätts inte Naturaområdet för några försämrande konsekvenser. Under perioden med istäcke sträcker sig inte den värmande effekten till Naturaområdet Källaudden–Virstholmen. Därför görs bedömningen att Naturaområdet inte utsätts för några försämrande konsekvenser.

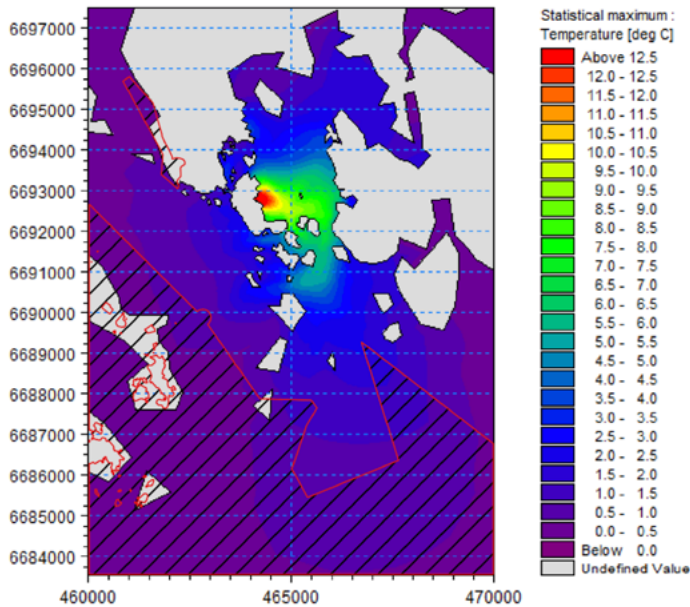


Bild 9-66. Maximal skillnad i yttemperaturen enligt modelleringen (kraftverket i drift – kraftverket avvecklat) under den isfria perioden. Området som har avgränsats med en röd linje är ett Naturaområde (Lahti 2021).

Man bedömer inte heller att några Natura 2000-objekt som ligger längre bort utsätts för några försämrande konsekvenser. Enligt kylvattenmodelleringen och bedömningen av konsekvenserna för vattendragen är den värmande effekten obetydlig på området (bild 9-66). På bilden från modelleringen (Lahti 2021) kan man se att den värmande effekten på Naturaområdet även vid maximala temperaturskillnader är liten, i huvudsak 0–1 °C. Som störst kan effekten vara 1,5–2,0 °C vid den skarpa spetsen av Naturaområdet som sträcker sig till Vådholmsfjärden. De maximala temperaturskillnaderna är emellertid kortvariga och vid genomsnittliga förhållanden sträcker sig den värmande effekten som driften av kraftverket medför i praktiken inte över huvud taget till Naturaområdet under den isfria perioden.

Skyddsgrunderna för Pernåvikens, Lillpernåvikens och Pernå skärgårds marina skyddsområde är många olika vattennaturtyper och sjöfåglar (tabell 9-64), men inte de arter som samlas i större antal vid det isfria området intill kraftverket för att övervintra. Således medför den ringa positiva effekten på fågelbeståndet inga indirekta konsekvenser för skyddsgrunderna för Pernåvikens, Lillpernåvikens och Pernå skärgårds marina skyddsområde.

Kraftverkets övriga verksamhet (buller, damm) eller trafik medför inga konsekvenser för naturskyddsområden.

9.18.5 Miljökonsekvenserna vid en avveckling

Uppkomsten av konsekvenser

Vid en avveckling upphör konsekvensen av det varma kylvattnet från kraftverket. Lokala konsekvenser av avvecklingen för växtligheten och djurlivet uppstår främst av rivningsåtgärder och transporter samt eventuell mellanlagring av schaktmassor. Åtgärderna gäller till största delen områden som redan är bebyggda.

Vid en avveckling upphör kylvattnets värmande effekt och förekomsten av vinterfåglar minskar i Hästholmsfjärden. På grund av förändringen kan Hästholmsfjärden sannolikt inte längre klassificeras som ett viktigt fågelområde på landskapsnivå. När värmebelastningen minskar vid kylvattenutloppet bedöms statusen förbättras i Klobbfjärdens vattenförekomst. Generellt bedöms förändringen medföra en lokal positiv effekt på skärgårdsfåglarnas levnadsförhållanden samt på den marina miljös mångfald, eftersom värmebelastningen som försämrar områdets naturliga tillstånd upphör. Vid en granskning av enbart konsekvenserna för fågelbeståndet och i synnerhet konsekvensens betydelse för viktiga fågelområden, är effekten av avvecklingen negativ.

Utterns övervintringsmöjligheter i området försämras om det isfria området försvinner vintertid, men om havsområdets tillstånd förbättras bedöms detta vara en motsvarande stor positiv förändring. Konsekvensen för uttern bedöms alltså vara neutral.

Tabell 9-64. Naturtyper som utgör skyddsgrund för Naturaområdet Pernåvikens, Lillpernåvikens och Pernå skärgårds marina skyddsområde (FI0100078), deras samband med konsekvenserna för vattendragen och konsekvensens sannolikhet/betydelse. I slutet av tabellen finns de fågelarter och de djurarter i bilaga 2 till habitatdirektivet som angetts som skyddsgrund.

Naturtypens kod och namn	Eventuell konsekvens för vattendrag
1110 Sublittoral sandbankar 1150 Flador, glon och lagunartade vikar 1160 Stora grunda vikar och sund 1170 Grund och klippstränder/klippbotten med algbälten 1610 Rullstensåsöar i Östersjön med littoral och sublittoral vegetation 1620 Boreala skär och småöar i Östersjön 1650 Smala vikar i boreal Östersjökust	I nuläget utsätts bara en mycket liten yta av Naturaområdet för värmebelastning och även på detta område är konsekvensen mycket liten. De indirekta konsekvenserna bedöms vara obetydliga .
1130 Estuarier	Naturtypen estuarier är i huvudsak beroende av inverkan av sött vatten som kommer från åar och älvar. Naturtypen förekommer långt från projektområdet. Naturtypen utsätts inte för konsekvenser .
1210 Annuell vegetation på driftvallar 1220 Perenn vegetation på steniga stränder 1640 Boreala sandstränder med perenn vegetation i Östersjön	Påverkan på strandvegetationen skulle förutsätta mycket kraftig eutrofiering och ökad vegetation med luftskott på grund av eutrofieringen. Naturtyperna utsätts inte för konsekvenser .
1230 Vegetationsklädda havsklippor vid Atlantkusten eller Östersjökusten 1630 Boreala havsstrandängar av Östersjötyp 6270 Artrika torra-friska låglandsgräsmarker av fennoskandisk typ 7140 Öppna svagt välvda mossar, fattigkärr, intermediära kärr och gungflyn 7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ 8220 Klippvegetation på silikatrika bergsluttningar 9010 Västlig taiga 9020 Boreonemorala, äldre naturliga ädellövskogar av fennoskandisk typ med rik epifytflora 9050 Örtrika, näringsrika skogar med gran av fennoskandisk typ 9080 Lövsumpskogar av fennoskandisk typ 91D0 Skogbevuxen myr	Havsområdets temperaturförhållanden påverkar inte naturtypen. Naturtyperna utsätts inte för konsekvenser .
Citronfläckad kärrtrollslända	Art som förekommer i högvuxen vass. Arten utsätts inte för konsekvenser .
Gråsäl, östersjövikare	Sälarna är beroende av utvecklingen av fiskbestånden i Naturaområdet och havsområdets ekologiska status. Projektet medför inga konsekvenser för fiskbeståndet i Naturaområdet eller för havsområdets ekologiska status i Naturaområdet. Det rikliga beståndet av mörtfisk och andra fiskarter i Hästholmsfjärden, som indirekt beror på den värmande effekten, kan medföra en liten positiv konsekvens för gråsälen.
Trastsångare, tordmule, stjärtand, skedand, årta, snatterand, sädgås, roskarl, bergand, rördrom, tobisgrissla, brun kärrhök, kornknarr, mindre sångsvan, sångsvan, lärkfalk, tornfalk, dubbelbeckasin, trana, törnskata, silltrut, dvärgmå, svärta, salskrake, fiskgjuse, bivråk, brushane, småfläckig sumphöna, ejder, skräntärna, fisktärna, silvertärna, höksångare, grönbena, rödbena, sillgrissla	De arter som angetts som skyddsgrund använder inte i någon betydande grad Hästholmsfjärden för att söka föda eller övervintra. Projektet medför inga konsekvenser för arterna .

Avvecklingen medför inga direkta konsekvenser för natur-skyddsområden, eftersom störningen på grund av rivnings-åtgärderna inte sträcker sig till naturskyddsområden eller områden som hör till Natura 2000-nätverket.

Lokala konsekvenser av avvecklingen för växtligheten och djurlivet uppstår främst av rivningsåtgärder och transporter. Åtgärderna gäller till största delen områden som redan är bebyggda. Konsekvensen gäller vanlig växtlighet och man känner inte till några särskilda betydelsefulla arter eller hotade naturtyper på influensområdet. Om schaktmassorna från slutförvaret för LOMA mellanlagras på kraftverksområ-det, kan röjandet av ett eventuellt lagerområde till exempel förutsätta att träd avverkas och ytskiktet jämnas ut. Om avvecklingen genomförs enligt brownfieldprincipen, lämnas byggnader och annan infrastruktur kvar på området, vilket innebär att växtligheten inte ökar i någon betydande grad. Om avvecklingen genomförs enligt greenfieldprincipen, återställs kraftverksområdet så väl som möjligt till naturligt tillstånd och den vegetationsklädda ytan ökar på området jämfört med nuläget. Landskapsarbetenas inverkan på djur-livet beror på växtligheten på området, men utgångsmässigt kan förändringen bedömas öka växtligheten, djurlivet och därigenom också naturens mångfald på området. Konse-kvensen är lokal och gäller en liten areal.

Vid en avveckling bedöms konsekvensen som helhet vara liten negativ, vilket beror på att ett övervintringsområde för sjöfåglar som är viktigt på landskapsnivå försvinner. Detta bedöms dock inte ha någon betydande effekt på fågelpopu-lationen i fråga, eftersom de naturliga övervintringsområde-na för dessa arter huvudsakligen ligger längre västerut och söderut i Östersjöområdet.

9.18.6 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Mottagning, behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför inga konsekvenser för växtligheten, djurlivet eller natur-skyddsområdena. Den ökade störningen av trafiken längs transportlederna bedöms vara en obetydlig faktor jämfört med den övriga trafiken på transportlederna.

9.18.7 Konsekvensernas betydelse

I tabell 9-65 bedöms konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfatt-ning (se kapitel 9.1.4).

9.18.8 Lindring av negativa konsekvenser

Konsekvenserna av rivningsåtgärderna kan minskas genom att planera mellanlagringen av maskiner och material på arbetsplatsen så att konsekvensen för områdets växtlighet och livsmiljöer är så liten som möjligt.

9.18.9 Osäkerhetsfaktorer

På grund av klimatförändringen kommer antalet vintrar med istäcke eller dygn med istäcke sannolikt att minska vintertid i Lovisaområdet, vilket ökar antalet övervintringsområden som lämpar sig för sjöfåglar i Lovisaområdet och även på ett större område. Detta försvårar bedömningen av Hästholms-fjärdens betydelse för fågelbeståndet under de kommande decennierna.

9.19 MÄNNISKORS LEVNADSFÖRHÅLLANDEN OCH TRIVSEL

9.19.1 De viktigaste resultaten av bedömningen

Konsekvensernas betydelse vid fortsatt drift bedöms som helhet vara liten negativ, eftersom konsekvenserna för människors levnadsförhållanden och trivsel fortsätter i cirka 20 år till. Utsläppet av varmt kylvatten i kombination med de förändringar som klimatförändringen för med sig kan påverka rekreationsvärdet i områdets vattendrag, främst i Hästholmsfjärden. I övrigt förblir konsekvenserna och den olägenhet som människor upplever till största delen oförändrade jämfört med nuläget. Eventuell tilläggsbyggnation kan orsaka ytterligare olägenheter i någon mån. Vid fortsatt drift fortsätter människornas eventuella oro över säkerhetsrisker, och denna oro kan öka om avfallsmängderna ökar och kraftverket åldras. Den fortsatta driften kan medföra positiva konsekvenser för områdets befolkningsstruktur.

En avveckling av kraftverket orsakar en tydlig och observerbar förändring i verksamheten på kraftverksområdet. De olika avvecklingsfaserna pågår i helhet i flera decennier. Förändringen som sker under lång tid kan ge upphov till osäkerhet om framtiden bland invånarna och därtill hörande oro och förväntningar. Konsekvensernas betydelse har bedömts vara måttlig negativ. Under avvecklingen kan det tidvisa buller som verksamheten ger upphov till påverka i synnerhet boendetrivseln bland sommarstugeägare i kraftverkets närområde och rekreationsupplevelsen bland dem som använder vattenområden och stränder. Den ökade trafiken i den aktivaste rivningsfasen kan försämra trafiksäkerheten i närområdet och påverka trafikens smidighet. Mellanlagringen och transporterna av använt kärnbränsle kan medföra oro över säkerhetsriskerna. I synnerhet transporterna kan orsaka oro på ett större område. Om kraftverket avvecklas och elproduktionen upphör kan detta förändra den lokala identiteten och leda till oro över förändringens konsekvenser för Lovisaregionens livskraft.

När slutförvaret för LOMA har förslutits, förändras konsekvensernas betydelse och blir liten positiv. När verksamheten på kraftverksområdet upphör, försvinner även oron över eventuella risker för en olycka eller andra avvikelser i anknytning till verksamheten. När driften upphör minskar kylvattenbehovet och värmebelastningen till en bråkdel under driften av de självständiga anläggningsdelarna och upphör slutligen helt. De positiva konsekvenserna som förändringen för med sig för den marina miljöns status i Hästholmsfjärden kan på lång sikt ha en positiv inverkan på rekreatiansanvändningen av vattenområdet året om och boendetrivseln vid strandfastigheterna. Om alla kraftverkskonstruktioner och byggnader rivs slutgiltigt vid avvecklingen och landskapet på området återställs enligt greenfieldprincipen, har detta en större positiv effekt på boendetrivseln och rekreatiansanvändningen i närområdet än om konstruktionerna rivs delvis enligt brownfieldprincipen.

Transporterna, behandlingen och slutförvaringen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför inga sådana konsekvenser som skulle kunna påverka människors levnadsförhållanden och trivsel. Mottagningen av avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk orsakar emellertid oro bland invånarna. Även om det inte skulle finnas några realistiska grunder för ytterligare oro bland invånarna, är oron emellertid en faktiskt social konsekvens, vars omfattning bedöms vara liten negativ.

9.19.2 Bakgrundsinformation och bedömningsmetoder

Vid bedömningen av de sociala konsekvenserna har even-tuella konsekvenser för människorna, gemenskapen eller samhället granskats vad gäller:

- trivseln och säkerheten i boende- och livsmiljön
- trafiken och rörligheten
- frilufts- och rekreatiansanvändningen i de närliggande områdena
- gemenskapen och den lokala identiteten
- tjänsterna och näringslivet
- befolkningsstrukturen
- användningen av materiella tillgångar och fastigheter i närområdet.

Resultaten av bedömningen av de regionalekonomiska konsekvenserna presenteras i kapitel 9.13. Eventuella kon-sekvenser av avvikelser och olyckor granskas i kapitlen 9.21 och 9.22.

De sociala konsekvenserna är nära knutna till andra konsekvenser (till exempel regional ekonomi, buller, utsläpp, trafik och landskap), antingen direkt eller indirekt. Därtill kan sociala konsekvenser uppkomma exempelvis redan under projektets planerings- och bedömningsskede, bland annat till följd av invånarnas oro, rädslor, önskemål eller osäkerhet inför framtiden.

Bedömningen av de sociala konsekvenserna har gjorts i form av ett expertutlåtande, som byggde på följande bak-grundsinformation:

- resultat av andra konsekvensbedömningar
- resultat från invånarenkäten
- respons som erhållits vid smågruppsmötet
- åsikter om MKB-programmet
- annan respons som erhållits under bedömningsförfaran-det (bl.a. vid möten för allmänheten, uppföljningsgrup-pens möten och möten med fiskare)
- befolkningsdata, kartmaterial och annan statistik.

Konsekvenserna för människors levnadsförhållanden och trivsel har bedömts med hjälp av Forsknings- och utveck-lingscentralen för social- och hälsovården Stakes handbok ”Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioiminen” (Utvärdering av konsekvenser för människan) (Kauppinen och Nelimark-ka 2007) och social- och hälsovårdsministeriets anvisning ”Ympäristövaikutusten arviointi, Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset” (Miljökonsekvensbe-dömning. Hälsoomässiga och sociala konsekvenser som gäller människor) (Social- och hälsovårdsministeriet 1999).

9.19.2.1 Invånarenkät

I MKB-beskrivningsskedet genomfördes en enkät riktad till invånarna i närområdet av Lovisa kärnkraftverk. Syftet med enkäten var att utreda användningen och betydelsen av områdena kring kraftverket, svarspersonernas åsikter om sin nuvarande boendemiljö och deras bild av de planerade verksamheterna.

Tabell 9-66. Svarsaktivitet för olika grupper av svarspersoner. I antalet formulär som skickades till fasta invånare och fritidsinvånare på över 5 km avstånd ingår också tre kontrollformulär.

	Skickade formulär	Antal svarspersoner	Svarsprocent
Fast invånare 0–5 km	37	30	81 %
Fritidsinvånare 0–5 km	258	99	38 %
Fast invånare 5–20 km	831	158	19 %
Fritidsinvånare 5–20 km	177	75	42 %
Totalt	1303	362	28 %

Tabell 9-67. Lovisa stads befolkningsstruktur 2019 (Statistikcentralen 2021a) och personer som svarade på enkäten.

	Invånare totalt	Kvinnor	Män	18–30 år	31–50 år	51–65 år	Över 65 år
Lovisa stad	14 772	50 %	50 %	12 %	27 %	28 %	33 %
Alla personer som svarade på invånarenkäten	362	41 %	59 %	3 %	17 %	32 %	49 %

Invånarenkäten skickades till sammanlagt 1 300 hushåll den 9 december 2020. Enkäten skickades till alla som har fasta bostäder eller fritidsbostäder inom en 0–5 kilometers radie från kraftverket, inklusive de som har strandfastigheter vid Lappomträsket. Det finns sammanlagt 295 hushåll på detta område. Dessutom skickades enkäten till hushåll som valdes ut slumpmässigt på 5–20 kilometers avstånd från kraftverket.

Utifrån urvalskriterierna skickades enkäten bara till hushåll med invånare i åldern 18–80 år utan direktmarknadsföringsförbud. Utifrån uppgifterna i Myndigheten för digitalisering och befolkningsdatas register skickades totalt 1 303 enkäter till hushållen. I siffran ingår också tre kontrollformulär, som skickades till Posti i Finland och till Myndigheten för digitalisering och befolkningsdata för offentlig kontroll av enkäten.

Svarspersonerna kunde svara på enkäten antingen genom att posta det ifyllda svarsformuläret eller svara på enkäten på internet senast den 11 januari 2021. Inom utsatt tid erhölls 362 svar på enkäten.

Svarsprocenten var 28. I tabell 9-66 anges svarsaktiviteten för olika grupper av svarspersoner. De fasta invånarna i närområdet var de mest aktiva att svara på enkäten. Svarsaktiviteten var också högre bland fritidsinvånare i närområdet och längre bort än den brukar vara i fråga om postenkäter.

Andelen över 65-åringar och män bland dem som svarade på enkäten är större än deras andel av befolkningsstrukturen (tabell 9-67). Av svarspersonerna hade hälften (49 %) bott eller semestrat i närområdet i över 40 år och en fjärdedel i minst 20 år. Det var bara 9 % av svarspersonerna som hade bott eller semestrat i området i mindre än 10 år.

Resultaten från invånarenkäten bearbetades med ett statistikprogram (Excel-baserade Tixel). Den statistiska betydelsen av bakgrundsvariablerna (svarspersonens kön, åldersgrupp, livssituation, boendetid samt läget för den fasta bostaden och fritidsbostaden) analyserades med chi-kvadrat-testet.

Vid granskningen av resultaten bearbetas bara de statistiskt viktiga resultat som har en praktisk betydelse med tanke på bedömningen av enkäten och de sociala konsekvenserna. I samband med de schematiska bilderna över invånarenkätens resultat anges de frågor där det finns en statistiskt betydelsefull skillnad (P=0,005 eller mindre) mellan svarspersoner som bor i närområdet och svarspersoner som bor längre bort.

9.19.2.2 Möten för små grupper

I februari 2021 ordnades ett möte för en liten grupp invånare. Informationen om mötet fanns i invånarenkätens följebrev, där det fanns en länk via vilken två deltagare meddelade om sitt intresse att delta. Dessutom skickades inbjudan till två personer som hade angett sina kontaktuppgifter på invånarenkätens svarsformulär.

På grund av coronaläget ordnades mötet på distans via Microsoft Teams. I mötet deltog en invånare samt två representanter för den projektansvarige och två representanter för MKB-konsulten. På mötet diskuterade man bland annat om hur MKB-förfarandet framskrider, de preliminära resultaten av invånarenkäten och resultaten av bedömningen av de regional-ekonomiska konsekvenserna.

9.19.2.3 Annan respons som erhållits under bedömningsförfarandet

Under bedömningsförfarandet erhölls respons också via andra kanaler, bland annat via ett möte för allmänheten i MKB-programskedet och via möten för uppföljningsgruppen som inrättades för MKB-förfarandet (se kapitel 8.5.3) samt möten som ordnades kvällstid för områdets fiskare. Åsikter om MKB-programmet som lämnades till kontaktmyndigheten och beaktandet av dem presenteras i bilaga 3.

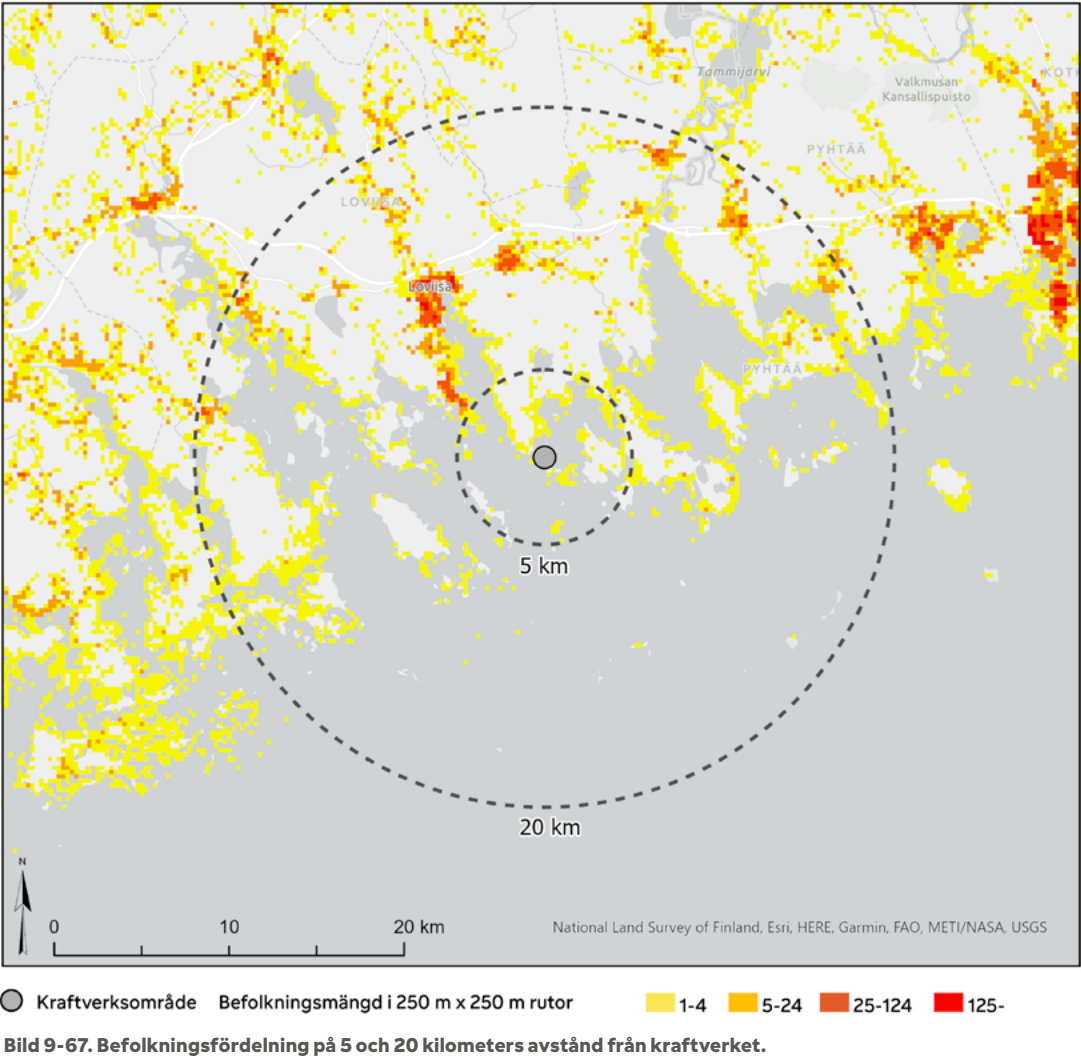


Bild 9-67. Befolkningsfördelning på 5 och 20 kilometers avstånd från kraftverket.

Sammanlagt lämnades 11 åsikter om MKB-programmet. I åsikterna framhövdes bland annat de ökade kärnsäkerhetsriskerna på grund av kraftverkets ålder, osäkerheterna i anknytning till slutförvaringen av kärnavfallet, konsekvenserna av råvattentäkten för övergödningen och sänkningen av vattennivån i Lappomträsket, omfattningen av övervakningsprogrammet för vattenområdet samt konsekvenserna av kylvattnet. En åsikt stödde en förlängning av drifttillstånden för att uppnå Finlands klimatmål.

Vid mötet för allmänheten i MKB-programskedet diskuterades bland annat om eventuella investeringsbehov, mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland samt framtiden för kraftverkets byggnader efter en avveckling. Dessutom ställdes en fråga från publiken om konsekvenserna för fastigheternas värde i närområdet.

9.19.3 Nuläge

9.19.3.1 Befolkning och invånare

Lovisa stad ligger vid Finska vikens kust cirka 90 km öster om Helsingfors. Lovisas grannkommuner är Lapträsk,

Pyttis, Mörskom, Kouvola och Borgå. Lovisa bildar tillsammans med Lapträsk Lovisa ekonomiska region. Lovisa hade 14 772 invånare år 2019. Bland grannkommunerna hade Lapträsk 2 606 invånare, Pyttis 5 140 invånare, Mörskom 1 882 invånare, Kouvola 82 113 invånare och Borgå cirka 50 380 invånare.

Andelen svenskspråkiga i Lovisa (40,5 %) och i Lapträsk (30,4 %) är betydligt större än i Pyttis (7,2 %). I Lovisa ekonomiska region är andelen personer över 65 år större och andelen personer under 15 år mindre än i Nyland och hela landet i genomsnitt. Andelen studerande och personer i arbetsför ålder är något mindre än i Nyland och hela landet i genomsnitt. Befolkningen har redan länge minskat i Lovisaregionen. År 2019 var flyttningsförlusten 15 personer i Lovisa, 29 personer i Lapträsk och 11 personer i Pyttis (Statistikcentralen 2021b). Enligt befolkningsprognosen kommer befolkningsmängden i Lovisaområdet att vara ganska oförändrad fram till 2040 (Nylands förbund 2019).

På mindre än fem kilometers avstånd från kraftverket bor cirka 40 personer året runt (bild 9-67). De privata bostäder som ligger närmast finns i Bodängen på cirka 900 meters avstånd från kraftverksområdet (bild 9-3). Den fasta bosättningen finns

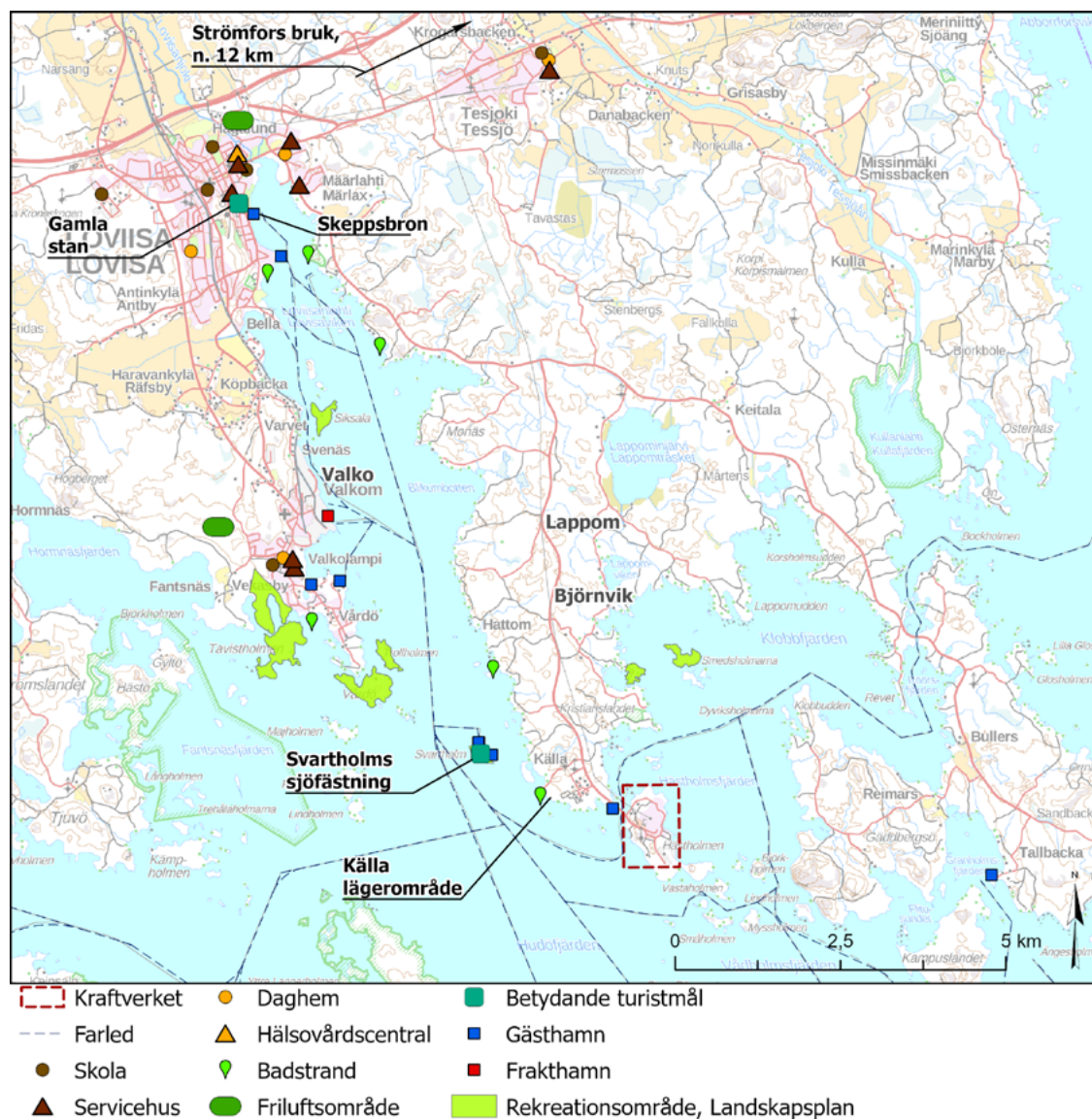


Bild 9-68. Känsliga objekt, turistmål och rekreationsobjekt närmast kraftverksområdet.

främst i Björnvik och Lappom norr om kraftverket. På 20 km avstånd från kraftverket bor det cirka 12 400 personer (bild 9-67). Den största befolkningskoncentrationen i närheten finns i Lovisa centrum cirka 12 km från kraftverket. Tätorter på knappa tusen personer är Tessjö, Strömfors kyrkby och Pyttis kyrkby. Mindre tätorter är Kuggom, Pernå kyrkby och Isnäs samt Svartbäck i Pyttis.

I Hästholmens närmaste omgivningar finns mycket fritidsbebyggelse (bild 9-3). Fortum äger fritidsbostäderna närmast kraftverksområdet. Övriga fritidsbostäder som ligger närmast finns på öarna söder och sydost om Hästholmen (Vastaholmen, Småholmen, Måsholmen, Högholmen, Myssholmen, Björkholmen och Kojholmarna) samt på fastlandssidan på som närmast 1,3 km avstånd från kraftverket. Fem

kilometer från kraftverket finns knappt 500 fritidsbostäder
och 20 kilometer från kraftverket cirka 3 000 fritidsbostäder.

9.19.3.2 Känsliga objekt samt turistmål och rekreationsobjekt

Kring kärnkraftverket finns en skyddszon som sträcker sig fem kilometer från kraftverket och där markanvändningen är begränsad (STUK Y/2/2018). Inom skyddszonen får exempelvis inte finnas objekt som besöks av eller där det finns ett betydande antal människor, såsom skolor, sjukhus, vårdinrättningar, butiker eller andra betydande arbetsplatser eller inkvarteringsområden som inte är anknytna till kärnkraftverket (YVL A.2).

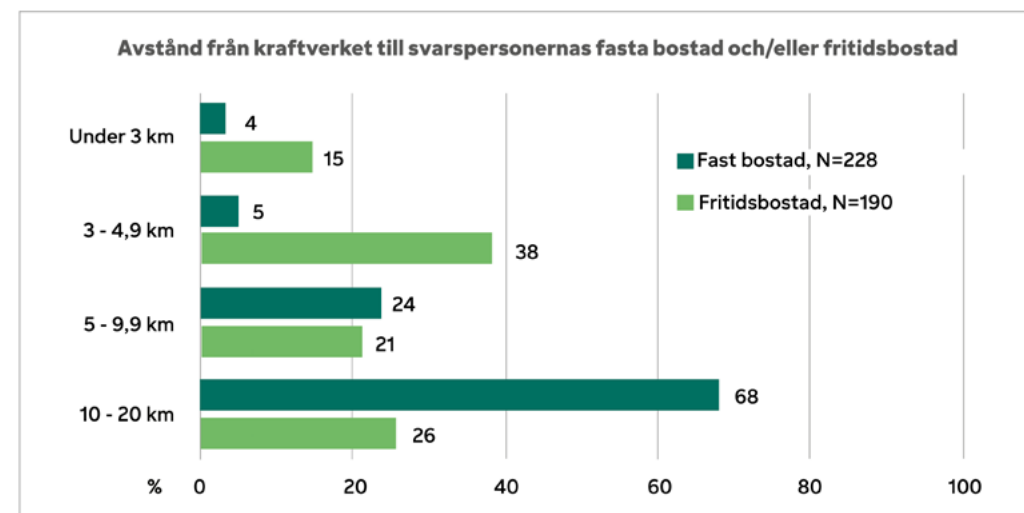


Bild 9-69. Avstånd från kraftverksområdet till svarspersonernas fasta bostad och fritidsbostad. På bilden anges procentandelarna för bostäder på olika avstånd och antalet svarspersoner (N).

Känsliga objekt samt turistmål och rekreationsobjekt som ligger närmast kraftverksområdet visas på bild 9-68. Den närmaste skolan och det närmaste daghemmet finns i byn Valkom cirka sju kilometer från kraftverket.

Det närmaste turistmålet är Svartholms sjöfästning, som ligger cirka två kilometer från kraftverket. Andra turistmål som ligger längre bort är Gamla stan i Lovisa och Skeppsbrons gästhamn samt Strömfors bruk. Svartholm är ett populärt besöksmål dit man förutom med förbindelsebåt även kommer med egen båt. Övriga gästhamnar och -bryggor i Lovisa är Bockhamn, Lillfjärden, Kabböle, Rönnäs och Backstensstrand. I Lovisaområdet finns flera företag som erbjuder fiske-, logi-, natur- och aktivitetsjänster. Turismen i området har ökat under senare år, men området hör inte till landets centrala turistmål (Visit Lovisa 2021).

Källa lägerområde i Lovisa stad ligger drygt en kilometer väster om kraftverket. Lägerområdet är avsett för läger-, utfärds- och rekreationsverksamhet för stadens olika förvaltningsnämnder, lokala föreningar och organisationer, och ungdomsverksamheten har förtur. På Lovisas vattenområden finns flera rekreationsobjekt samt på landområden vandringsleder, naturstigar och friluftsområden.

9.19.3.3 Invånarnas användning av områdena

Bland dem som svarade på invånarenkäten hade 228 personer en fast bostad och 190 personer en fritidsbostad på enkätens distributionsområde. Avståndet från kraftverket till svarspersonernas fasta bostäder och fritidsbostäder visas på bild 9-69. Som närinvånare i enkäten definierades svarspersoner som uppgav att de bodde eller semestrade på under fem kilometers (0–4,9 km) avstånd från kraftverket. Till närinvånarna räknades också de som är bosatta i strandfastigheter vid Lappomträsket. Av alla som svarade på enkäten var 36 % (129 svarspersoner) närinvånare och av dem var en fjärdedel fast bosatta invånare. Största delen av närinvånarna som svarade på enkäten hade en fast bostad eller fritidsbostad i områdena vid Hästholmsfjärden eller Klobbfjärden. Områdena som avgränsades på kartan i enkätens följebrev (bild 9-69) var Hudöfjärden, Vådholmsfjärden, Hästholmsfjärden, Klobbfjärden och Lappomträsket.

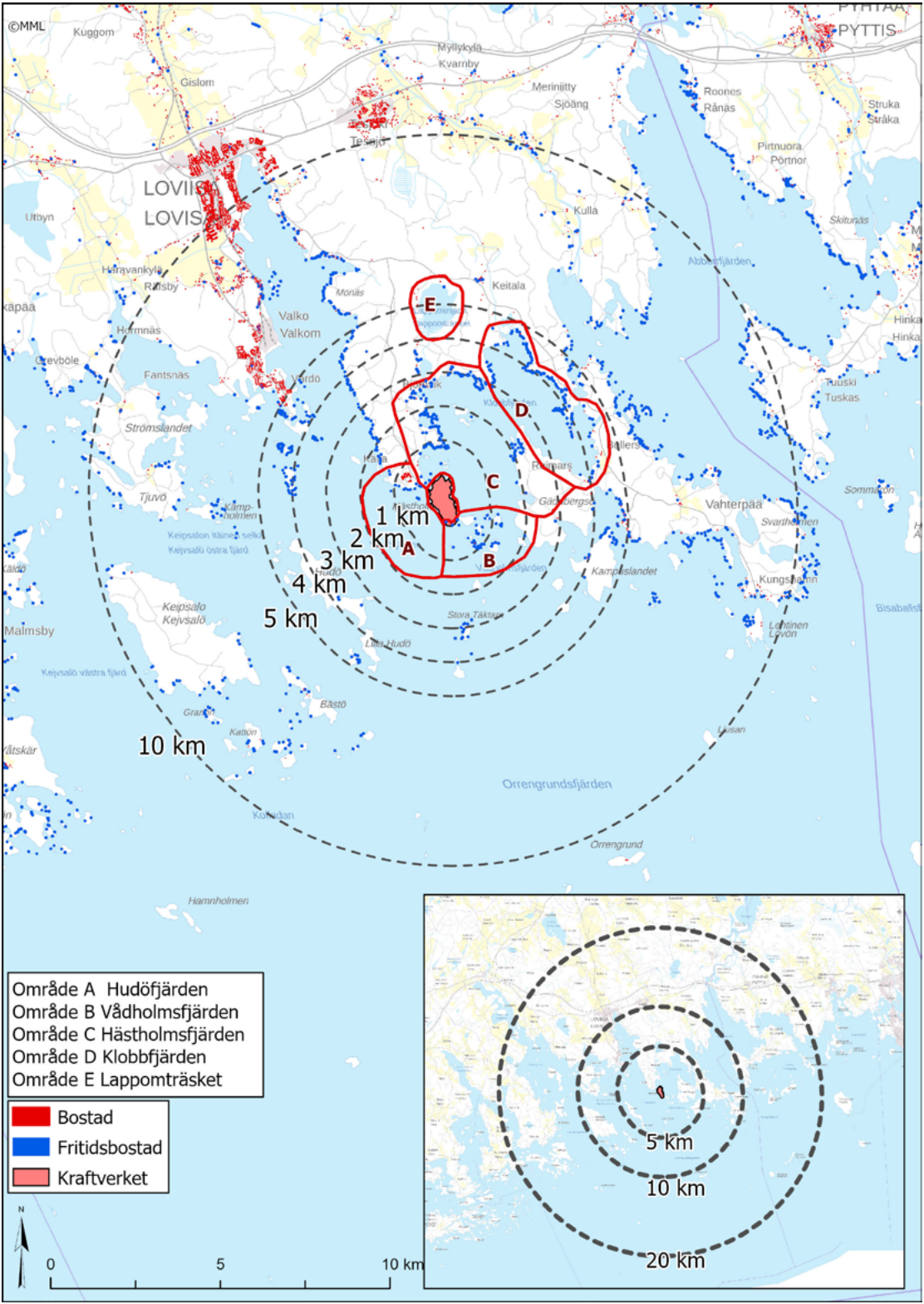


Bild 9-70. Karta över vattenområdena och bosättningen kring kraftverket som ingick i invånarenkätens foljebrev. Avstånden har beräknats från Hästholms strandlinje.

Enligt invånarenkäten använder invånarna vattenområdena och stränderna kring kärnkraftverket sommartid för stugliv och friluftsliv, båtliv och naturobservationer (bild 9-71 och bild 9-72). I alla svar finns en statistiskt betydelsefull skillnad mellan närinvånare och svarspersoner som bor längre bort, eftersom närinvånarna använder områdena mer aktivt. Även om största delen av bosättningen på under 5 kilometers avstånd från kraftverket är fritidsbosättning, används en del av fritidsfastigheterna året runt. Över en tredjedel av närinvånarna berättade att de idkar stugliv eller friluftsliv på områdena vintertid minst månatligen.

Det fanns en statistiskt betydelsefull skillnad i svaren mellan närinvånarna och svarspersonerna som bor längre bort, vid frågan om svarspersonernas åsikter om hur väl de känner till vattenområdena. De områden de kände bäst till var Hästholmsfjärden och Klobbfjärden öster och nordost om kraftverket. Något mindre än hälften av närinvånarna ansåg att de kände till dessa områden och att de var viktiga för dem personligen, medan cirka 10 % av svarspersonerna som bor längre bort ansåg detta.

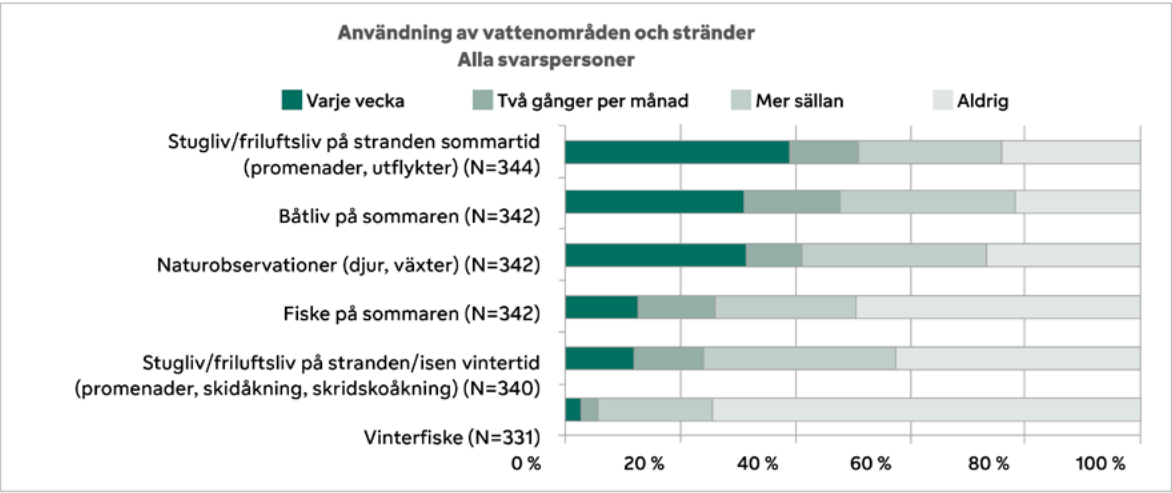


Bild 9-71. Svarspersonernas åsikter om användningen av vattenområdena och stränderna kring kraftverksområdet (alla svarspersoner). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

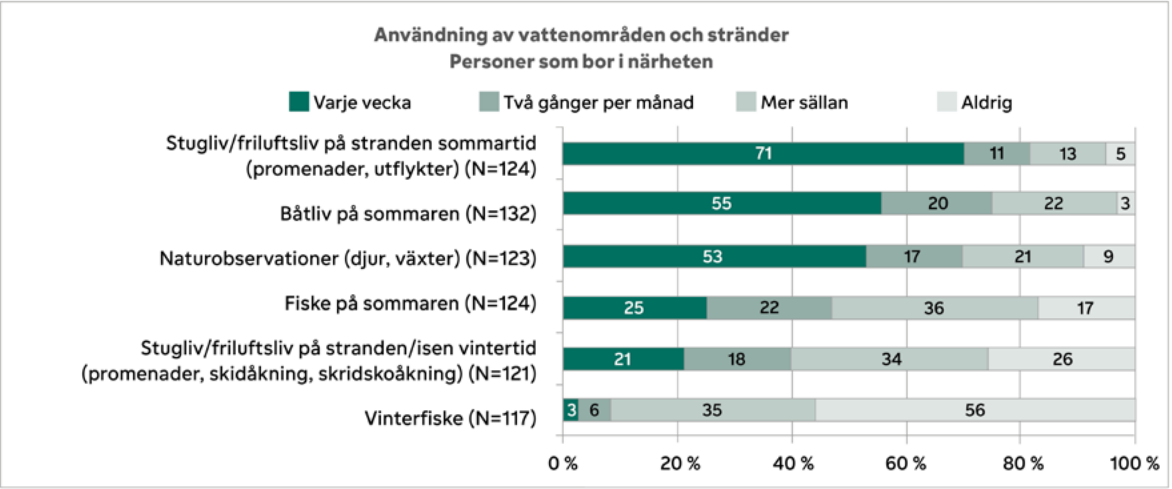


Bild 9-72. Svarspersonernas åsikter om användningen av vattenområdena och stränderna kring kraftverksområdet (närinvånare). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

I tabell 9-68 presenteras konsekvensobjektets känslighet och faktorer som är avgörande för känsligheten (se kapitel 9.1.4).

9.19.4 Invånarnas åsikter

9.19.4.1 Invånarnas åsikter om konsekvenserna av den nuvarande verksamheten

Svarspersonerna hade olika åsikter om konsekvenserna för närområdet av kraftverkets nuvarande verksamhet (bild 9-73 och bild 9-74). I resultaten fanns statistiskt betydelsefulla skillnader beroende på avstånd från bostaden och livssituation. Närinvånarna ansåg att konsekvenserna av den nuvarande verksamheten var mer negativa än personer som bor längre bort.

Vid analysen av resultaten av invånarenkäten har man fokuserat på närinvånarnas svar i de frågor som gäller verksamhetens konsekvenser i kraftverkets närområde. Andelen svarspersoner som upplevde att konsekvenserna var negativa var större i frågor som gällde konsekvensen för landskapet, konsekvenserna av utloppet av varmt kylvatten för Hästholmsfjärden, Klobbfjärden och Vådholmsfjärden

samt konsekvenserna för boendetrivseln och fisket. Mest neutrala var svarspersonerna i fråga om konsekvenserna för båtlivet, trafiksäkerheten, friluftslivet och bullerkonsekvensen (bild 9-73).

Om svarspersonerna ville fick de precisera sina svar genom öppna kommentarer. Negativa observationer var övergödning av stränderna, konsekvenser för att röra sig på isen och för isfisket, olägenheter på grund av strålkastare på kraftverksområdet samt buller och surrande ljud som tidvis hörs från kraftverket. I några kommentarer upplevde man att trafikmängden under de årliga underhållsavställningarna och de höga hastigheterna på Atomvägen samt bristen på gång- och cykelvägar försämrade trafiksäkerheten. Å andra sidan lovordade en del av svarspersonerna det goda underhållet på vägarna till kraftverket, vilket även sommarstugeägarna har nytta av. Oron över övergödningen av Lappomträsket och Lappomviken framhövdes också i några öppna kommentarer samt i en åsikt om MKB-programmet.

Antalet svar som löd ”Jag vet inte/Gäller inte mig” på frågorna om vattendragen i närheten av kraftverket var stort, vilket visar att en del av svarspersonerna inte har kunnat bedöma verksamhetens konsekvenser för vattendragen.

Tabell 9-68. Konsekvensobjektets känslighet: människors levnadsförhållanden och trivsel.

Konsekvensobjektets känslighet: människors levnadsförhållanden och trivsel	
På konsekvensobjektets känslighet inverkar antalet personer som potentiellt lider av olägenhet i området och var särskilt känsliga objekt, såsom skolor, daghem och servicehus, ligger. Känsligheten ökar om det på området finns ett fritids- eller rekreationsvärde eller landskapsvärden och inga alternativa områden finns tillgängliga. Utöver de exponerade objekten påverkas känsligheten av de nuvarande miljöolägenheterna i området (t.ex. trafik, buller) samt av förändringar som sker i omgivningen.	
Måttlig	Kring kärnkraftverksområdet finns en skyddszon som sträcker sig fem kilometer från kraftverket. Inom denna skyddszon får exempelvis inte finnas objekt som besöks av eller där det finns ett betydande antal människor, såsom skolor, sjukhus, vårdinrättningar eller butiker. På mindre än fem kilometers avstånd från kraftverket finns många fritidsbostäder. På Lovisas vattenområden finns flera rekreationsobjekt samt på landområden vandringsleder, naturstigar och friluftsområden. I kraftverkets närområde finns Källa lägerområde samt Svartholms sjöfästning. Kraftverksområdet har funnits länge på området och byggandet av kraftverket har tidigare förändrat Hästholmen och dess omgivning, och därför är anpassningsförmågan till förändringar måttlig. Området har under lång tid varit nästan oförändrat och miljöolägenheterna där är numera få, såsom verksamheter som orsakar buller.

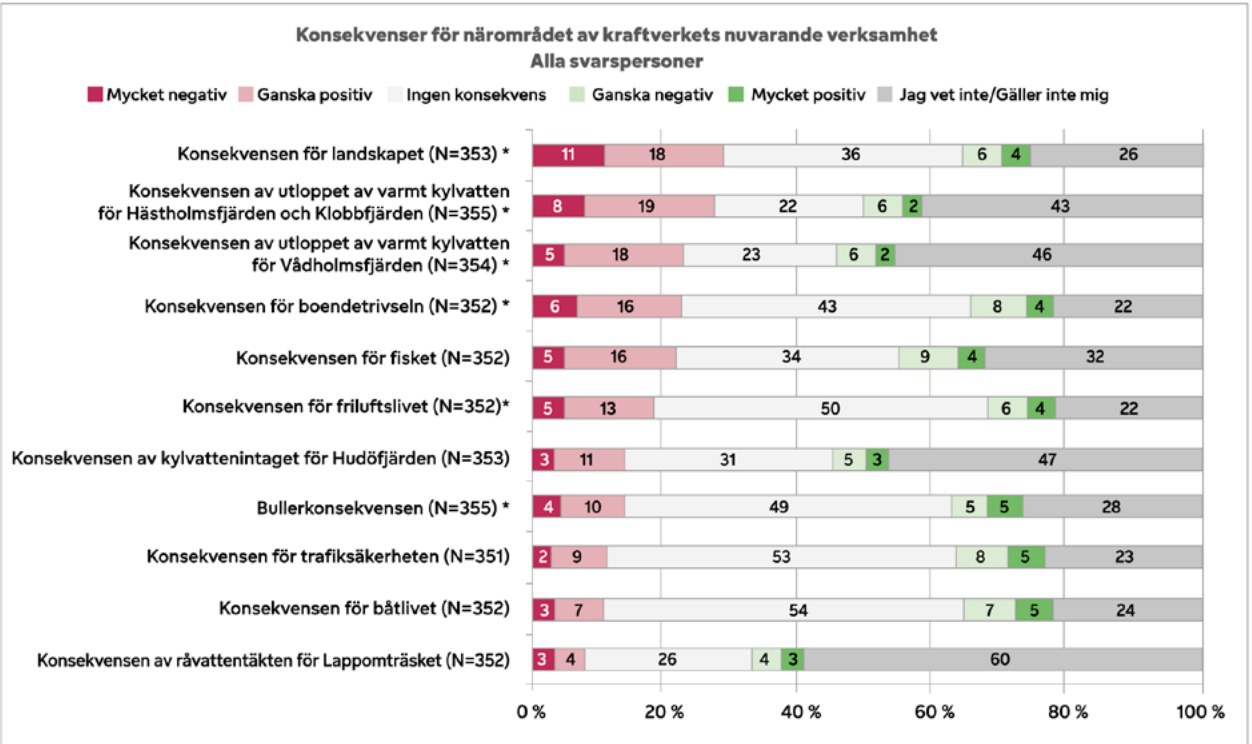


Bild 9-73. Svarspersonernas åsikter om konsekvenserna för närområdet av kraftverkets nuvarande verksamhet (alla svarspersoner). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat, antalet svarspersoner (N) och med asterisk (*) frågor där det finns en statistiskt betydelsefull skillnad mellan de grupper som svarat beroende på avståndet från bostaden.

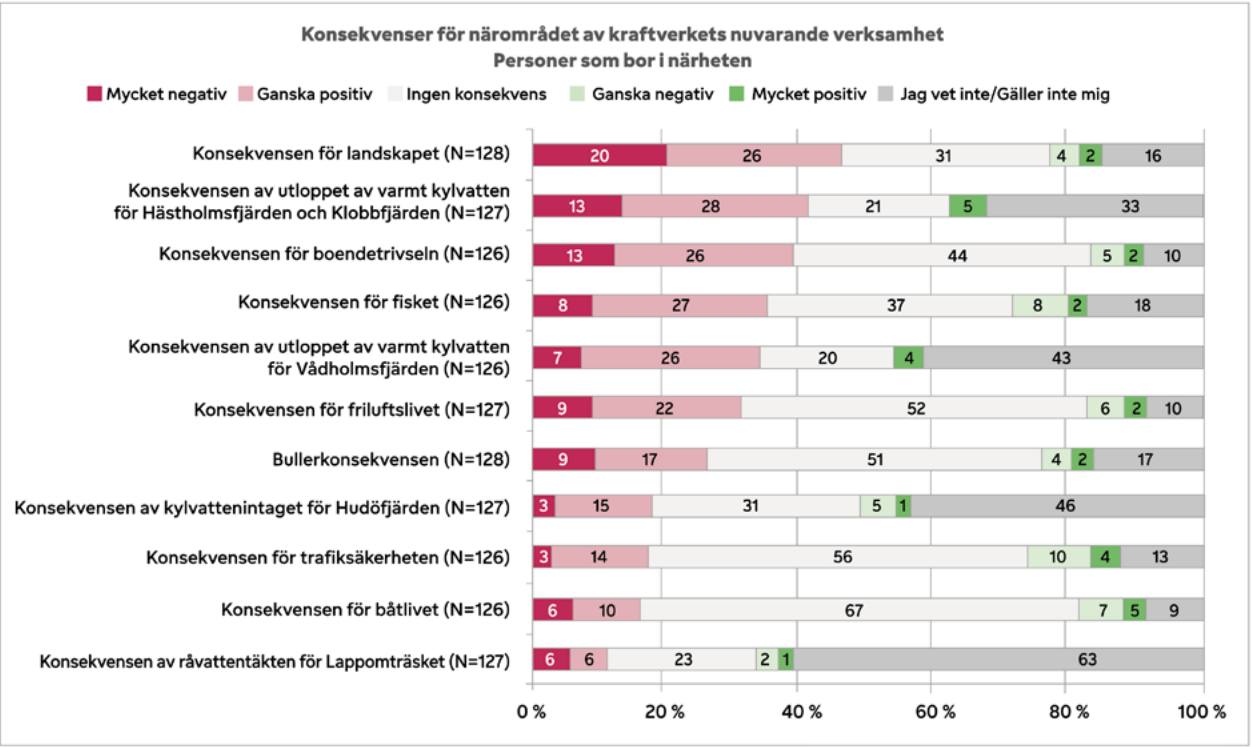


Bild 9-74. Svarspersonernas åsikter om konsekvenserna för närområdet av kraftverkets nuvarande verksamhet (närinvånare). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

På frågan om den nuvarande verksamhetens konsekvenser för regionen, ansåg största delen av svarspersonerna att verksamheten har en positiv effekt på sysselsättningen och kommunens ekonomi (bild 9-75 och bild 9-76). På frågan om konsekvenserna för fastigheternas värde, områdets image och strålsäkerheten var svaren mer splittrade mellan positiva, neutrala eller negativa inställningar. Närinvånarna upplevde konsekvenserna för fastigheternas värde och områdets image som mer negativa än de som bor längre bort.

En fråga i invånarenkäten var svarspersonernas inställning till kärnkraft i allmänhet. Tre fjärdedelar av svarspersonerna var positivt inställda till kärnkraften (bild 9-77).

9.19.4.2 Invånarnas åsikter om de planerade verksamheterna

Svarspersonerna hade olika bilder av de planerade verksamheterna, men svarspersonerna var mest positivt inställda till fortsatt drift av kraftverket till år 2050 (bild 9-78, bild 9-79 och bild 9-80). I alla svar fanns en statistiskt betydelsefull skillnad mellan närinvånare och svarspersoner som bor längre bort. Närinvånarna var mer negativt inställda till verksamheterna än de som bor längre bort, förutom vad gäller en avveckling av driften av kraftverket år 2027/2030.

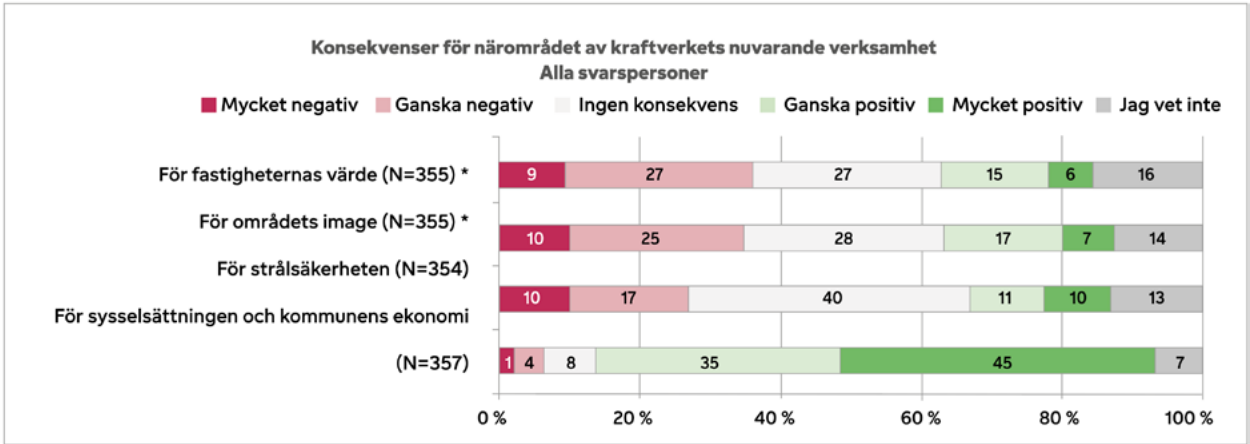


Bild 9-75. Svarspersonernas åsikter om konsekvenserna för regionen av kraftverkets nuvarande verksamhet (alla svarspersoner). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat, antalet svarspersoner (N) och med asterisk (*) frågor där det finns en statistiskt betydelsefull skillnad mellan de grupper som svarat beroende på avståndet från bostaden.

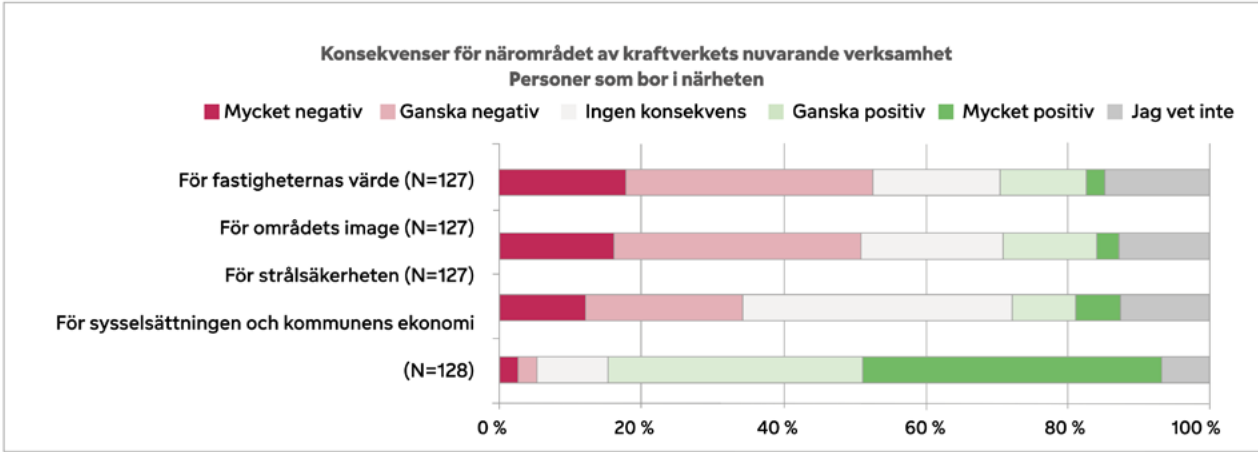


Bild 9-76. Svarspersonernas åsikter om konsekvenserna för regionen av kraftverkets nuvarande verksamhet (närinvånare). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

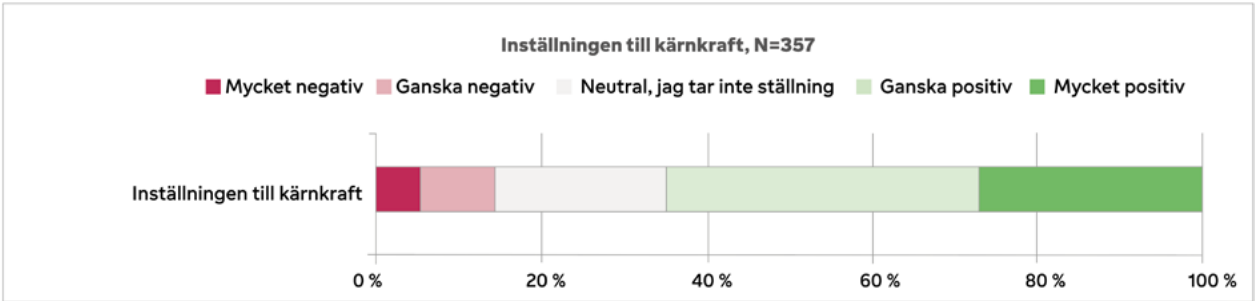


Bild 9-77. Svarspersonernas inställning till kärnkraft. På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat.

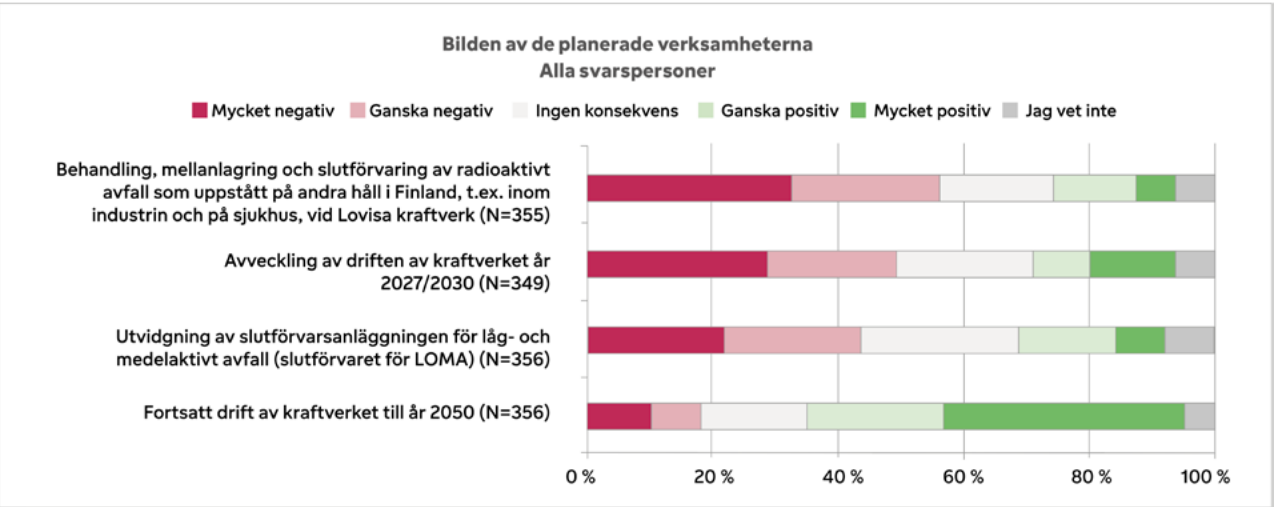


Bild 9-78. Svarspersonernas bild av de planerade verksamheterna (alla svarspersoner). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

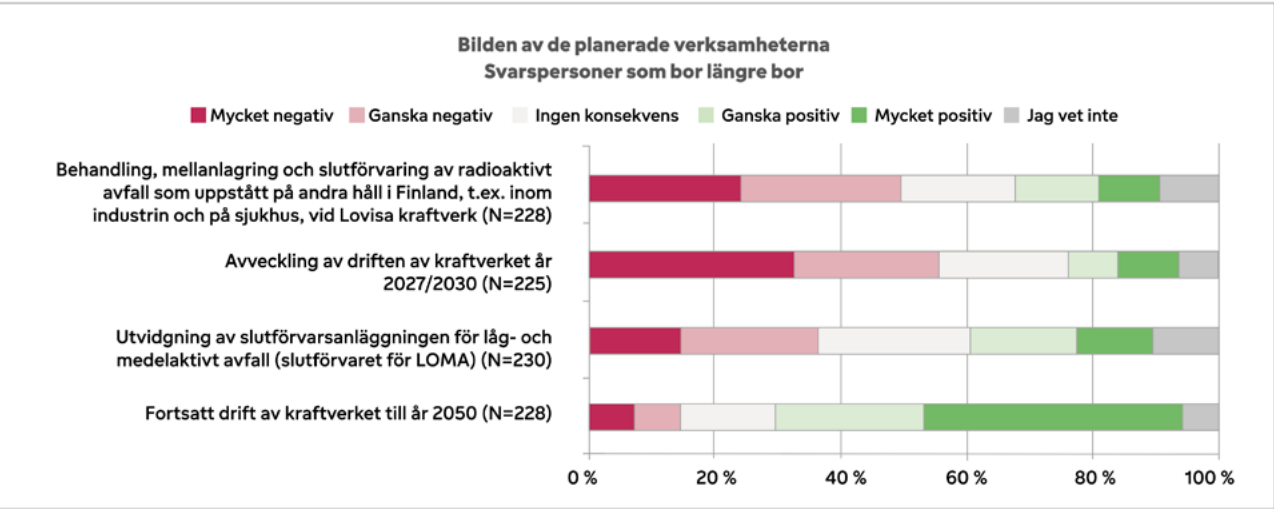


Bild 9-79. Svarspersonernas bild av de planerade verksamheterna (svarspersoner som bor längre bort). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

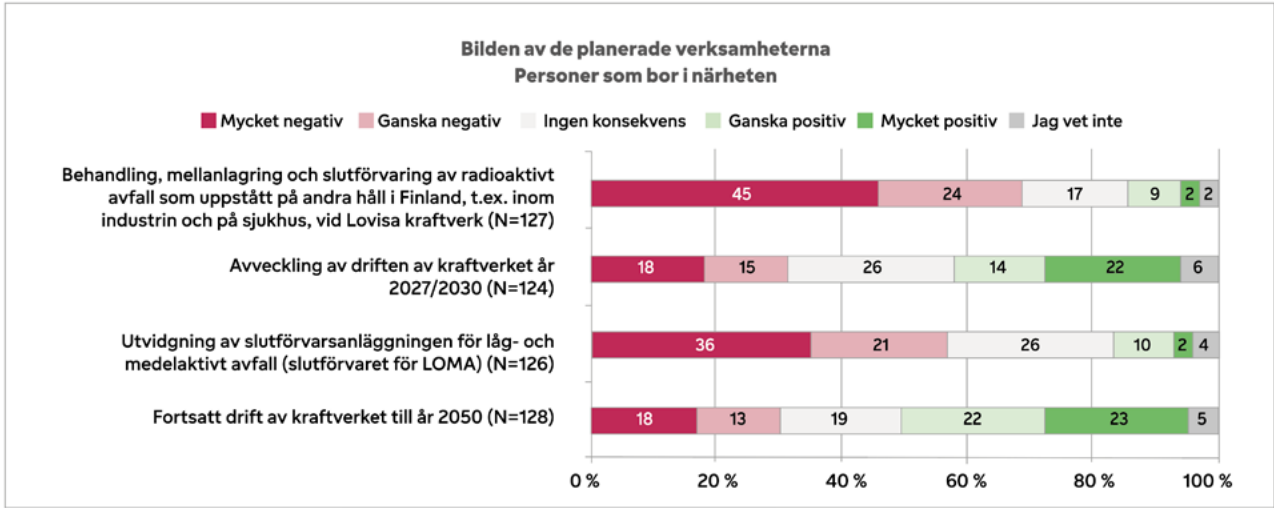


Bild 9-80. Svarspersonernas bild av de planerade verksamheterna (närinvånare). På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

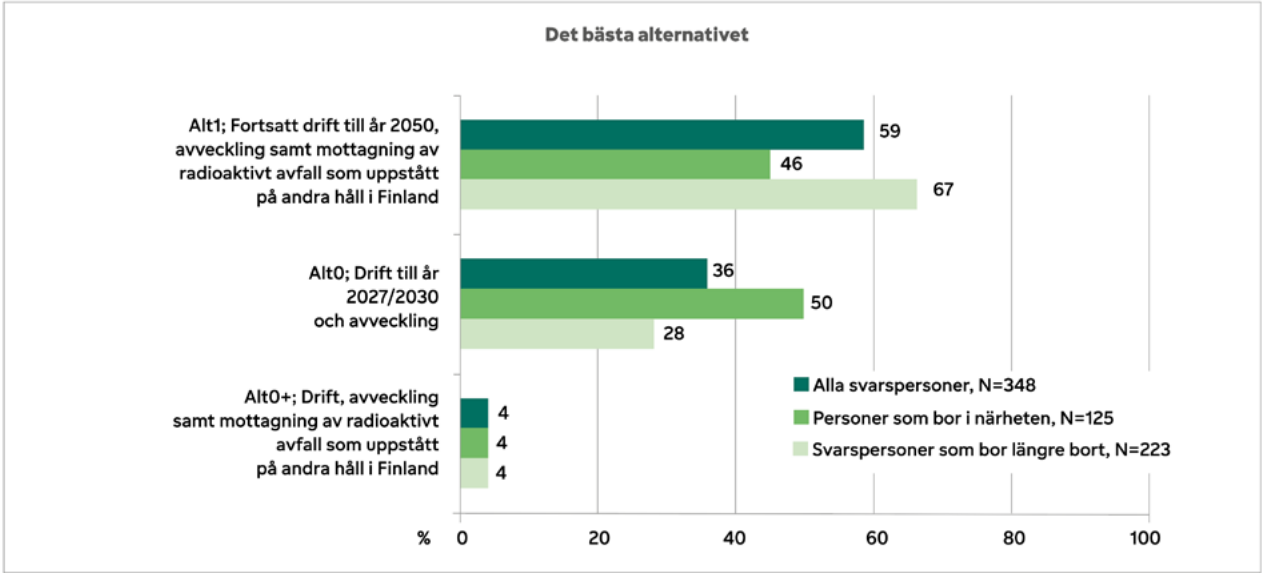


Bild 9-81. Svarspersonernas åsikter om det bästa alternativet. På bilden anges procentandelarna för de grupper som svarat och antalet svarspersoner (N).

Nästan tre fjärdedelar av närinvånarna var negativt inställda till behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk. Över hälften av närinvånarna var också negativt inställda till en utvidgning av slutförvaret för LOMA.

Bland alla som svarade på invånarenkäten var fler för en fortsatt drift än för en avveckling (bild 9-81). I resultaten fanns statistiskt betydelsefulla skillnader mellan närinvånare och svarspersoner som bor längre bort. Bland dem som bor längre bort var en klar majoritet för fortsatt drift, men närinvånarnas svar var mer jämnt fördelade mellan fortsatt drift och en avveckling.

Vid en analys av svarspersonernas åsikter om det bästa projekialternativet, med beaktande av deras inställning till kärnkraft, observerades statistiskt betydelsefulla skillnader mellan svarspersonerna. Bland dem som var positivt inställda till kärnkraft var 78 % för fortsatt drift, medan 34 % var för fortsatt drift bland dem som var neutralt inställda. Bland dem som var negativt inställda till kärnkraft var 86 % för en avveckling, medan 57 % var för en avveckling bland dem som var neutralt inställda. Mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland fick litet understöd bland alla grupper.

På enkätsvaren kan man se att svarspersonernas åsikter har stor variation. Utöver osäkerhet och oro finns det också positiva aspekter på kärnkraftverkets verksamhet.

I flera öppna kommentarer var de som svarade nöjda med kraftverkets nuvarande verksamhet och understödde fort-

satt drift. Kraftverkets positiva betydelse för Lovisa stads ekonomi och sysselsättning framhövdes i flera kommentarer. En del av de svarspersoner som var positivt inställda till fortsatt drift ansåg det viktigt att kärnkraftsexpertisen som finns vid det befintliga kraftverket och som samlats under årens lopp även utnyttjas i den kommande verksamheten. Fortsatt drift av kraftverket ansågs också vara en energiproduktionsform som kan understöd, tills det finns förutsättningar för att ersätta energi som produceras med kärnkraft med förnybara energiformer.

”Jag hoppas att driften av kraftverket fortsätter. Arbetsplatserna vid kraftverket behövs i området. Deponering av kärnavfall här är inte ett lockande alternativ.”

”Elen måste ju produceras någonstans (med så små klimatkonsekvenser som möjligt) och kraftverket i Lovisa finns redan och har fungerat väl, och därför anser jag att fortsatt drift är ett bra alternativ. Förutsatt att ordentligt underhåll och reparationsinvesteringar utförs sakligt under den fortsatta driften.”

”Det lönar sig att så väl som möjligt utnyttja det väl-fungerande kraftverkets hela livscykel, med beaktande av säkerhetsfrågor.”

”Kärnkraftverket är viktigt för Lovisa stad, bland annat med tanke på sysselsättningen. En viktig sak med tanke på framtiden borde vara att utreda om man kan utnyttja värmen i kondensvattnet, till exempel för uppvärmning av fastigheter i Lovisa eller i övriga närliggande städer.”

”Förr var jag osäker och rädd angående säkerheten. Nume-ra litar jag på att säkerheten är maximeras. Alternativen är nog begränsade och få av dem är rena. Vi behöver olika alter-nativ, varav kärnkraften är ett.”

”Lovisa kraftverk har alla förutsättningar att fortsätta en sä-ker produktion av kärnenergi ända till 2050. Det lönar sig också att utnyttja kompetensen för lagring av radioaktivt avfall.”

”Jag understöder inte byggande av ny kärnkraft. Driften vid gamla kraftverk bör emellertid fortsätta så länge som de är säkra och klimatfrågorna eller frågan om huruvida den förnybara energin räcker till har avgjorts.”

På enkätsvaren ser man också hur framför allt utvidgningen av slutförvaret för LOMA samt behandlingen och slutförvaringen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland väckte oro, vilket också märktes i de öppna svaren. I flera av kommentarerna understödde svarspersonerna fort-satt drift till år 2050, utan mottagning av radioaktivt avfall från andra platser. Några av svarspersonerna som lämnade öppna kommentarer hade uppfattningen att radioaktivt avfall från andra kärnkraftverk skulle deponeras i Lovisaom-rådet. Osäkerheter och risker i anknytning till verksamheten vid det åldrande kärnkraftverket och slutförvaringen av an-vänt kärnbränsle framfördes också i åsikterna om MKB-pro-grammet. Ovissheten och osäkerheten kring innehållet i det radioaktiva avfall som ska behandlas och slutförvaras och dess konsekvenser i framtiden kan väcka motstridiga känslor bland svarspersonerna.

”Fortsatt drift till år 2050 är ok, men det räcker med att ta hand om det egna avfallet.”

”En motstridig känsla; energibehovet minskar inte och om/när enheterna i Lovisa upphör, måste energin ändå produce-ras någon annanstans på något annat sätt.”

”Inte heller i Finland är den seismiska stabiliteten perfekt och urberget intakt, varför skulle avfallet placeras vid kusten, där havet skulle kunna förorenas över tid.”

”Vi understöder inte fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk post 2030. Det östra läget och kärnkraftens gammalmodig-het har lett till denna åsikt. Kärnkraften känns onödigt svår och tung också med tanke på slutförvaringen.”

Lovisa kraftverk har varit i drift under lång tid och invånar-na har en uppfattning om konsekvenserna under driften av kraftverket, vilka främst riktas till de närliggande område-na. Kraftverkets konsekvenser för regionens ekonomi och sysselsättning anses vara positiva och och bidrar också till att flera invånare stöder fortsatt drift till år 2050. En del av svarspersonerna som understöder fortsatt drift är emel-lertid negativt inställda till en utvidgning av slutförvaret för LOMA. Projektet leder dels till hopp om positiva effekter på

ekonomin och sysselsättningen och dels till osäkerhet och oro angående exempelvis säkerheten i behandlingen och slutförvaringen av kärnavfall samt verksamhetens conse-kvenser för närområdet.

Den oro eller de förväntningar som människor upplever kan tolkas som konsekvenser eller indikatorer på sådana kon-sekvenser som människor generellt anser är viktiga, efter-som dessa skulle förändra deras livsmiljö. Oron och förvänt-ningarna är vanligen som störst i projektets planeringsskede, då det finns mer rum för spekulationer, planeringen fortfa-rande pågår och alla beslut inte är fattade. När eventuella byggåtgärder, rivningsverksamhet eller annan verksamhet inleds och potentiella konsekvenser börjar realiseras, börjar förväntningarna och oron vanligen att minska, ifall inga negativa konsekvenser uppkommer och man i stället för osäkerhet får mer exakt och konkret information. Upplevel-sen och orons styrka kan påverkas av hur frågor i anknytning till verksamheten vid Lovisa kärnkraftverk eller kärnkraften mer allmänt behandlas i offentligheten och i samhället. Människor kan också ändra uppfattning under projektets gång, till exempel utifrån interaktion, tilläggsinformation, resultat av konsekvensbedömningar och nyheter. Oro eller förväntningar anses som sådana vara sociala konsekvenser, oberoende av resultaten av expertbedömningar eller kunska-perna hos dem som påverkas, eftersom de orsakar specifika konsekvenser för dem som påverkas.

9.19.5 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift

Uppkomsten av konsekvenser

Vid fortsatt drift är konsekvenserna till största delen likadana som i kraftverkets nuvarande verksamhet. Verksamheter som påverkar människors levnadsförhållanden och trivsel är framför allt konsekvensen av utloppet av varmt kylvatten för rekreationsanvändningen i Hästholmsfjärden, kraftverkskonstruktionernas synlighet i landskapet, begränsningarna i användningen av de närliggande områdena på grund av verksamheten, trafiken på vägarna till kraftverksområdet samt sysselsättningseffekten och de regionalekonomiska konsekvenserna, som även reflekteras på befolkningsstrukturen. Sociala konsekvenser är även eventuell oro och eventuella förväntningar bland invånarna på grund av den fortsatta driften samt konsekvenser för den lokala identiteten. Under den fortsatta driften kan eventuella ändringsarbeten och tilläggsbyggnation utföras på området, och dessa kan orsaka vibrations- och bullerkonsekvenser, konsekvenser för landskapet och luftkvaliteten samt trafikkonsekvenser i omgivningen kring kraftverket.

De sociala konsekvenserna vid fortsatt drift är främst likadana som i kraftverkets nuvarande verksamhet, men fortsätter i cirka 20 år efter att den nuvarande tillståndsperioden har löpt ut, det vill säga till cirka 2050.

I invånarenkäten ansåg svarspersonerna att de mest negativa konsekvenserna för närområdet av kraftverkets nuvarande verksamhet var konsekvensen för landskapet, konsekvenserna av utloppet av varmt kylvatten och konsekvenserna för boendetrivseln och fisket.

Byggandet av kraftverket har förändrat Hästholmen och dess omgivning sedan 1970-talet och kraftverket har varit ett synligt element i landskapet under flera årtionden. En del av dem som bor och semestrar i området har under årens lopp vant sig vid att kraftverket syns i landskapet, men i invånarenkäten upplevde nästan hälften av närinvånarna fortfarande att kraftverkets konsekvenser för landskapet var negativa. Även den starka belysningen på kraftverksområdet upplevdes som bländande. Förutom till fritidsbostädernas gårdar kan kraftverket även synas i landskapet när invånare och andra rekreationsanvändare använder vattenområdena kring kraftverket, till exempel för båtliv eller fritidsfiske. I alternativet med fortsatt drift är konsekvenserna för landskapet till största delen oförändrade jämfört med nuläget. Landskapsförändringarna på grund av nya byggnader som eventuellt byggs på området är små och gäller främst omgivningen kring kraftverket (se kapitel 9.3).

Konsekvenserna av den fortsatt driften av kraftverket för boendetrivseln i närområdet samt för användningen av vattenområden och närliggande rekreationsobjekt, såsom Svartholms sjöfästning och Källa lägerområde, liknande som i nuläget. Den olägenhet som invånarna eventuellt upplever är oförändrad.

Utsläppet av kylvatten i Hästholmsfjärden har påverkat livet för dem som bor och semestrar i områdena kring kraftverket under flera årtionden. Enligt bedömningen av konsekvenserna för vattendragen (se kapitel 9.3) har värmebelastningen på grund av kylvattnet påverkat istäckets storlek och kan för sin del ha bidragit till att öka eutrofieringen även i Hästholmsfjärden. Förvisso har eutrofieringen också ökat allmänt i hela Finska viken. Enligt bedömningen av konsekvenserna för vattendragen kan kylvattnets värmande effekt på lång sikt öka eutrofieringen i ringa mån lokalt och framför allt i Hästholmsfjärden. Utöver värmebelastningen kan även allt fler milda vintrar påverka istäckets storlek och användningen av havsområdet vintertid. Utifrån bedömningen av konsekvenserna för fiskfaunan (se kapitel 9.17) gynnas till exempel abborre, gös och mörtfiskar av den höjda temperaturen, eftersom tillväxtsäsongen blir längre. Samtidigt kan den höjda temperaturen leda till att främmande arter sprids till området. Dessa kan tränga ut lokala fiskarter.

Om utsläppet av varmt kylvatten fortsätter, är rekreationsvärdet i områdets vattendrag och boendetrivseln vid strandområdena i huvudsak oförändrade jämfört med nuläget, men

om man också beaktar eventuella konsekvenser av klimatförändringen kan rekreationsvärdet vid exempelvis Hästholmsfjärden försämras något i framtiden, i synnerhet i fråga om isläget. Det försämrade isläget kan leda till färre möjligheter att röra sig på isen och isfiska.

Enligt planerna kommer kraftverkets bruksvatten fortfarande att anskaffas från Lappomträsket antingen helt och hållet som i nuläget eller också kommer vattentäkten i Lappomträsket att delvis ersättas med annan anskaffning av bruksvatten. Enligt bedömningen av konsekvenserna för vattendragen bedöms inte den fortsatta driften medföra några konsekvenser för Lappomträskets nuvarande tillstånd.

Trafikkonsekvenserna av den nuvarande verksamheten är som störst sommartid under de årliga underhållsavställningarna, då en del av invånarna har upplevt att trafiksäkerheten har försämrats på grund av ökningen av trafikmängden till kraftverket. De årliga underhållsavställningarna pågår i 2–8 veckor mellan juli och oktober. Enligt bedömningen av trafikkonsekvenserna (se kapitel 9.4) skulle konsekvenserna vid fortsatt drift vara likt konsekvenserna av den nuvarande verksamheten. Även enligt bedömningen av buller- och vibrationskonsekvenserna (kapitlen 9.5 och 9.6) är konsekvenserna i huvudsak oförändrade, men under eventuell tilläggsbyggnation kan det uppstå tillfälligt buller eller vibrationer. En del av närinvånarna har upplevt ett surrande ljud från kraftverket, och ljuden under de årliga underhållsavställningarna har upplevts som störande. Den olägenhet som invånarna eventuellt upplever är oförändrad. Eventuell tilläggsbyggnation kan orsaka ytterligare olägenheter i någon mån.

Enligt bedömningen av de regionalekonomiska konsekvenserna (se kapitel 9.13) är näringslivsstrukturen ensidig och arbetslösheten hög i Lovisaområdet. Den fortsatta driften skulle ha en positiv effekt på sysselsättningen både i Lovisa ekonomiska region och även på ett större område. Den fortsatta driften kan medföra positiva konsekvenser för områdets befolkningsstruktur, om verksamheten vid kraftverket sysselsätter den arbetsföra befolkningen och får dem att stanna kvar i området.

Kring kraftverket finns en 5 km stor skyddszon, där det inte får finnas känsliga objekt, såsom skolor eller hälsovårdscentraler. Därtill övervakas havsområdet kring kraftverket och det är förbjudet att stiga iland på kraftverksområdet. Om driften fortsätter är begränsningarna oförändrade. På mindre än 5 km avstånd från kraftverket finns knappt 500 fritidsbostäder, varav en del används året runt. I kraftverkets närområde finns många långvariga invånare, eftersom cirka hälften av dem som svarade på enkäten uppgav att de hade bott eller semestrat i området i över 40 år. En del av närinvånarna bedömde att kraftverkets nuvarande verksamhet påverkar fastigheternas värde negativt. Närheten till kraftverket och osäkerheten om framtiden kan reflekteras på fastigheternas attraktionskraft, i synnerhet i kraftverkets närområden.

Riskerna i anknytning till verksamheten vid kärnkraftverket kan leda till oro om kärnsäkerheten både i närområdet och bland Finlands befolkning och även utanför statens gränser. Kärnsäkerheten beskrivs mer ingående i kapitlen 7.5–7.8, konsekvenserna av en allvarlig reaktorolycka i kapitel 9.21 och andra avvikelser eller olyckor i kapitel 9-22. Om driften fortsätter, fortsätter även oron över olycksrisker och oron kan öka när kraftverket åldras. Den fortsatta driften ökar även mängden använt kärnbränsle som ska mellanlagras på området och mängden låg- och medelaktivt avfall som ska slutförvaras i slutförvaret för LOMA, vilket kan öka eventuell oro över säkerhetsriskerna i anknytning till avfallshantering.

I fråga om de sociala konsekvenserna bedöms förändringens omfattning som helhet vara liten negativ vid fortsatt drift, med beaktande av de extra åren som kraftverket är i drift.

9.19.6 Miljökonsekvenserna vid en avveckling

Uppkomsten av konsekvenser
I avvecklingsfasen uppkommer konsekvenser för levnadsförhållandena och trivseln främst på grund av schaktningen av slutförvaret för LOMA, krossningen och transporten av schaktmassor, rivningen av byggnader och eventuell krossning av betong samt på grund av den tunga trafiken såväl på kraftverksområdet som på vägarna till kraftverket. Mängden varmt kylvatten som leds till Hästholmsfjärden och värmebelastningen minskar och upphör slutligen, vilket påverkar rekreationsanvändningen. När verksamheten vid kraftverket upphör, kan detta förändra den lokala identiteten. Sociala konsekvenser är även eventuell oro och eventuella förväntningar bland invånarna till följd av avvecklingen.

Kraftverkets nuvarande verksamhet har pågått under lång tid. Även om i synnerhet en del av dem som bor och semestrar i närområdet har upplevt olägenheter av den nuvarande verksamheten, har konsekvenserna av den nuvarande verksamheten i huvudsak varit oförändrade. En avveckling av kraftverket orsakar en tydlig och observerbar förändring i verksamheten på kraftverksområdet och i dess konsekvenser i de olika faserna av avvecklingen. I helhet pågår de olika avvecklingsfaserna i flera decennier. Förändringen som sker under lång tid kan ge upphov till osäkerhet om framtiden bland invånarna och därtill hörande oro och förväntningar.

Lovisa kraftverk är Finlands första kärnkraftverk. Det har funnits på området sedan 1970-talet och har blivit en del av Lovisaområdets identitet. När kraftverket avvecklas och elproduktionen upphör, kan detta förändra den lokala identiteten. Förändringarna kan vara både positiva och negativa och påverkas av att avvecklingen pågår under lång tid. Planerna i anknytning till avvecklingen och de framtida förändringar i

verksamheten som avvecklingen medför kan väcka oro bland invånarna om förändringens konsekvenser för Lovisaregionens livskraft, eftersom både nackdelarna och fördelarna med verksamheten upphör när avvecklingen har slutförts.

Utvidgning av slutförvaret för LOMA

Utvidgningen av slutförvaret för LOMA pågår enligt uppskattning i cirka tre år och utförs medan kraftverket fortfarande är i drift. Sprängarbeten under utvidgningen och eventuell krossning av schaktmassor och transport av schaktmassorna för mellanlagring, antingen på kraftverksområdet eller på annan plats, orsakar buller-, trafik-, vibrations- och dammkonsekvenser.

Enligt bedömningen av vibrationskonsekvenserna planeras sprängningarna så att kraftverket och det radioaktiva avfall som redan finns i slutförvaret inte tar skada. De ökade tunga transporterna kan öka vibrationerna från trafiken något alldeles intill vägarna. Vibrationskonsekvenserna under avvecklingen har bedömts vara små negativa. Även buller och damm som sprids utanför kraftverksområdet till följd av sprängningarna inuti berget bedöms vara ringa.

Även om vibrationerna och bullret från sprängningarna inte bedöms inverka negativt på boendet eller rekreationsanvändningen, kan oro emellertid väckas bland invånarna angående konsekvenserna av sprängningarna. Den störning som människor upplever av vibrationerna beror dels på hur stora enbart vibrationerna är och dels på de förhållanden under vilka vibrationerna observeras. Upplevelsen av vibrationer är individuell. Vibrationer kan upplevas som störande i synnerhet om även bullret från vibrationskällan upplevs som störande.

Enligt bedömningen av bullerkonsekvenserna är den största bullerkällan vid utvidgningen av slutförvaret för LOMA transporterna av schaktmassor. Om schaktmassorna därtill krossas ovan jord, och inte under jord i slutförvaret, kan bullret tillfälligt höras på närliggande öar och på fastlandet. Krossningen av schaktmassorna pågår inte kontinuerligt, utan utförs tidvis vid behov. Om schaktmassorna mellanlagras på kraftverksområdet, orsakar detta tillfälliga bullerkonsekvenser i den närmaste omgivningen. Om schaktmassorna transporteras till en annan plats för mellanlagring, ökar trafiken buller- och vibrationskonsekvenserna och konsekvenserna för luftkvaliteten längs transportlederna.

Exempelvis i samband med lastning av fordon uppstår sporadiska smällar, som är kortvariga men som kan upplevas som mycket störande. Det samma gäller ljuden av arbetsmaskinernas backlarm. Hur man upplever buller är subjektivt och därför avviker individernas ljudupplevelser utgångsmässigt från varandra. På bullerupplevelsen inverkar också bland annat förväntningar och förhoppningar om ljudlandskapet i omgivningen. Den störning som bullret orsakar beror dels på bullrets akustiska egenskaper och dels på faktorer i anknytning till situationen och förhållandena, såsom den exponerade personens levnadsförhållanden och individens

möjligheter att påverka bullerkällan samt psykologiska faktorer i anknytning till bullret, såsom förutfattade meningar och inställning till bullerkällan samt relaterade rädslor och oro (Jauhiainen m.fl. 2007). På stränderna kring de vattenområden som omger kraftverket finns många fritidsbostäder och vattenområdena används för rekreation. Därför är det sannolikt att åtminstone en del av fritidsinvånarna kan uppleva ljuden från den tunga trafiken och arbetsmaskinerna på kraftverksområdet som störande.

Enligt bedömningen av bullerkonsekvenserna drar man vid planeringen av verksamheten nytta av erfarenheter från den tidigare schaktningen av slutförvaret för LOMA på kraftverksområdet. Bullerkonsekvenserna och metoderna för att minska dem är kända och man planerar verksamheten utgående från dessa så att bullerkonsekvenserna kan lindras. Mellanlagringen av schaktmassorna på eller utanför kraftverksområdet pågår i cirka 30–40 år. Om schaktmassorna mellanlagras på kraftverksområdet, orsakar detta små negativa konsekvenser enligt bedömningen av landskapskonsekvenserna. Konsekvenserna av utvidgningen av slutförvaret för LOMA för levnadsförhållandena och trivseln bedöms vara små negativa.

1:a rivningsfasen

I den 1:a rivningsfasen rivs största delen av de aktiverade och kontaminerade delarna. Rivningsfasen uppskattas pågå i cirka 7 år. En bedömning av strålningseffekterna vid rivningen finns i kapitel 9.10.5.

De konsekvenser som kan observeras utanför kraftverksområdet i rivningsfasen är i synnerhet buller- och trafikkonsekvenser. Exempelvis ljuden av arbetsmaskinerna kan spridas utanför området. Enligt bedömningen av trafikkonsekvenserna ökar trafikmängden i den 1:a rivningsfasen jämfört med nuläget och kan tillfälligt på sin höjd jämföras med trafikmängden under de årliga underhållsavställningarna vid den nuvarande driften av kraftverket. I synnerhet fast bosatta invånare och fritidsinvånare kan uppleva att den ökade trafiken försämrar trafiksäkerheten och påverkar trafikens smidighet på vägarna till kraftverket. I nuläget har konsekvenserna av den ökade trafiken inträffat under de årliga underhållsavställningarna, men i rivningsfasen inträffar trafikkonsekvenserna under olika årstider.

Enligt bedömningen av konsekvenserna för vattendragen minskar kylvattenbehovet och värmebelastningen när driften av kraftverksenheterna upphör till en bråkdel av utsläppet under driften. De positiva konsekvenserna som förändringen för med sig för den marina miljöns status i synnerhet i Hästholmsfjärden kan på lång sikt ha en positiv inverkan på rekreationsanvändningen av vattenområdet året om och boendetrivseln vid strandfastigheterna. Konsekvenserna är små positiva.

Enligt bedömningen av konsekvenserna för vattendragen är förändringarna i vattentäkten i Lappomträsket i

avvecklingsalternativet först mycket små och vattentäkten fortsätter som i nuläget. Om regleringen eventuellt upphör i framtiden då vattentäkten upphör, kan detta orsaka små negativa konsekvenser för vattenkvaliteten. Utifrån de nuvarande uppgifterna är det inte möjligt att bedöma konsekvenserna av att regleringen eventuellt upphör för rekreationsanvändningen av Lappomträsket och boendetrivseln vid strandfastigheterna.

Konsekvenserna av den 1:a rivningsfasen för levnadsförhållandena och trivseln bedöms vara måttliga negativa.

Drift av självständiga anläggningsdelar, 2:a rivningsfasen och förslutning av slutförvaret för LOMA

Enligt expertbedömningen är de buller-, damm- eller vibrationskonsekvenser som eventuellt uppkommer på kraftverksområdet under driften av de självständiga anläggningsdelarna, som pågår under flera decennier, så små att de inte bedöms påverka boendetrivseln vid de närmaste fasta bostäderna eller fritidsbostäderna eller rekreationsanvändningen av vattenområdena.

Under driften av de självständiga anläggningsdelarna transporteras det använda kärnbränslet som mellanlagrats på kraftverksområdet stegvis från Lovisa till Olkiluoto i Euraåminne, antingen per landsväg eller som en kombination av landsväg-fartyg-landsväg. När lagringen av det använda kärnbränslet upphör på kraftverksområdet i Lovisa, upphör också eventuell oro över riskerna med lagringen. Oron över säkerheten i transporterna av det använda kärnbränslet och slutförvaringen i Olkiluoto i Euraåminne kan emellertid ge upphov till sociala konsekvenser på ett större område än kraftverkets närområde. Konsekvenserna av behandlingen, transporterna och slutförvaringen av det använda kärnbränslet beskrivs i kapitel 9.10.5.1. I normala fall är strålningsexponeringen för människor och miljö på grund av transporterna av använt kärnbränsle mycket liten och den extra exponeringen kan i praktiken inte särskiljas från exponeringen på grund av bakgrundsstrålningen i miljön. Långtidssäkerheten vid slutförvaringen av använt kärnbränsle i Olkiluoto i Euraåminne beskrivs i kapitel 9.10.5.1.

Buller- och vibrationskonsekvenser uppstår i den fas då de självständiga anläggningsdelarna rivs (2:a rivningsfasen) och slutförvaret för LOMA försluts. Om de schaktmassor som uppkommit under utvidgningen av slutförvaret för LOMA mellanlagras på kraftverksområdet, finns det inget behov av att transportera schaktmassor från platser utanför kraftverksområdet i förslutningsfasen. Om schaktmassorna mellanlagras på en annan plats, ökar de tunga transporterna något och olägenheterna av dessa längs transportlederna i förslutningsfasen.

Om avvecklingen genomförs enligt brownfieldprincipen medför den inga betydande konsekvenser för landskapet i

närområdet, eftersom byggnaderna lämnas kvar på kraftverksområdet.

Enligt bedömningen av de regionalekonomiska konsekvenserna (se kapitel 9.13) upphör de positiva konsekvenserna som driften medfört för Lovisaregionens ekonomi och sysselsättning när kraftverket avvecklas. Samtidigt uppstår ny efterfrågan för företagen i Lovisa ekonomiska region. Konsekvenserna under drifttiden och konsekvenserna vid en avveckling gäller emellertid främst olika sektorer och aktörer, vilket innebär att konsekvenserna är positiva för en del aktörer och negativa för andra aktörer. De positiva konsekvenserna upphör när verksamheten har upphört i slutet av avvecklingsfasen.

Konsekvenserna av driften av de självständiga anläggningsdelarna och konsekvenserna av rivningsfasen för levnadsförhållandena och trivseln bedöms vara måttliga negativa, innan de blir små positiva då slutförvaret för LOMA förslutits.

Färdigställande av rivningen samt landskapsarbeten

I 1:a och 2:a rivningsfasen har alla byggnader och konstruktioner som innehåller radioaktivitet på området rivits (brownfieldprincipen). Om även resten av byggnaderna på kraftverksområdet rivs enligt greenfieldprincipen, uppstår i synnerhet buller- och trafikkonsekvenser under de konventionella rivningsarbetena. Den åtgärd som ger upphov till det kraftigaste bullret är krossningen av betong, som utförs tidvis. Bullret från detta kan höras på närliggande öar och på fastlandet och försämrar boendetrivseln samt påverka rekreationsanvändningen av vattenområden, närliggande öar och stränder negativt. Genom att exempelvis välja krossningsplats och med hjälp av dimensionerade bullerskydd kan bullerkonsekvenserna av verksamheten emellertid lindras. Även ljuden från arbetsmaskinerna kan upplevas som störande. Enligt bedömningen av konsekvenserna för luftkvaliteten (se kapitel 9.7) orsakar rivningsarbetena och betongkrossningen en del damm- och avgasutsläpp, men dessa bedöms främst påverka Hästholmen och transportlederna som används av den tunga trafiken. Eventuella vibrationer av rivningsverksamheten är små och bedöms inte medföra några olägenheter för boendet eller rekreationsanvändningen.

Rivningen av byggnaderna påverkar både när- och fjärrlandskapet. Kraftverkskonstruktionerna är ett synligt element i landskapet och rivningen av dessa påverkar landskapet positivt. På grund av avvecklingens långa tidsspann minskar de positiva landskapskonsekvenserna, eftersom rivningsarbetet utförs stegvis och landskapet förändras under flera decennier. Rivningen av kraftverkets byggnader kan också upplevas negativt, eftersom kraftverket har blivit en del av områdets landskapsbild och den byggda miljön.

Om alla kraftverkskonstruktioner och byggnader rivs slutgiltigt vid avvecklingen och landskapet på området återställs enligt greenfieldprincipen, har detta en större positiv effekt på boendetrivseln och rekreationsanvändningen i närområdet än om konstruktionerna rivs delvis enligt brownfieldprincipen.

Konsekvenserna av de konventionella rivningsåtgärderna bedöms vara måttliga negativa, innan de blir *måttliga positiva* tack vare landskapsarbetena.

9.19.7 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Enligt invånarenkäten var invånarna negativt inställda till att Lovisa kraftverk tar emot radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och till slutförvaringen av detta i slutförvaret för LOMA. Svarspersonerna var oroliga över konsekvenserna, även om andelen radioaktivt avfall från andra platser i Finland på sin höjd skulle uppgå till 2 % av den totala avfallsmängden som uppkommer vid kraftverket.

Oron och den negativa inställningen kan delvis bero på att det är svårt att förstå det radioaktiva avfallets beskaffenhet, mängden avfall eller riskerna i anknytning till behandlingen. Alla känner inte till förfarandena kring behandlingen och slutförvaringen av det radioaktiva avfallet. Radioaktivt avfall som förs till Lovisa kraftverk från andra platser i Finland kan också upplevas som en extra och onödig olägenhet, eftersom det inte har utnyttjats för elproduktion på samma sätt som det använda kärnbränslet vid kraftverket.

Enligt bedömningen av andra konsekvenser medför inte transporterna, behandlingen och slutförvaringen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland några sådana konsekvenser som skulle kunna påverka människors levnadsförhållanden och trivsel. Även om det inte skulle finnas några realistiska grunder för ytterligare oro bland invånarna, är oron emellertid en faktiskt social konsekvens, vars omfattning bedöms vara liten negativ.

9.19.8 Konsekvensernas betydelse

I tabell 9-69 bedöms konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfattning (se kapitel 9.1.4).

9.19.9 Lindring av negativa konsekvenser

Mycket av oron i anknytning till produktionen av kärnenergi hänger ihop med strålsäkerheten. Eventuella förändringar i den nuvarande verksamheten, till exempel en utvidgning av slutförvaret för LOMA eller en rivning av reaktorbyggnaderna, kan öka oron. Genom information och interaktion är det möjligt att delvis minska ogrundad oro, rädsla och osäkerhet. Även mottagning, behandling och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk har väckt oro bland invånarna. För att lindra oron är det viktigt med tydlig kommunikation. Frågan kan konkretiseras genom att använda åskådliga exempel om kvaliteten och mängden på det avfall som tas emot, samt om betydelsen av en säker behandling, mellanlagring och slutförvaring. Ökad kunskap hjälper människor att förstå hurdant avfall som eventuellt skulle mottas. Samma principer fungerar också i kommunikationen om behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstår vid kraftverket. Genom att tillhandahålla verifierade uppgifter, uppgifter från övervakning samt öppen informering, minskar man även spridningen av felaktig eller förvanskad information samt uppkomsten av rykten som väcker oro. Å andra sidan kan eventuella olägenheter under verksamheten följas upp bättre med tillräcklig tillgång till information och det är möjligt att reagera på dessa, om det redan finns en fungerande kommunikationskanal till det omgivande samhället. Olägenheter under de planerade verksamheterna kan delvis minskas genom planering, och metoder för att lindra negativa konsekvenser har granskats mer ingående bland annat i kapitlen om bedömning av buller-, damm-, vibrations- och trafikkonsekvenser, utsläpp av radioaktiva ämnen och strålning.

9.19.10 Osäkerhetsfaktorer

Konsekvenserna för levnadsförhållandena och trivseln är subjektiva och bundna till objekt och person, liksom även till tid och plats. Vid konsekvensbedömningen är man tvungen att behandla enskilda invånares, med andra ord konsekvensobjekts, åsikter och tankar på en mer allmän nivå, vilket betyder att en del av informationen på individnivå försvinner. Å andra sidan skulle det vara omöjligt att genomföra konsekvensbedömningen på individnivå, och därför är det oundvikligt att generalisera informationen i någon grad. Fördelningen av de planerade verksamheterna på en lång tidsperiod ökar osäkerheten i bedömningen, i synnerhet vid bedömningen av konsekvenser som sker om flera tiotal år. Till exempel framtida globala fenomen och teknisk utveckling ökar osäkerheten.

Genom att dokumentera bedömningsprocessen strävar man efter att minimera osäkerhetsfaktorer i anknytning till subjektivitet, så att den som läser bedömningen kan avgöra på vad den som gjort bedömningen har grundat sina resonemang. Eventuella osäkerheter i bedömningen av andra konsekvenser kan upprepas i bedömningen av de sociala konsekvenserna till den del de påverkar trivseln i boende- och livsmiljön.

9.20 MÄNNISKORS HÄLSA

9.20.1 De viktigaste resultaten av bedömningen

Under både fortsatt drift och avveckling uppkommer bland annat buller, vibrationer, avgasutsläpp och damm, precis som i kraftverkets nuvarande verksamhet. Verksamheten på kraftverksområdet bedöms inte orsaka några direkta sanitära olägenheter för invånarna i närområdet. Avgasutsläppen och dammet från vägtrafiken begränsas till närheten av vägarna och därför är exponeringen för icke-radioaktiva sanitära olägenheter ringa.
Konsekvenserna av radioaktiva utsläpp för strålningsbelastningen i den omgivande naturen vid normal drift bedöms fortfarande vara mycket små, precis som i nuläget, och inga direkta sanitära olägenheter uppstår. Rivningsmetoderna som används vid en avveckling väljs så att utsläppsgränserna som myndigheterna fastställt för radioaktiva ämnen underskrids, vilket innebär att sanitära olägenheter inte uppstår.
Behandling eller transport av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland bedöms inte orsaka några icke-radioaktiva hälsokonsekvenser. Endast den personal som hanterar avfallet utsätts för strålningsexponering, och stråldoserna ligger långt under de fastställda dosgränserna.

9.20.2 Bakgrundsinformation och bedömningsmetoder

Syftet med bedömningen av hälsokonsekvenserna är att utreda sannolika direkta och indirekta sanitära olägenheter, som kan uppstå vid fortsatt drift eller avveckling. Sanitär olägenhet definieras i hälsoskyddslagen (763/1994) som en sjukdom som kan konstateras hos människan, en annan hälsostörning eller en sådan faktor som kan minska sundheten i befolkningens eller individens livsmiljö. Allmänna grunder för att identifiera betydande hälsokonsekvenser:

- allvarlighetsgrad (dödsfall, skada, risk för epidemi, sjukdom, sjukdomssymtom, sömnstörningar)
- tidsmässig variation (tim-, dygns- och årstidsvariation)
- varaktighet (permanent, år, månader)
- konsekvenser för särskilda grupper (barn, äldre, sjuka, individer som är känsliga för olika exponeringar)
- exponeringssätt (via huden, inandning, förtäring, sinnesorgan)
- antal personer som exponeras (en person – hela befolkningen i influensområdet).

Tabell 9-69. Konsekvensernas betydelse: människors levnadsförhållanden och trivsel.

Konsekvensernas betydelse: människors levnadsförhållanden och trivsel			
Toimintavaihe	Känslighet	Omfattning	Betydelse
Fortsatt drift	Måttlig	Liten negativ	Konsekvensernas betydelse är liten negativ, eftersom konsekvenserna för människors levnadsförhållanden och trivsel fortsätter i cirka 20 år till. Utsläppet av varmt kylvatten i kombination med de förändringar som klimatförändringen för med sig kan påverka rekreativvärdet i områdets vattendrag, främst i Hästholmsfjärden. I övrigt förblir konsekvenserna och den olägenhet som människor upplever till största delen oförändrade jämfört med nuläget. Eventuell tilläggsbyggnation kan orsaka ytterligare olägenheter i någon mån. Vid fortsatt drift fortsätter människornas eventuella oro över säkerhetsrisker, och denna oro kan öka då avfallsmängderna ökar och kraftverket åldras. Den fortsatta driften kan medföra positiva konsekvenser för områdets befolkningsstruktur.
Avveckling: <i>Utvidgning av slutförvaret för LOMA</i> <i>1:a rivningsfasen</i> <i>Drift av anläggningsdelar som blir självständiga</i> <i>2:a rivningsfasen</i>	Måttlig	Måttlig negativ	Konsekvensernas betydelse är måttlig negativ, eftersom en avveckling av kraftverket orsakar en tydlig och observerbar förändring i verksamheten på kraftverksområdet. De olika avvecklingsfaserna pågår i helhet i flera decennier, vilket kan ge upphov till osäkerhet om framtiden bland invånarna och därtill hörande oro och förväntningar. Under avvecklingen kan det tidvisa buller som verksamheten ger upphov till påverka i synnerhet boendetrivseln bland sommarstugeägare i kraftverkets närområde och fritidsupplevelsen bland dem som använder vattenområden och stränder. Den ökade trafiken i den aktivaste rivningsfasen kan försämra trafiksäkerheten i närområdet och påverka trafikens smidighet. Mellanlagringen och transportererna av använt kärnbränsle kan medföra oro över säkerhetsriskerna. I synnerhet transportererna kan orsaka oro på ett större område. Om kraftverket avvecklas och elproduktionen upphör kan detta förändra den lokala identiteten och leda till oro över förändringens konsekvenser för Lovisaregionens livskraft.
Avveckling: <i>Efter förslutningen av slutförvaret för LOMA</i>	Måttlig	Liten positiv	Konsekvensernas betydelse är liten positiv, eftersom verksamheten vid kärnkraftverket upphör på området. När verksamheten på kraftverksområdet upphör, upphör även oron över eventuella risker för en olycka eller andra avvikelser i anknytning till verksamheten. När driften upphör minskar kylvattenbehovet och värmebelastningen till en bräkdel under driften av de självständiga anläggningsdelarna och upphör slutligen helt. De positiva konsekvenserna som förändringen för med sig för den marina miljös status i Hästholmsfjärden kan på lång sikt ha en positiv inverkan på rekreativ användningen av vattenområdet året om och boendetrivseln vid strandfastigheterna. Om alla kraftverkskonstruktioner och byggnader rivs slutgiltigt vid avvecklingen och landskapet på området återställs enligt greenfieldprincipen, har detta en större positiv effekt på boendetrivseln och rekreativ användningen i närområdet än om konstruktionerna rivs delvis enligt brownfieldprincipen.
Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland	Måttlig	Liten negativ	Konsekvensernas betydelse är liten negativ, eftersom mottagningen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk orsakar oro bland invånarna, även om verksamheten inte direkt ger upphov till några egentliga konsekvenser för människors levnadsförhållanden och trivsel.

En del projekt kan också orsaka lindriga och/eller tillfälliga konsekvenser för människor och deras livsmiljö. Sådana är till exempel olägenheter för trivseln på grund av buller och lukt som emellertid inte anses vara sanitära olägenheter. Konsekvenser av avvikelser och olyckor behandlas separat i kapitlen 9.21 och 9.22.

Hälsokonsekvenserna kan vara direkta eller indirekta. Konsekvensvägar vid exponering för direkta sanitära olägenheter kan bland annat vara huden, matsmältningen, andningsorganen, sinnesorganen, blodcirkulationsorganen, skelettet och musklerna samt de inre organen och nervsystemet. Konsekvensvägar vid exponering för indirekta sanitära olägenheter kan bland annat vara inandningsluft, hushållsvatten, livsmedel, boendeförhållanden, arbetsförhållanden, motion, vila och rekreation samt hobbyverksamhet. Sett ur detta perspektiv är hälsa ett mycket omfattande begrepp.

De icke-radioaktiva hälsokonsekvenserna bedömdes främst utifrån resultaten av bedömningen av buller- och vibrationskonsekvenserna och konsekvenserna för luftkvaliteten. Storleken på konsekvenserna jämfördes med kända gräns- och riktvärden samt med andra nyckeltal. Gräns- och riktvärden som grundar sig på forskning fastställer en exponerings- och koncentrationsgräns för att förhindra sanitära olägenheter. Om gräns- och riktvärdena överskrids orsakar detta sannolikt hälsokonsekvenser hos en del av dem som exponerats, medan det är osannolikt att konsekvenser uppstår om de underskrids. I granskningen beaktades att konsekvenserna främst når de närmaste bosättningarna, fritidsbostäderna, vandringslederna och rekreationsområdena. Hälsokonsekvenserna bedömdes i form av ett expertutlåtande.

Bedömningen av de sanitära olägenheterna på grund av bullerkonsekvenser bygger på projektets planeringsuppgifter och resultaten av de bullermätningar som gjorts tidigare i omgivningen kring kraftverksområdet under 2013, 2017 och 2020 (se kapitel 9.5) samt på tidigare erfarenheter av bullerutsläpp vid bygg- och rivningsarbeten samt schaktning. Resultaten har jämförts med de gränsvärden som fastställts i kraftverkets miljötillstånd.

I fråga om vibrationer har vibrationskonsekvenserna på grund av schaktningen av slutförvaret för LOMA, rivningsåtgärderna och transporterna beaktats. Vid bedömningen av vibrationerna har eventuella störningskonsekvenser som upplevs av människor beaktats. Vibrationernas betydelse har bedömts i form av ett expertutlåtande utifrån information och erfarenheter från tidigare motsvarande schaktningsprojekt och de tidigare schaktningsarbetena i slutförvaret för LOMA.

Bedömningen av eventuella sanitära olägenheter på grund av konsekvenserna för luftkvaliteten gjordes i form av ett expertutlåtande. Därtill bedömdes olika utsläppskällor och sannolika fysikaliska och kemiska egenskaper hos utsläppen från dessa källor med tanke på hälsokonsekvenserna. Utsläppen från kraftverkets nöddieselgeneratorer och dieselreservkraftverk bedömdes utifrån drifttiderna och den uppskattade bränsleförbrukningen. Dessutom beaktades

avgasutsläpp från trafiken samt sådana utsläpp från schaktning och rivning som uppstår vid en avveckling.

Utöver de icke-radioaktiva sanitära olägenheterna bedömdes stråldosen genom beräkning. Utsläppen av radioaktiva ämnen och strålningen granskas mer ingående i kapitel 9.8 och hälsokonsekvenserna på grund av strålningen beskrivs på allmän nivå i kapitel 7.2. I detta kapitel beskrivs kortfattat utifrån ovan nämnda kapitel den teoretiska strålningsexponeringen och dess hälsokonsekvenser. Vid konsekvensbedömningen granskas stråldosen till följd av normal drift genom att jämföra den med gränsvärdet för årsdosen för en individ i befolkningen (0,1 mSv). Eventuella olyckor och avvikelser samt olägenheterna på grund av dessa bedöms separat i kapitlen 9.21 och 9.22.

9.20.3 Bakgrundsinformation om hälsokonsekvenserna

9.20.3.1 Buller

Exponering för buller kan påverka människors hälsa eller trivsel. Den störning som bullret upplevs orsaka beror på den påverkades egenskaper: ålder, kön, sjukdomsbild eller annan sårbarhet. Buller som upplevs som störande kan orsaka negativa hälsokonsekvenser. Förutom luftföroreningar är omgivningsbuller ett av Europas största miljöproblem, eftersom det är en stressfaktor och dess effekt fortfarande inte är helt känd. Det är emellertid känt att bullerexponering orsakar fysiologisk stress, som bland annat har kopplats till riskfaktorer för hjärt- och kärlsjukdomar samt sömnstörningar. Stressreaktionen är ofta undermedveten, men den kan förstärkas av en medveten upplevelse av störande buller.

Enligt statsrådets beslut (993/1992) får bullrets vägda medelljudnivå (LAeq) på bostadsområden vara 55 dB dagtid (kl. 7–22) och 50 dB nattetid (kl. 22–7). Vid fritidsbebyggelse är motsvarande medelljudnivåer dagtid 45 dB och nattetid 40 dB. Riktvärdena för bostadsområden anses vara hälso-baserade, eftersom exponeringen är kontinuerlig. De lägre riktvärdena för fritidsbostadsområden beror på olägenheter för rekreationsanvändningen och förväntningar om ljudlandskapet på dessa områden. Enligt tillståndsvillkoren i miljötillståndet för Lovisa kraftverk får bullret som driften av kraftverket ger upphov till dagtid inte överskrida 45 dB och nattetid 40 dB vid fritidsbostäder, med undantag för buller som uppstår vid lagstadgade tester.

9.20.3.2 Vibrationer

Den störning som människor upplever av vibrationer beror förutom på hur stora enbart vibrationerna är också på de förhållanden under vilka vibrationerna observeras. Till exempel är vibrationer mer störande för människor nattetid. Förutom tiden på dygnet beror detta också på att vibrationer observeras lättare vid vila och när man ligger vågrätt. Buller som upplevs samtidigt som vibrationer kan leda till en sam-

verkande effekt, där vibrationerna upplevs som större än i en situation där inget buller hörs. Om vibrationerna dessutom påverkar en byggnad där personen befinner sig, till exempel leder till att saker rör på sig, fönster skallrar osv, ökar den störning som invånarna upplever betydligt.

Upplevelsen av vibrationer är individuell. En del människor känner av en vibration som knappt överskrider detektionströskeln och upplever den som väldigt obehaglig, medan andra har vant sig och inte ens störs av en betydande vibration. Vibrationer upplevs lätt som störande i synnerhet om även bullret från vibrationskällan upplevs som störande.

9.20.3.3 Luftkvalitet

Partiklar som sprids i luften är en blandning av partiklar med olika egenskaper och olika storlek och har sitt ursprung i flera olika utsläppskällor. Partiklar som sprids som luftföroreningar och/eller gasformiga föreningar härstammar från mänsklig verksamhet, bland annat industriprocesser, trafik och vedeldning. I Finland beror över hälften av de små luftburna partiklarna på långväga utsläpp. De allra minsta, ultrasmå och nanostora partiklarna stannar däremot i huvudsak kvar nära källan, såsom en förbränningsprocess. I fråga om luftkvaliteten ges gränsvärden för inandningsbara partiklar i statsrådets förordning SRf 79/2017.

Förändringar i luftkvaliteten påverkar främst andnings- och blodcirkulationsorganen, men kan också bidra till uppkomsten av flera olika sjukdomar eller leda till att de förvärras. Uppkomsten av sanitära olägenheter beror på partiklarnas koncentration, fysikaliska och kemiska egenskaper och storlek. Partiklarnas koncentration i luften, liksom deras skadlighet varierar med årstiden. Den huvudsakliga konsekvensen av partiklarna för organen är inflammation. Det är känt att långvarig exponering för små partiklar ökar risken för hjärtsjukdomar och sjukdomar i andningsorganen samt lungcancer. Det har påvisats att små partiklar har ett samband med uppkomsten av flera andra sjukdomar, såsom astma, men också nervsjukdomar. Utöver dessa har det bedömts att exponeringen för partiklar i kombination med exempelvis buller kan öka risken för uppkomsten av nya sjukdomar. De befolkningsgrupper som är känsligast för luftföroreningar är barn, äldre samt personer som sedan tidigare har sjukdomar i andningsorganen eller kärlsjukdomar.

9.20.3.4 Strålning

Joniserande strålning kan skada cellerna. Med tanke på en cellskada är stråldosens storlek betydelsefull och om personen får stråldosen inom en kort eller lång tid. Strålningens hälsoeffekter samt jämförande uppgifter om källor och stråldoser i Finland presenteras mer ingående i kapitel 7.2.

Direkta effekter är säkra skadeverkningar och är anknutna till mycket stora och plötsliga engångsdoser av strålning. Direkta skadeeffekter av strålning är till exempel strålsjuka, brännskador på grund av strålning, grå starr i ögat eller

fosterskador.

Slumpmässiga långvariga effekter kan i princip få sin början även vid små strålningsexponeringar. Slumpmässiga effekter är statistiska skadeeffekter och typiskt för dem är att risken för skadeeffekter ökar när stråldosen ökar. Strålningens slumpmässiga skadeeffekter är till exempel olika cancerformer och ärftliga förändringar.

Cancerrisk på grund av små stråldoser kan i praktiken inte observeras hos befolkningen, eftersom cancer är en så vanlig sjukdom. En eventuell liten ökning på grund av strålningen drunknar statistiskt i de naturliga variationerna. Till exempel nedfallet från Tjernobyl, vars totala dos för finländaren under 80 års tid i genomsnitt är två millisievert, kan enligt uppskattning under den tiden orsaka en del dödsfall på grund av cancer i Finland. Samtidigt dör en miljon människor i cancer av andra orsaker. (STUK 2021h)

9.20.4 Nuläge

Sjuklighetsindexet i databasen för finländarnas hälsa och välfärd (Sotkanet.fi) som upprätthålls av Institutet för hälsa och välfärd (THL) har utarbetats för att mäta förändringar i den regionala variationen av prevalensen och i prevalensen i enskilda regioner. I indexet har sju olika sjukdomsgrupper beaktats. Sjukdomsgrupperna i indexet inkluderar bland annat hjärt- och kärlsjukdomar som är vanliga bland finländarna samt sjukdomar i muskuloskeletal systemet, olycksfall och demens. Indexets värde är högre ju högre prevalensen är i regionen. Under senare år har det åldersstandardiserade sjuklighetsindexet i Lovisaområdet varit något högre än i genomsnitt i hela landet. År 2016 var indexets värde i Lovisa 102,5, medan det var 100 i hela landet. Indexet har gått ner under senare år, till exempel var det 111,8 ännu år 2012. Det åldersstandardiserade cancerindexet i Lovisaområdet år 2016 var 110,7. Således är prevalensen något högre i Lovisa än i Finland i genomsnitt. En högre prevalens än genomsnittet kan bero på befolkningens åldersstruktur, medan det i fråga om cancerindexet finns flera potentiella orsaker, bland annat att Lovisa ligger i ett område där det finns mer radon i inomhusluften än i genomsnitt.

Inom ramen för Strålsäkerhetscentralens program för övervakning av strålning i omgivningen ordnas möjlighet för invånarna kring kärnkraftverket att en gång per år delta i en mätning, där man utreder mängden radioaktiva ämnen som samlats i människokroppen. Inbjudan skickas per post i första hand till personer som har en bostadsadress inom 5 km radie från kärnkraftverket det år då mätningen ordnas. Därtill kompletteras gruppen med ett urval av personer vars bostadsadress ligger inom 5–7 km radie från kärnkraftverket. Gammastrålände radionuklider i kroppen hos invånare kring kärnkraftverket fastställs genom direkt gammaspektrometrisk mätning utanför kroppen. I invånarna kring Lovisa kraftverk observerades inga radioaktiva ämnen som härstammar från kraftverket i mätningarna 2019. Inte heller vid helkroppsmätningar under tidigare år har radioaktiva ämnen som härstammar från kraftverket observerats.

Tabell 9-70. Konsekvensobjektets känslighet: människors hälsa.

Konsekvensobjektets känslighet: människors hälsa	
Influensområdets känslighet avgörs utifrån egenskaperna i boende- och livsmiljön, såsom bosättningen i området, tjänsterna, befolkningsstrukturen och miljöns reversibilitet eller anpassningsförmåga. På känsligheten inverkar till exempel läget för känsliga objekt, antalet invånare och nuvarande olägenheter för människorna.	
Liten	Kring kärnkraftverksområdet finns en skyddszon som sträcker sig fem kilometer från kraftverket, och inom den får exempelvis inte finnas objekt som besöks av eller där det finns ett betydande antal människor, såsom skolor, sjukhus, vårdinrättningar eller butiker. På detta område finns inte heller några andra känsliga objekt, såsom skolor eller daghem. Det finns inga fasta invånare på mindre än en kilometers avstånd från kraftverket. På mindre än fem kilometers avstånd från kraftverket finns cirka 40 åretruntboende. Inom ett 20 km avstånd från kraftverket bor det cirka 12 400 personer. I den närmaste omgivningen finns mycket fritidsbebyggelse. Luftkvaliteten i Lovisaområdet är god. Den beräknade dosen hos den mest exponerade personen i omgivningen på grund av driften av kraftverket har i Lovisa legat tydligt under 1 % av den restriktion på 0,1 mSv som fastställs i kärnenergiförordningen (161/1988). (STUK 2021e) I invånarna kring Lovisa kraftverk observerades inga radioaktiva ämnen som härstammar från kraftverket i mätningarna 2019.

Strålningsövervakningen i omgivningen kring Lovisa kraftverk behandlas i kapitel 9.8.3.4. Mängden radioaktiva ämnen som härstammar från driften av Lovisa kraftverk och som har observerats i omgivningen kring kraftverket är så små att de saknar betydelse för strålningsexponeringen i omgivningen och för människorna. Stråldosen som beräknats utifrån utsläppen hos den individ som exponerats mest i omgivningen kring Lovisa kärnkraftverk var 2019 under 1 % av den restriktion som fastställts i kärnenergiförordningen (161/1988) och som är 0,1 mSv. (STUK 2020c)

I tabell 9-70 presenteras konsekvensobjektets känslighet och faktorer som är avgörande för känsligheten (se kapitel 9.1.4).

9.20.5 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift

Uppkomsten av konsekvenser

Konsekvenserna för luftkvaliteten vid fortsatt drift beror på utsläppen från nöddieselgeneratorerna och dieselreservkraftverket samt trafiken (utsläpp av koldioxid, kväveoxider, svaveloxider, partiklar och damm). Buller orsakas av driften av kraftverket, trafiken och arbetsmaskinerna. Den enda vibrationskällan är trafiken. Under driften av kärnkraftverket uppkommer radioaktiva ämnen, som renas genom filtrering och fördröjning, så att deras strålningseffekt i omgivningen är mycket liten. Konsekvenserna liknar de i nuläget, men fortsätter i cirka 20 år till.

Icke-radioaktiva hälsokonsekvenser som uppstår vid fortsatt drift beror främst på buller- och luftutsläpp som uppkommer vid driften samt på vibrationer. Om verksamheten fortsätter på samma sätt som i nuläget är exponeringen för icke-radioaktiva hälsokonsekvenser liten. Konsekvenserna begränsas

främst till kraftverksområdet, men bullret kan tidvis också höras till bostäder och fritidsbostäder på närliggande öar och på fastlandet.

Om driften av kraftverket fortsätter på samma sätt som i nuläget sker det inga förändringar i bullernivåerna. Gränsvärdena kan eventuellt överskridas sporadiskt på grund av ändrings- och byggarbeten. Bullret i anknytning till detta är emellertid tillfälligt och därför leder det inte till någon sanitär olägenhet. Eftersom verksamheten är oförändrad, väntas bullret inte leda till några sanitära olägenheter. Tillfälliga vibrationskonsekvenser kan förekomma i samband med tilläggsbyggnation och trafik, men dessa begränsas till kraftverksområdet eller vägnars omedelbara närhet och bedöms inte medföra några sanitära olägenheter.

Den fortsatta driften inverkar lätt på luftkvaliteten. Luftutsläppen beror i huvudsak på de kortvariga provkörningarna av nöddieselgeneratorerna och dieselreservkraftverket. Trafikens effekt på de lokala utsläppen begränsas till närheten av vägarna. Mängden avgasutsläpp minskar i framtiden då bilparken elektrifieras, och därför beror trafikutsläppen i huvudsak på gatu-, däck- och bromsdamm. Konsekvensen av dessa begränsas främst till den omedelbara närheten av vägarna. Vad gäller luftutsläppen bedöms inte den fortsatta driften orsaka några direkta sanitära olägenheter utanför kraftverksområdet och vägarna.

Radioaktiva ämnen som observeras i omgivningen kring Lovisa kraftverk kommer i första hand från naturen eller har spritt sig till området från andra platser, och bara en liten del kommer från kärnkraftverket. Vid fortsatt drift bedöms konsekvenserna av radioaktiva utsläpp för strålningsbelastningen i den omgivande naturen vid normal drift av Lovisa kärnkraftverk fortfarande vara mycket små, precis som i nuläget (se kapitel 9.8.3). Stråldosen hos invånarna kring kärnkraftverken i Finland har legat under en procent av den

restriktion för årsdosen på 0,1 mSv per år som statsrådet har fastställt (STUK 2021a).

Den fortsatta driften av kraftverket bedöms inte förändra kraftverkets nuvarande hälsokonsekvenser, men konsekvenserna pågår i cirka 20 år till.

9.20.6 Miljökonsekvenserna vid en avveckling

Uppkomsten av konsekvenser

Schaktningen av slutförvaret för LOMA och rivningen av kraftverket ger tidvis upphov till buller och vibrationer. Därtill ger trafiken upphov till avgasutsläpp och damm. Vibrationskonsekvenser uppstår till följd av underjordiska sprängningsarbeten vid utvidgningen av slutförvaret för LOMA, eventuell rivning av byggnader och en ökad mängd tunga transporter.

Dammutsläpp som uppstår vid utvidgningen av slutförvaret beror till exempel på underjordiska sprängningar, transporter och deponering av schaktmassor. Vid underjordiska sprängningar uppstår också utsläpp av kväve- och svaveloxider. Under driften av de självständiga anläggningsdelarna uppstår dessutom en del utsläpp på grund av provkörningar av dieselgeneratorer. Rivningsverksamheten under avvecklingen ger upphov till kontrollerade radioaktiva utsläpp i luften och havet samt strålningsexponering främst bland personal som deltar i rivningsarbetet och behandlingen av avfallet. Utsläppen och stråldoserna ligger under gränsvärdena och ger inte upphov till några hälsoeffekter.

Bullret under avvecklingen beror på schaktningen av slutförvaret för LOMA och på rivningsarbetena på kraftverksområdet. Bullret uppkommer tidvis och kan under vissa förhållanden höras till närliggande öar och till fastlandet. Det värsta bullret avgränsas dock till kraftverksområdet eller dess närhet. Bullerkonsekvenserna bedöms vara små, med beaktande av att de främst avgränsas till kraftverksområdet och att de är tillfälliga. De bedöms inte medföra några sanitära olägenheter.

Schaktningen av slutförvaret för LOMA och rivningsåtgärderna ger upphov till lindriga vibrationer som avgränsas till närheten av vibrationskällan. Transporterna under avvecklingen kan ge upphov till mer långvariga vibrationer, men dessa avgränsas till närheten av transportlederna. Vibrationerna bedöms inte medföra några sanitära olägenheter vid bostäderna och fritidsbostäderna i närområdet.

Konsekvenserna för luftkvaliteten beror på schaktningen av slutförvaret för LOMA och de dammutsläpp som uppstår där samt utsläppen av svavel- och kväveoxider som uppkommer vid sprängningarna. Dessutom kan det uppkomma damm i samband med krossningen av schaktmassorna eller den eventuella betongen samt från trafiken. Trafiken ger också upphov till avgasutsläpp. Under driften av de självständiga anläggningsdelarna uppstår en del utsläpp på grund av provkörningar av dieselgeneratorer. Konventionella luft-

utsläpp (bl.a. utsläpp av koldioxid, kväveoxider, svaveloxider och partiklar) är främst lokala och sker tidvist samt avgränsas till kraftverksområdet och närheten av transportlederna. Enligt bedömningen överskrids inte gräns- eller riktvärdena för luftkvalitet i omgivningen till följd av verksamheternas konsekvenser vid en avveckling. Under vissa väderförhållanden skulle emellertid främst trafikutsläppen kunna orsaka tillfälliga ökningar av halterna. Detta bedöms dock inte orsaka några hälsokonsekvenser, eftersom situationerna sannolikt är övergående och kortvariga. Spridningen av luftutsläpp beror på storleken på de partiklar som uppkommer under verksamheten. Partiklarna som uppkommer under avvecklingen och schaktningen av slutförvaret för LOMA är i huvudsak större än små partiklar, det vill säga de har en diameter på över 2,5 µm, vilket innebär att de faller ner tidigare och på närmare håll. De största halterna i proportion till gräns- och riktvärdena förekommer nära utsläppskällan, såsom krossningsplatserna eller transportlederna.

När verksamheten vid Lovisa kraftverk upphör, uppkommer inte längre sådana utsläpp av radioaktiva ämnen som uppkommer i den nuvarande verksamheten. Under avvecklingen kan det emellertid uppkomma tillfälliga kontrollerade radioaktiva utsläpp i luften och havet. När planerna för avvecklingen framskrider fastställs målen och gränserna för utsläpp av radioaktiva ämnen under avvecklingen. Metoderna som används under avvecklingen kommer att väljas så att de utsläppsgränser som myndigheterna fastställer senare underskrids, och således uppkommer inga hälsoeffekter. I kärnenergiförordningen fastställs restriktionen för årsdosen för en individ i befolkningen till 0,01 mSv till följd av en planenlig nedläggning av ett kärnkraftverk eller någon annan kärnanläggning som är försedd med en kärnreaktor (161/1988, 22 b §).

9.20.7 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Mottagning, behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland bedöms inte orsaka några icke-radioaktiva hälsokonsekvenser. Endast den personal som hanterar avfallet utsätts för strålningsexponering, och stråldoserna ligger långt under de fastställda dosgränserna.

9.20.8 Konsekvensernas betydelse

I tabell 9-71 bedöms konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfattning (se kapitel 9.1.4).

9.20.9 Lindring av negativa konsekvenser

Metoderna för att lindra de skadliga konsekvenserna beskrivs i följande kapitel:

- trafik (se kapitel 9.4)
- buller (se kapitel 9.5)
- vibrationer (se kapitel 9.6)
- luftkvalitet (se kapitel 9.7)
- utsläpp av radioaktiva ämnen och strålningsexponering (se kapitel 9.8).

9.20.10 Osäkerhetsfaktorer

Osäkerhetsfaktorerna vid bedömningen av hälsokonsekvenserna är i huvudsak anknutna till samma osäkerhetsfaktorer som beskrivs i de olika delarna av konsekvensbedömningen. Därtill är bedömningen av hälsokonsekvenserna förenad med osäkerhet på grund av skillnader mellan individerna.

9.21 ALLVARLIG REAKTOROLYCKA

Vid en olycka vid kärnkraftverket kan radioaktiva ämnen som är skadliga för hälsan komma ut i miljön. I detta kapitel granskas en allvarlig reaktorolycka, där en betydande mängd radioaktiva ämnen kommer ut i miljön. Lindrigare händelser behandlas i kapitel 9.22.

En allvarlig reaktorolycka är en mycket osannolik och extrem händelse vid ett kärnkraftverk, och för att en sådan ska kunna inträffa krävs flera fel i kraftverkets system och problem i styrningen av kraftverket. Vid planeringen och driften av kraftverket har man förberett sig på olika störningar och olyckor, inklusive en allvarlig reaktorolycka, för att följderna av sådana ska vara så små som möjligt. Kärnsäkerheten behandlas mer ingående i kapitlen 7.5–7.8.

9.21.1 Bedömningsmetoder

I detta kapitel presenteras beräkningsmetoder och antaganden gällande miljöutsläpp på grund av en allvarlig reaktorolycka.

Bedömningen av en allvarlig reaktorolycka grundar sig på antagandet om att en mängd radioaktiva ämnen som motsvarar gränsvärdet för en allvarlig olycka enligt 22 b § i kärnenergiförordningen 161/1988 släpps ut i miljön. Utsläppen inkluderar 100 TBq av nukliden cesium-137 (Cs-137) och dessutom även andra radionuklider i samma förhållande som de antas frigöras i förhållande till cesium-137 vid en olycka. Utifrån aktiviteten som frigörs vid ett utsläpp motsvarar den granskade fiktiva allvarliga reaktorolyckan en olycka i INES-klass 6 på den internationella skalan för kärntekniska

händelser. Konsekvenserna av spridningen av utsläppet till följd av olyckan har granskats på upp till 1 000 kilometers avstånd från kraftverket.

Modelleringsresultaten jämförs med åtgärdsgränserna för befolkningsskydd gällande evakuering och skydd inomhus som presenteras i STUK:s beredskapsanvisning VAL 1 (STUK 2020a). Dessutom har konsekvenserna av radioaktivt nedfall och stråldoser vid en allvarlig reaktorolycka bedömts. Vad som händer efter en olycka samt sociala och socioekonomiska konsekvenser behandlas på ett allmänt plan.

9.21.1.1 Utsläpps- och dosgränser

Enligt kärnenergiförordningen (161/1988 22 b §) får utsläpp av radioaktiva ämnen till följd av en allvarlig olycka vid ett kärnkraftverk inte ge upphov till något behov av omfattande skyddsåtgärder för befolkningen och inte heller långvariga begränsningar i användningen av omfattande mark- och vattenområden. För att begränsa långvariga konsekvenser är gränsvärdet för utsläpp av Cs-137 till luften 100 TBq. Risken för att gränsvärdet överskrids ska vara mycket liten. Även risken för ett utsläpp som kräver skyddsåtgärder för befolkningen under olyckan ska vara mycket liten.

I anvisningen VAL 1 anges de riktgivande åtgärdsnivåerna för befolkningsskyddet (STUK 2020a). I tabell 9-72 presenteras i korthet doskriterierna för skydd inomhus och evakuering i anknytning till anvisningarna VAL 1 (STUK 2020a) och YVL C.3 (STUK 2019a), områden samt åtgärdsnivåer för starka gamma- och betastrålare i nedfallet. Den 5 km stora skyddszon och den 20 km stora beredskapszon som nämns i tabell 9-72 presenteras i fråga om Lovisa kraftverk på bild 9-67.

9.21.1.2 Utsläpp och dess frigörelse i atmosfären

Stråldoserna och nedfallet vid en allvarlig reaktorolycka modellerades genom att använda analyser för Lovisa kraftverk som utgångspunkt. Med hjälp av analyserna är det möjligt att uppskatta mängden radionuklider som frigörs i miljön. Som grund för uppskattningarna av stråldoserna användes en fiktiv olycka, där aktiviteten från sammanlagt 200 radionuklider eller deras aggregationstillstånd frigörs i miljön.

I denna fiktiva allvarliga reaktorolycka frigörs 100 TBq av nukliden Cs-137 och andra radionuklider i atmosfären i samma förhållande som de antas frigöras i förhållande till Cs-137 vid en olycka. Vid en allvarlig reaktorolycka är jod ett av de viktigaste radioaktiva ämnena som orsakar stråldoser. Efter som stråldoskoefficienterna för jodens olika aggregationstillstånd avviker från varandra, beaktas jodens olika aggregationstillstånd i allmänhet i spridningsberäkningen för att göra en mer ingående dosuppskattning. I spridningsberäkningen antas jodens aggregationstillstånd för alla jodisotoper som ingår i utsläppet fördelas så att 95 % av joderna frigörs i aerosolform (partikelform), 4,85 % i elementär form och 0,15 % i form av organisk jod (European utility requirements for LWR nuclear power plants 2016).

Tabell 9-71. Konsekvensernas betydelse: människors hälsa.

Konsekvensernas betydelse: människors hälsa			
Verksamhetsfas	Känslighet	Omfattning	Betydelse
Fortsatt drift	Liten	Ingen förändring	Inga konsekvenser. Under den fortsatta driften uppkommer bland annat buller, vibrationer, avgasutsläpp och damm, precis som i kraftverkets nuvarande verksamhet. Verksamheten på kraftverksområdet bedöms inte orsaka några sanitära olägenheter för invånarna i närområdet. Avgasutsläppen och dammet från vägtrafiken begränsas till närheten av vägarna där exponeringen för icke-radioaktiva sanitära olägenheter är ringa. Konsekvenserna av radioaktiva utsläpp för strålningsbelastningen i den omgivande naturen vid normal drift bedöms fortfarande vara mycket små, precis som i nuläget. Den fortsatta driften bedöms inte medföra någon förändring i kraftverkets nuvarande verksamhet och dess konsekvenser.
Avveckling	Liten	Ingen förändring	Inga konsekvenser. Under avvecklingen uppstår bland annat buller, vibrationer, avgasutsläpp och damm. Under driften av de självständiga anläggningsdelarna uppstår en del utsläpp på grund av provkörningar av dieselgeneratorer. Verksamheten på kraftverksområdet bedöms inte orsaka några sanitära olägenheter för invånarna i närområdet. Avgasutsläppen och dammet från vägtrafiken begränsas till närheten av vägarna där exponeringen för icke-radioaktiva sanitära olägenheter är ringa. Rivningsmetoderna som används vid en avveckling väljs så att utsläppsgränserna som myndigheterna fastställt för radioaktiva ämnen underskrids, vilket innebär att inga sanitära olägenheter uppstår.
Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland	Liten	Ingen förändring	Inga konsekvenser. Behandling eller transport av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland bedöms inte orsaka några sanitära olägenheter. Endast den personal som hanterar avfallet utsätts för strålningsexponering, och stråldoserna ligger långt under de fastställda dosgränserna.

Tabell 9-72. Åtgärder för befolkningsskyddet, doskriterier och områdesbegränsningar samt åtgärdsnivåer för nedfall.

Åtgärd	Doskriterium (VAL 1)	Största avstånd till vilket en åtgärd får sträcka sig från kraftverket (YVL C.3)	Riktgivande åtgärdsnivå (VAL 1)
Skydd inomhus	> 10 mSv under två dygn	Kraftverkets beredskapszon (20 km)	Gamma- och betastrålare under nedfallet överskrider 10 000 000 Bq/m² i längre tid än 2 dygn
Evakuering	> 20 mSv under den första veckan för en oskyddad person	Kraftverkets skyddszon (5 km)	Gamma- och betastrålare under nedfallet överskrider 10 000 000 Bq/m² i längre tid än 2 dygn

I den fiktiva allvarliga reaktorolyckan producerar kraftverket el till det riksomfattande stamnätet på full effekt, när ett rör i primärkretsen brister. På grund av flera fel sjunker vattennivån i reaktorn, vilket leder till att bränslet skadas och radioaktivitet frigörs i reaktorinneslutningen. Dessutom antas det att det sker ett läckage från reaktorinneslutningen, till följd av vilket radioaktivitet kan läcka från reaktorinneslutningen till atmosfären. Utsläppet antas börja cirka 2,5 timmar efter att reaktorn körts ner (snabbstopp) och det frigörs i atmosfären utan filtrering på cirka 31 meters höjd från markytan. Utsläppets konsekvenser modelleras genom att i dosbestämningen anta att utsläppet sker under 22 timmar.

9.21.1.3 Spridningsberäkning

Modelleringen av stråldoserna och det radioaktiva nedfallet gjordes med programmet Tuulet som utvecklats av Fortum Power and Heat Oy och som STUK har godkänt för beräkning av stråldoserna för invånarna i omgivningen. Modelleringen bygger på programversionen Tuulet 2.0.0, som har modifierats för att möjliggöra miljökonsekvensbedömning av ett utsläpp på 1 000 km avstånd från kraftverket. Vad gäller externa doser har resultaten av den modifierade programversionen jämförts med programmet HYSPLIT som publicerats av amerikanska National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (NOAA 2020). Jämförelserna visar att de externa stråldoser som modellerats med programmet Tuulet ligger i samma storleksklass som i HYSPLIT-modellen.

I programmet Tuulet har effekten av kraftverkets byggnader på vindfältet beaktats och således utsläppshöjdens effekt på spridningen. I utsläppsmolnets spridning i vertikalled har beaktats reflektioner från markytan samt atmosfärens inversionslager, vars höjd beror på atmosfärens stabilitet.

I programmet Tuulet har spridningen av utsläppsmolnet beskrivits med en gaussisk plymmodell, där man har beaktat sönderfallet av radioaktiva ämnen samt nedfallet till markytan i form av torrt och vått nedfall. För att möjliggöra statistisk behandling av resultaten användes tre års väderdata från Lovisa kraftverks väderobservationssystem i modelleringen. Väderdata valdes så att uppgifterna på ett mångsidigt sätt representerar klimatet i kraftverkets närområden. Vid beräkningen av den effektiva stråldosen för hela kroppen beaktades direkt gammastrålning från utsläppsmolnet, gamma- och betastrålning från nedfallet och sjövattnet samt den interna dosen på grund av radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen via inandning och livsmedel. Uppkomsten och spridningen av dotternuklider modellerades inte separat, men deras effekt på dosen har beaktats i modernuklidernas doskoefficienter och i de genomsnittliga gammaenergierna.

Anrikningen och spridningen av radioaktiva ämnen i biosfären modellerades i programmet Tuulet. Nedfallet av nuklider direkt på växternas ytor och deras spridning från jordmånen till växtens inre delar via rotupptagning beaktades. Radioaktiviteten kan också sköljas bort från växternas

ytor. Huruvida radioaktiviteten kommer in i växterna beror på om utsläppet sker på sommaren under tillväxtperioden eller utanför den. Skördetiden påverkar spridningen av radioaktivitet från betesgräs och foder till kor. Från korna sprids radioaktivitet till människor genom konsumtion av nötkött och mjölk. Radioaktivitet kan också spridas till exempel från skogsängar till villebråd och slutligen genom konsumtion av vilt till människor. Vintertid sker nedfallet först på is och snö, och därför sprids radioaktiviteten till näringskedjan med fördröjning när snön har smält. Det radioaktiva nedfallet i sjöar blandas först med vattenvolymen i sjön och sprids därifrån slutligen till fiskar och därefter via konsumtion av fisk till människor. Uppkomsten av stråldosen från födan under ett år kan fördelas i en period med intagning av färsk föda och en period med intagning av lagrad föda.

På över 100 km avstånd antas konservativt att stråldosen vid varje beräkningspunkt uppkommer via alla spridningsvägar, även om dosen i havsområden i själva verket bara uppkommer från direkt strålning från ett utsläppsmoln som passerar och radioaktiva ämnen som kommer in i kroppen via inandning. Nedfallet och stråldoserna som uppskattats med programmet Tuulet är således konservativa.

Vid modelleringen av stråldoserna antas att inga befolkningsskyddsåtgärder vidtas, exempelvis beaktas inte den minskande effekten på stråldosen av att man tar skydd inomhus och ändrar kosten. Nedfall och stråldoser presenteras med en sannolikhet för överskridning på 5 %. Detta innebär att nedfallet eller stråldosen med 95 % sannolikhet är mindre än det presenterade resultatet.

9.21.1.4 Åldersgrupper och stråldosernas integreringstid

Enligt Internationella strålskyddskommissionen (International Commission on Radiological Protection – ICRP) är det vid modellering av stråldoser bra att beakta olika åldersgrupper, eftersom de har olika kostvanor. Enligt ICRP:s rekommendationer (ICPR 2006) behandlas i denna modellering åldersgrupperna 1-åringar, 10-åringar och vuxna. Bland dessa åldersgrupper är en så kallad representativ person för stråldoserna kring Lovisa kraftverk en vuxen. Stråldosen under en hel livstid bedöms genom att för 1-åringar använda en exponeringstid på 70 år (integreringstid), för 10-åringar en exponeringstid på 60 år och för vuxna en exponeringstid på 50 år. I varje åldersgrupp beaktas den typiska kostmängden för åldersgruppen utifrån finländska konsumtionsvanor. Vid uppskattningen av stråldosen för barn beaktas personens tillväxt samt förändrade levnadsvanor och förändrad kost till följd av detta.

Vid modelleringen av potentiella befolkningsskyddsåtgärder på grund av en allvarlig reaktorolycka finns det skäl att beakta både skydd inomhus och evakuering. Enligt anvisningen VAL 1 (STUK 2020a) bör stråldosen under två dygn undersökas vid skydd inomhus och vid evakuering bör man granska stråldosen som erhålls under den första veckan.

Tabell 9-73. Stråldoser för en 1-åring, en 10-åring och en vuxen på 1–1 000 km avstånd från den plats där utsläppet sker vid en allvarlig reaktorolycka under 2 dygn, 7 dygn, 1 år och en hel livstid.

	Uppskattad stråldos för en 1-åring [mSv]				Uppskattad stråldos för en 10-åring [mSv]				Uppskattad stråldos för en vuxen [mSv]			
Avstånd (km)	2 d	7 d	1 a	70 a	2 d	7 d	1 a	60 a	2 d	7 d	1 a	50 a
1	24,1	26,1	121,0	267,0	25,2	27,4	105,0	292,0	19,5	21,6	88,8	320,0
5	4,4	4,8	26,1	60,1	4,5	4,9	22,9	65,7	3,8	4,1	20,1	73,1
10	2,0	2,2	15,0	27,7	2,1	2,2	10,6	30,0	1,8	1,9	10,0	34,1
15	1,3	1,4	11,7	21,3	1,4	1,5	7,9	20,1	1,2	1,3	7,0	22,1
20	1,0	1,1	8,0	14,5	1,0	1,1	5,4	13,9	0,9	1,0	4,8	15,2
50	0,35	0,37	2,08	3,91	0,36	0,38	1,49	3,78	0,32	0,35	1,35	4,26
100	0,23	0,23	0,31	0,41	0,23	0,23	0,28	0,40	0,22	0,23	0,27	0,43
300	0,07	0,07	0,11	0,16	0,07	0,07	0,10	0,16	0,07	0,07	0,09	0,17
500	0,04	0,04	0,06	0,09	0,04	0,04	0,05	0,09	0,04	0,04	0,05	0,10
700	0,02	0,02	0,04	0,06	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	0,05	0,06
1 000	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04

Dessutom kan man granska stråldosen av en allvarlig reaktorolycka under det första året och under människans hela livstid.

9.21.2 Stråldoser och nedfall

Stråldoserna på grund av en allvarlig reaktorolycka visas i tabell 9-73. Stråldoserna har uppskattats för en 1-åring, en 10-åring och en vuxen på 1–1 000 km avstånd från Lovisa kraftverk. För bedömningen av befolkningsskyddsåtgärderna har stråldoserna presenterats för exponeringstider på två och sju dygn. Därtill har stråldoserna uppskattats med exponeringstider på ett år och en hel livstid.

Enligt modelleringen (tabell 9-73) har strålningsexponeringen för en vuxen som bor på exempelvis 20 km avstånd från den plats där utsläppet sker vid en allvarlig reak-

torolycka uppskattats vara cirka 4,8 mSv vid en exponeringstid på ett år. Utanför Lovisa kraftverks beredskapsområde, som är en 20 km radie från kraftverket, är stråldosen till följd av en allvarlig reaktorolycka vid en exponeringstid på ett år mindre än den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare. Den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare har uppskattats till 5,9 mSv (STUK 2020b).

Stråldoserna hos 1- och 10-åringen i närheten av kraftverket är typiskt större än stråldosen hos en vuxen, till exempel på grund av olika kost, bland annat eftersom barn dricker mera mjölk än vuxna. Även om den livslånga exponeringstiden är längre för 1-åringen och 10-åringen än för en vuxen, betyder detta inte automatiskt att stråldosen under en livstid är större, eftersom stråldosen är som störst strax efter olyckan.

Tabell 9-74. Nedfall av de nuklider [kBq/m²] som orsakar den största stråldosen via nedfall på olika avstånd från kraftverket vid en allvarlig reaktorolycka.

Nedfall [kBq/m²]										
Avstånd (km)	Cs-134	Cs-137	I-131 (aerosol)	I-131 (organisk)	I-131 (elementär)	I-132 (aerosol)	I-132 (organisk)	I-132 (elementär)	Te-132	Sr-90
1	706	441	4353	0,5	1472	5424	0,6	1828	4983	1,1
5	126	79	779	0,07	181	970	0,09	225	892	0,2
10	56	35	344	0,03	65	429	0,04	81	394	0,09
15	33	21	205	0,02	35	256	0,02	43	235	0,05
20	23	21	141	0,01	22	176	0,02	28	162	0,04
50	6,3	4,0	39	0,005	4,8	49	0,006	6,0	45	0,01
100	0,4	0,3	2,6	0,0004	0,2	3,3	0,0005	0,3	3,0	0,0007
300	0,2	0,1	1,1	0,0003	0,07	1,4	0,0004	0,09	1,2	0,0003
500	0,1	0,07	0,7	0,0003	0,04	0,8	0,0003	0,05	0,8	0,0002
700	0,08	0,05	0,5	0,0002	0,03	0,6	0,0003	0,04	0,05	0,0001
1 000	0,05	0,03	0,3	0,0002	0,02	0,4	0,0002	0,03	0,03	0,0001

Uppskattningar av nedfallet till följd av en allvarlig reaktorolycka visas i tabell 9-74 för de nuklider av cesium (Cs), jod (I) och tellur (Te) som enligt stråldosanalysen orsakar den största dosen via nedfall under en exponeringstid på ett år. I fråga om jodisotoperna I-131 och I-132 presenteras nedfallet för jodens tre aggregationstillstånd (aerosol, organisk och elementär), eftersom dessa har olika nedfallshastighet från luften till marken. Dessutom beaktas den långlivade nukliden strontium-90 (Sr) i tabellen.

9.21.2.1 Stråldosernas konsekvenser

Strålningens hälsoeffekter beskrivs på en allmän nivå i kapitel 7.2.

Enligt modelleringen är den största stråldosen på en kilometers avstånd, med beaktande av alla åldersgrupper, under de två första dygnen cirka 25 mSv och under den första veckan cirka 27 mSv. Stråldoser i den storleksklassen orsakar inga direkta strålningseffekter hos människor och inte heller utvecklingsstörningar hos foster. En stråldos på cirka 30 mSv motsvarar tre datortomografiundersökningar av hela kroppen (STUK 2021j). För att blodbildens ska förändras inom några dagar krävs en stråldos på cirka 500 mSv. Plötsliga stråldoser på över 100 mSv medan fostret är i det känsliga utvecklingsstadiet kan leda till utvecklingsstörningar (STUK 2019b).

Genom att jämföra de modellerade stråldoserna (tabell 9-73) med doskriterierna i tabell 9-72 överskrider doskriterierna både för skydd inomhus och för evakuering på under 5 km avstånd från kraftverket. Med andra ord överskrider inte doskriterierna för skydd inomhus eller för evakuering på över 5 km avstånd från kraftverket.

Vid en granskning av stråldosen vid den yttre kanten av kraftverkets skyddszon, det vill säga på 5 km avstånd från kraftverket, är de uppskattade stråldoserna under en hel livstid på grund av en allvarlig reaktorolycka för en 1-åring cirka 60 mSv (70 års exponeringstid), för en 10-åring cirka 66 mSv (60 års exponeringstid) och för en vuxen cirka 73 mSv (50 års exponeringstid). På 20 km avstånd från kraftverket är stråldoserna cirka 1 mSv under de första dagarna, oberoende av åldersgrupp. De uppskattade stråldoserna under en hel livstid på 20 km avstånd är som högst cirka 15 mSv.

Stråldosen för en vuxen person har också uppskattats för en fiskare. Fiskaren antas bo 5 km från kraftverket och äta cirka åtta gånger mer lokalt fångad fisk per år än den mängd fisk en finländare äter i genomsnitt per år. På grund av den stora mängden lokal fisk i kosten har stråldosen under en livstid uppskattats till som högst 164 mSv (50 års exponeringstid).

När modelleringsresultaten jämförs med finländarens årliga genomsnittliga stråldos, som är cirka 5,9 mSv/år (STUK

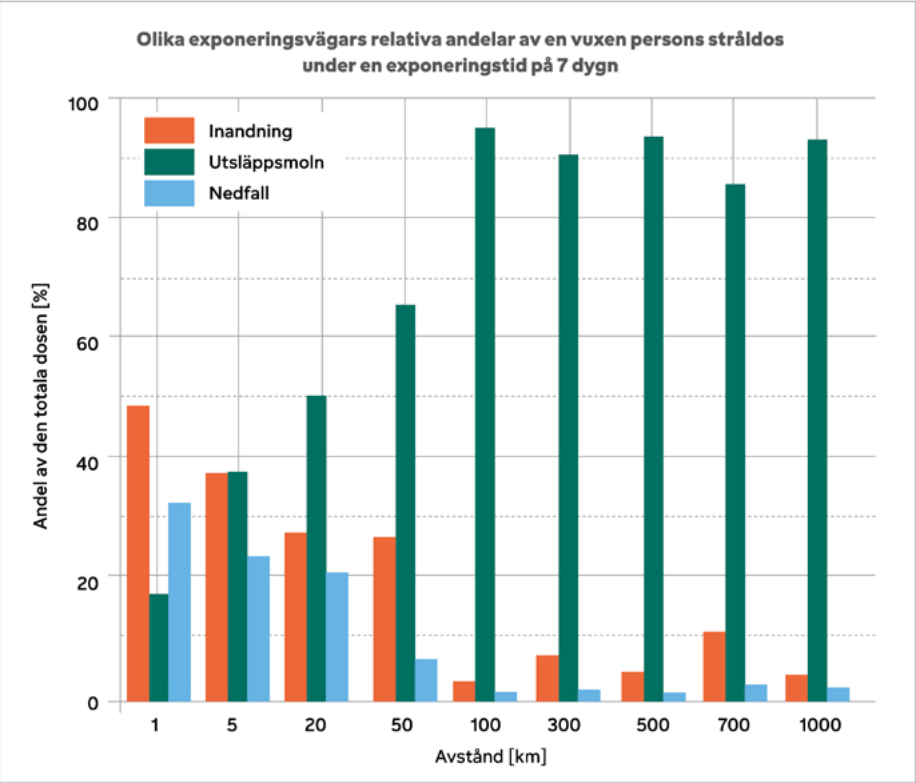


Bild 9-82. Olika exponeringsvägars relativa andelar av en vuxen persons stråldos under en exponeringstid på sju dygn.

2020b), kan man konstatera att finländaren får en stråldos på i genomsnitt cirka 295 mSv från andra källor under 50 års tid. Därtill kan till exempel en person som bor i ett flervåningshus på en sådan plats där han eller hon exponeras för mycket radon via hushållsvattnet eller rumsluften få en stråldos på som högst över 1 500 mSv under 50 års tid (STUK 2020b).

Vid granskningen av modelleringsresultaten finns det skäl att komma ihåg att myndigheterna vid en allvarlig reaktorolycka mycket snabbt skulle vidta befolkningsskyddsåtgärder, såsom skydd inomhus, vilket inte har beaktats i de presenterade dosuppskattningarna. Således är de presenterade resultaten också till denna del konservativa. Tack vare befolkningsskyddsåtgärder som genomförs i ett tidigt skede är det möjligt att betydligt minska de största stråldoserna som erhålls i olyckans inledande skede och som beror på radioaktivitet i kroppen genom inandning samt direkt yttre strålning på grund av det utsläppsmoln som följer med luftströmmen och på grund av nedfall på marken.

På bild 9-82 illustreras de relativa andelarna av en vuxen persons stråldos (se tabell 9-73) under en exponeringstid på 7 dygn som en funktion av avståndet. På bilden presenteras inte en exponeringsväg via kosten, eftersom ingen stråldos uppkommer i praktiken via denna exponeringsväg vid en exponeringstid på sju dagar (till skillnad från en exponeringstid på exempelvis ett år). På bilden kan man se att inandning och nedfall i kraftverkets närområden under den första veckan

ger upphov till den största delen av stråldosen. När avståndet växer börjar däremot strålningen från utsläppsmolnet att dominera. Den direkta stråldosen från utsläppsmolnet kan begränsas effektivt genom skydd inomhus (se kapitel 9.21.3), som också skyddar relativt effektivt mot stråldos som erhålls både genom inandning och via nedfall.

Vid längre exponeringstider börjar konsekvenserna av nedfallet och i synnerhet av kosten att dominera stråldosen. Genom att undvika livsmedelsprodukter från kontaminerade områden är det möjligt att åtminstone delvis undvika också den stråldos som erhålls via kosten.

9.21.2.2 Konsekvenserna av radioaktivt nedfall

Med nedfall avses nedfall av radioaktiva partiklar vid en olycka från ett utsläppsmoln till marken eller vattnet på grund av både gravitation (torrt nedfall) och regn (vått nedfall). Nedfallet kan bli kvar på markytan och orsaka en stråldos direkt via strålning, eller också kan det spridas djupare i marken och helt eller delvis upptas av växter, svampar och djur via komplicerade mekanismer. Radioaktiviteten kan också spridas till människan via kosten. Dessutom är det möjligt att nedfallet sprids från markytan till exempel med vinden tillbaka till luften. I vattendragen blandas en del av nedfallet med vattnet och en del sedimenteras på botten, därifrån det också kan blandas på nytt med vattnet på grund av strömmarna.

Vid en granskning av konsekvenserna av nedfallet bör man i synnerhet beakta den långlivade nukliden Cs-137 (halveringstid cirka 30 år) samt den något mer kortlivade nukliden Cs-134 (halveringstid cirka två år). I samband med nedfall granskas ofta också mer kortlivade jodisotoper (halveringstiden för till exempel I-131 är cirka åtta dygn) i olika aggregationstillstånd samt nukliden Sr-90 (halveringstid cirka 29 år). Utöver dessa inkluderades i granskningen också nukliderna Te-132 (halveringstid cirka tre dygn) och kortlivade I-132 (halveringstid cirka 2,3 timmar), som är en radioaktiv sönderfallsprodukt av nukliden Te-132. Ädelgaser behandlas inte i detta sammanhang, eftersom de inte orsakar nedfall.

Genom att jämföra det modellerade nedfallet (tabell 9-74) med åtgärdsnivåerna i tabell 9-72 överskrids åtgärdsnivåerna både för skydd inomhus och för evakuering på under 5 km avstånd från kraftverket. Med andra ord överskrids inte doskriterierna för skydd inomhus eller för evakuering på över 5 km avstånd från kraftverket.

Granskat enligt kriterierna i STUK:s anvisning VAL 1 är området på under en kilometers avstånd från kraftverket mycket kraftigt kontaminerat enligt modelleringen, det vill säga området innehåller mycket radioaktivitet på alla ytor. På den yttre gränsen av kraftverkets skyddszon (på 5 km avstånd från kraftverket) är området kraftigt kontaminerat. Området på 15 km avstånd är kontaminerat och området på 80 km avstånd eller längre bort är lätt kontaminerat eller nästan rent.

Av de granskade nukliderna har jodisotoperna den största inverkan direkt efter olyckan. Jod söker sig till sköldkörteln hos människan, men dess konsekvenser kan lindras genom att ta jodtabletter i rätt tid, varvid sköldkörteln kan lagra stabilt jod i stället för radioaktivt jod. Av nukliderna med lång halveringstid bidrar Cs-134 och i synnerhet Cs-137 och Sr-90 till stråldosen i årtal via nedfall. I människokroppen samlas vanligen cesium i musklerna och strontium i skelettet. Den biologiska halveringstiden är många gånger betydligt kortare än den fysikaliska halveringstiden, vilket innebär att till exempel Cs-137 som sprids till människokroppen avlägsnas snabbare ur kroppen än enbart med hjälp av fysikalisk halvering.

Det radioaktiva nedfallet kan leda till antingen kortvariga (t.ex. jod) eller långvariga (t.ex. cesium och strontium) begränsningar i användningen av mark eller vattenområden samt begränsningar i användningen av livsmedel. Genom att jämföra det uppskattade nedfallet i tabell 9-74 med anvisningen VAL 1, skulle den modellerade allvarliga reaktorolyckan bland annat leda till sanering av den byggda miljön, begränsningar i rekreationsanvändningen av områden i naturtillstånd samt ordnande av mätningar och rengöring för människor som bor inom en radie på under 15 km från kraftverket. Därtill borde användningen av anlagda rekreationsplatser begränsas på ett avstånd upptill 80 km. Myndigheterna skulle också fastställa begränsningar för produkter som används som livsmedel, till exempel bär, svampar, fisk, vilt och mjölkprodukter, utifrån deras aktivitethalter (anvisningen VAL 1).

9.21.3 Lindring av konsekvenser

Konsekvenserna av utsläppet på grund av en allvarlig reaktorolycka kan lindras genom olika befolkningsskyddsåtgärder, såsom intag av jodtabletter och att söka skydd inomhus, evakuering av befolkningen innan utsläppet sprids till ett visst område eller evakuering av befolkningen i ett senare skede, om detta krävs på grund av strålningsläget.

Om befolkningen kan evakueras innan utsläppet sprids till ett område, kan stråldosen till följd av olyckan till och med undvikas helt. I en del fall, till exempel när befolkningen av en eller annan orsak inte kan evakueras i tid innan utsläppsmolnet når ett område, är det en bra metod att söka skydd inomhus för att minska strålningsexponeringen från det radioaktiva molnet.

Hur effektivt det är att söka skydd inomhus beror bland annat på de material som använts i byggnaden samt var i byggnaden man söker skydd. STUK har bedömt (STUK 2020a) att sökande av skydd inomhus på rätt sätt åtminstone sänker stråldosen till 1/3 av vad den skulle ha varit utan denna åtgärd. Att söka skydd inomhus är som effektivast när ventilationen i byggnaden har stängts av och det rum som används för skyddet till exempel är ett befolkningsskydd i ett flervåningshus. Då uppskattas stråldosen sjunka till 1/500 av den dos som man skulle få om man var oskyddad. (STUK 2020a)

Konsekvenserna av nedfallet kan lindras på många olika sätt, beroende på vilket område det handlar om. Exempelvis asfalterade stadsmiljöer kan saneras, varvid betydande andelar av nedfallet kan avlägsnas med vattnet, och markområden kan bearbetas så att jorden på ytan som innehåller mest nedfall avlägsnas och transporteras till en kontrollerad förvaringsplats. Vid nedfall koncentreras de primära saneringsåtgärderna till sådana livsmiljöer där människor tillbringar en stor del av sin tid (t.ex. bostäder) eller där invånartätheten är stor (stadsområden).

STUK:s anvisning VAL 1 (STUK 2020a) innehåller riktlinjer för befolkningsskyddsåtgärder som behövs i en tidig och en intermediär fas av en nödsituation med strålrisk. Anvisningen går igenom innehållet i och grunderna för skyddsåtgärderna samt presenterar olika doskriterier och riktgivande åtgärdsnivåer. Om dessa överskrids finns det skäl att vidta skyddsåtgärder. I en nödsituation med strålrisk bedömer STUK i enlighet med räddningslagen 379/2011 situationens betydelse för säkerheten och ger rekommendationer om skyddsåtgärder till de myndigheter som fattar beslut om skyddsåtgärderna. I en nödsituation med strålrisk har innehavaren av kärnkraftverkets tillstånd ett nära samarbete med STUK för att på bästa möjliga sätt säkerställa säkerheten i kraftverket och i dess omgivning. Bilaga 4 till anvisningen VAL 1 innehåller en sammanställning av de centrala ansvarerna för skyddsåtgärder i en nödsituation med strålrisk. Anvisningar om myndigheternas verksamhet i en nödsituation med strålrisk finns i inrikesministeriets anvisningar som gäller vid strålningsläge (Inrikesministeriet 2016). På bild 9-83 presenteras skyddsåtgärdernas prioriteringar i de olika faserna av en nödsituation med strålrisk.

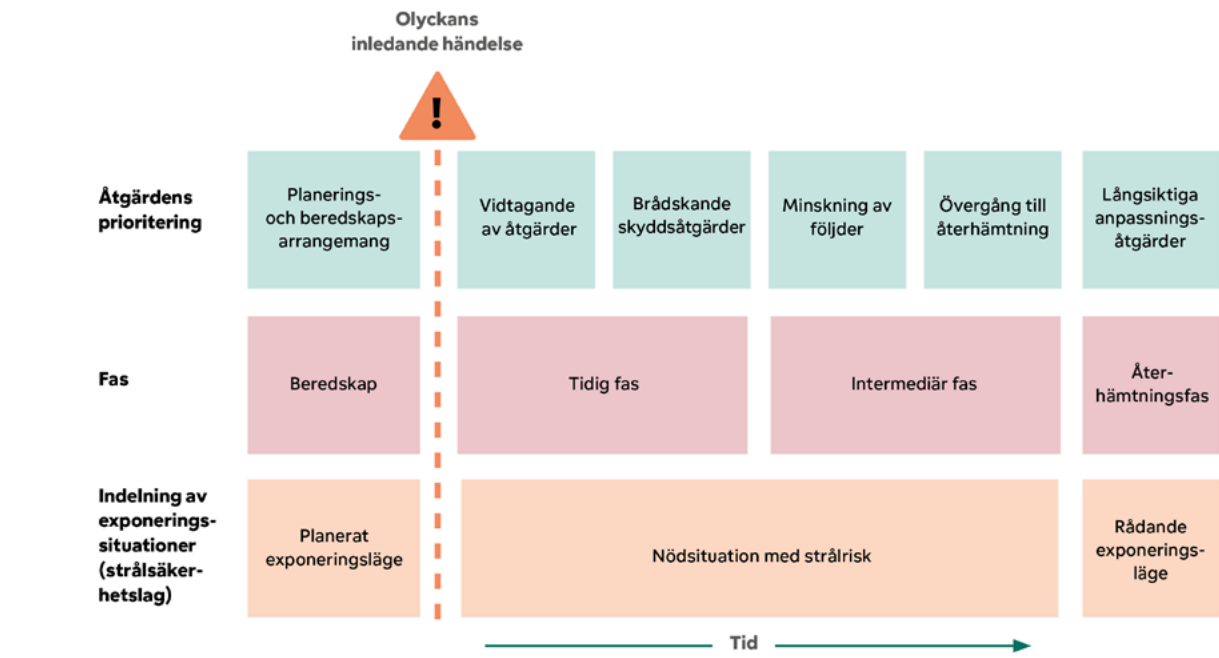


Bild 9-83. Utvecklingen av och faserna i en nödsituation med strålrisk (STUK 2020a).

En viktig utgångspunkt för skyddsåtgärderna är förhållsberedskap inför en eventuell olycka, vilket gör det möjligt att snabbt vidta planerade åtgärder genast när en olycka har inträffat.

I den tidiga fasen av en olycka är skyddsåtgärdernas prioritet att inleda verksamhet och vidta brådskanie skyddsåtgärder. I den tidiga fasen gäller skyddsåtgärderna i synnerhet människor och produktion, med målet att såväl skydda människor som underlätta och lindra de åtgärder som behövs i den intermediära fasen. Brådskanie skyddsåtgärder för befolkningen och de personer som arbetar i riskzonen är till exempel att söka skydd inomhus eller begränsa utevistelser, inta jodtabletter, isolera området och begränsa tillträdet, evakuera befolkningen och skydda de personer som arbetar i riskzonen. Utöver detta vidtas åtgärder för att skydda primärproduktionen av livsmedel och foder samt för att skydda hushållsvatten, råvaror för livsmedel, färdiga produkter och produktionsanläggningar. Vid behov införs också begränsningar i handeln med livsmedel och varor. (STUK 2020a)

I den intermediära fasen av en olycka är skyddsåtgärdernas prioritet att minska följderna och övergå till återhämtning. I den intermediära fasen gäller skyddsåtgärderna utöver människorna och produktionen även livsmiljön och återställandet av samhällsfunktionerna. Skyddsåtgärderna för befolkningen och personer som arbetar på det kontaminerade området är av samma typ som i olyckans tidiga fas. Ytterligare åtgärder är mätning och rengöring av människor, avlägsnande av radioaktiva ämnen och minskning av deras

spridning. Andra potentiella åtgärder är begränsningar i markanvändningen i vissa områden samt begränsningar i användningen av livsmedel, i livsmedelsproduktionen och i vattenförsörjningen. (STUK 2020a)

Skyddsåtgärdernas sista fas är återhämtningsfasen, under vilken långsiktiga anpassningsåtgärder prioriteras (STUK 2020a).

9.21.4 Sociala och socioekonomiska konsekvenser

Konsekvenserna för samhället av en allvarlig reaktorolycka är mångfaldiga och långvariga. Konsekvenserna för samhället och dess funktioner beror bland annat på bostadsorten (stadsmiljö eller landsbygd) och de befolkningsskyddsåtgärder som myndigheterna förordnar (evakuering av befolkningen samt gränsvärden som tillämpas för t.ex. dosrat och nedfall). Motåtgärder borde också vara hantering av olyckans efterverkningar, den långsiktiga hälsovården, det andliga och psykiska välmåendet samt samhällets stöd på många andra sätt.

Som en följd av olyckan kan det vara nödvändigt att sluta använda områden som kontaminerats på grund av olyckan, till exempel livsmedelsproduktionsområden, under lång tid eller till och med slutgiltigt. Det är betydligt lättare att sanera bebyggda urbana miljöer än till exempel odlingsmark eller skog. Detta kan leda till att värdet på en del områden sjunker betydligt mer än på andra, även om de är lika kontaminerade.

Konsekvenserna av en allvarlig reaktorolycka gäller både utbyggd infrastruktur och natur, men olyckan har också psykologiska effekter på människor. En omfattande kontaminering av miljön som följd av en allvarlig reaktorolycka kan leda till förlust av arbetsplatser och därigenom påverka människors uppehälle, kroniska ångest och olika befogade eller obefogade rädslor för strålning i miljön. Därtill kan enbart en omfattande evakuering av befolkningen leda till betydande problem med det psykiska välmåendet, även om man genom att evakuera i rätt tid till och med helt skulle kunna undvika direkta effekter av strålningen. Personer som exponerats för strålning vid en olycka kan också diskrimineras.

Det har gjorts omfattande forskning om de sociala och socioekonomiska konsekvenserna av olyckan i Tjernobyl (se Chernobyl Forum 2005). På grund av olyckan evakuerades cirka 116 000 invånare snabbt efter olyckan och totalt över 330 000 invånare har evakuerats under åren. Även om ändringen av boplatser vid evakuering minskade stråldosen för befolkningen, var det en traumatisk upplevelse för många, trots de materiella ersättningarna (såsom ny bostad). (Chernobyl Forum 2005)

Till olyckans sociala och socioekonomiska konsekvenser hör till exempel omfattande begränsningar i markanvändningen på tidigare odlingsbara markområden samt konsumenternas ovilja att använda produkter som odlas på områden vilka redan har klassificerats som säkra. Detta har i sin tur påverkat den totala ekonomin på områden där det radioaktiva nedfallet var störst efter olyckan i Tjernobyl. (Chernobyl Forum 2005)

Befolkningsstrukturen har också genomgått betydande förändringar, eftersom äldre personer är överrepresenterade på de områden som lidit mest av olyckan. Detta beror bland annat på en flyttningsrörelse, som innebär att den yngre befolkningen har sökt sig längre bort på eget initiativ. Utöver en onormal åldersfördelning har detta också gett upphov till psykologiska effekter. På områdena i fråga är mortaliteten större än nativiteten och det är svårt att få arbetskraft inom olika sektorer. Detta har påverkat många sektorer, till exempel de sociala tjänsterna. Människor som bor på de områden som är mest kontaminerade av olyckan är mer negativt inställda till sin egen hälsa än människor som bor på andra områden. Det finns också en viss offermentalitet samt en kultur där man allt mer har börjat förlita sig på bidrag från staten. (Chernobyl Forum 2005)

Enligt en undersökning om Fukushimaolyckan (Hasegawa m.fl. 2016) har olyckan lett till psykiska problem, till exempel posttraumatisk stress, kronisk ångest och skuld känslor, vag känsla av förlust, känslor som gäller splittrade familjer eller samhällen samt skamkänslor. I synnerhet bland äldre evakuerade personer som behövde vård har man observerat fler dödsfall, som har bedömts bero på ständiga förändringar i kosten, hygien och samt den medicinska och allmänna vården som förorsakades av ett flertal evakueringar. Därtill ledde Fukushimaolyckan till så kallade livsstilsförändringar, eftersom till exempel kost- och motionsvanorna samt bruket av tobak och alkohol förändrades hos många. Förändringarna har bedömts leda till en ökning av sjukdomar i anknytning till denna livsstil, till exempel till övervikt. (Hasegawa m.fl. 2016)

9.21.5 Jämförelse med Fukushimaolyckan

Fukushimaolyckan är väldokumenterad ända från början, och till exempel nedfallet och stråldoserna har kartlagts på ett stort område ända tills nuläget. Fukushimaolyckan ledde till härds mälta i tre kraftverks enheter och till en omfattande frigörelse av radioaktiva ämnen till följd av detta samt till därpå följande befolknings skydds åtgärder. Fukushimaolyckan är en olycka i INES-klass 7 på den internationella skalan för kärntekniska händelser. Klassificeringen av den modellerade fiktiva allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk är en olycka i INES-klass 6, på grund av den radioaktivitet som frigörs vid utsläppet.

Jämförande uppgifter om Fukushimaolyckan och den modellerade allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk presenteras i tabell 9-75. Enligt tabellen var utsläppet av jod och cesium vid Fukushimaolyckan cirka 150 gånger större än det skulle vara vid den fiktiva allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk. Trots detta är det modellerade nedfallet av I-131 i den fiktiva allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk ställvis till och med dubbelt större än de uppgifter som publicerats om Fukushimaolyckan, vilket för sin del visar att beräkningsmodellen är konservativ. Nedfallet av radionukliderna Cs-137 är däremot klart större på Fukushimaområdet. Stråldoserna är i samma storleksklass och ställvis till och med mycket lika varandra i alla åldersgrupper.

Vid bedömningen av en allvarlig reaktorolycka vid Lovisa kraftverk har nedfallet och stråldoserna bedömts konservativt, och i modelleringen har man inte beaktat strålskyddsåtgärder som skulle minska stråldosen. Vid en verklig olycka skulle skyddsåtgärder vidtas i den omfattning som anges av myndigheterna. Under Fukushimaolyckan vidtogs omfattande skyddsåtgärder för att skydda befolkningen. Dessutom spreds en del av utsläppen vid Fukushimaolyckan österut mot havet och hela utsläppet orsakade inte nedfall på land. Detta innebär att det nedfall som uppmätts på land i omgivningen i Fukushima inte helt motsvarar den mängd aktivitet som frigjordes i atmosfären vid olyckan. Således är den fiktiva allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk inte direkt jämförbar med Fukushimaolyckan.

9.22 ÖVRIGA AVVIKELSER OCH OLYCKOR

9.22.1 Bakgrunds information och bedömningsmetoder

Avvikelse och olyckor och deras miljökonsekvenser har granskats utifrån myndighetskrav för kärnanläggningar och utifrån gjorda utredningar. För att identifiera avvikelser och olyckor har bland annat säkerhets- och riskanalyser som redan uppgjorts för Lovisa kärnkraftverk granskats.

De avvikelser och olyckor som behandlas gäller interna och externa händelser vid kraftverket, där det inte finns något behov av att starta säkerhetsfunktionerna i reaktorn och lagren för använt kärnbränsle eller där de fungerar som planerat. Med andra ord orsakar situationen inte direkt någon störning eller olycka enligt kärnenergiförordningen (161/1988) eller också uppfylls acceptanskriterierna för

Tabell 9-75. Jämförelse mellan Fukushimaolyckan och den modellerade allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk (Extension Site of Distribution Map of Radiation Dose 2021, Unscear 2013, Unscear 2015).

	Fukushimaolyckan	Lovisa kraftverk – modellerad allvarlig reaktorolycka		
Utsläpp i luften [TBq]				
I-131	151 000	1040		
Cs-137	14 500	100		
Nedfall inom ett område på cirka 100 km avstånd från kraftverket [kBq/m²]				
I-131, min.	0,4 ^a (1340)	1,07		
I-131, max.	7400 ^b	14 681		
Cs-137, min.	< 300	0,1		
Cs-137, max.	3000 - 14 700	1090		
Stråldos [mSv]				
	1 års exponeringstid ^c	Livslång exponeringstid ^c	1 års exponeringstid ^d	Livslång exponeringstid ^d
1-åring	2,0 - 7,5	2,1 - 18,0	0,3 - 8,0	0,4 - 14,5
10-åring	1,2 - 5,9	1,4 - 16,0	0,3 - 5,4	0,4 - 13,9
Vuxen	1,0 - 4,3	1,1 - 11,0	0,3 - 4,8	0,4 - 15,2

- a: Nedfallet i utsläppsplymets riktning cirka 3 månader efter olyckan, då halveringstiden för I-131 har påverkat värdet betydligt. Värdet inom parentes har skalats till tidpunkten för olyckan, närmare bestämt till den 12 mars 2011, då man för första gången observerade att strålningsnivåerna steg (Unscear 2013). Skalfaktorn 3 357,341 grundar sig på halveringstiden för I-131 (8,0252 d) och en tidpunkt på 94 d.
- b: I staden Namie dagarna efter olyckan.
- c: Stråldoserna som uppgetts för Fukushimaolyckan motsvarar variationsintervallet som bedömts för dosen (Unscear 2013) i Fukushima prefekturerna på de områden där befolkningen inte evakuerades. Evakueringsområdet sträckte sig i början 20 km från kraftverket och utvidgades senare, i synnerhet i nordvästlig riktning.
- d: I fråga om den fiktiva allvarliga reaktorolyckan vid Lovisa kraftverk presenteras för jämförelsens skull ett variationsintervall för stråldosen på 20–100 km avstånd från kraftverket.

händelsen. Avvikelse och olyckor kan påverka verksamheten och säkerhetsfunktionerna under normal drift och på så sätt försämra säkerhetsnivån vid kraftverket. Klassificering av störningar och olyckor vid kärnkraftverket, förberedelser inför sådana samt hanteringen och beredskapsverksamheten beskrivs i kapitel 7.

En del externa händelser kan leda till tillfällig nedkörning av kraftverket, varvid den kommersiella elproduktionen avbryts och det sker ett driftstopp vid kraftverket samt arbeten vid behov avslutas. Exempel på sådana händelser är en oljeolycka i havsområdet, hög luft- eller havsvattentemperatur samt högt eller lågt havsvattenstånd. Genom att köra ner kraftverket strävar man efter att garantera att kraftverket är så säkert som möjligt, om situationen skulle förvärras av någon anledning.

Vid en störning i elnätet kan den el som kraftverket producerar inte överföras till det riksomfattande stamnätet, vilket innebär att kraftverket producerar el för egen förbrukning eller körs ner och att dieselgeneratorerna på kraftverksområdet används för den el som behövs på området.

Om åtgärderna för att hantera störningar eller olyckor misslyckas eller de system som behövs för åtgärderna inte är funktionsdugliga kan situationen förvärras. Åtgärderna och systemen presenteras mer ingående i kapitel 7.5.2. I värsta fall kan situationen förvärras på grund av ett flertal fel och misstag och leda till en allvarlig reaktorolycka, vars följder och konsekvenser behandlas i kapitel 9.21. Sannolikheten för en sådan situation är emellertid mycket liten.

Vid fortsatt drift har stråldoserna bedömts för en lindrigare händelse, där säkerhetssystemen fungerar som planerat. Det handlar om ett stort läckage från primärkretsen till sekundärkretsen under driften. Händelsen omfattar ett stort antal olika störningar och olyckor vid kärnkraftverket, och största delen av dem leder till betydligt lindrigare konsekvenser än konsekvenserna av denna händelse och i en del fall är konsekvenserna i samma storleksklass. Enligt klassificeringen i kärnenergiförordningen (161/1988) hör olyckan till en händelse i klass B angående spridning av antagna olyckor. Enligt den internationella klassificeringen hör händelsen till INES-klass 4 utifrån radioaktiviteten som frigörs vid utsläppet.

I fråga om fortsatt drift och avveckling har utöver detta granskats andra eventuella avvikelser eller olyckor, där en liten mängd radioaktiva ämnen kan spridas i miljön. Sådana situationer har i kraftverkets säkerhetsanalyser bedömts vara möjliga till exempel vid hantering av använt kärnbränsle eller radioaktivt avfall, eller om det finns ett läckage i ett system som innehåller radioaktiva ämnen. Situationer som leder till små radioaktiva utsläpp kan förekomma i alla skeden av kraftverkets livscykel, tills kraftverket har avvecklats. Till exempel bränder kan orsaka ett radioaktivt utsläpp, men också försämra säkerhetsnivån, exempelvis genom att skada en del av säkerhetssystemen.

Stråldoserna har uppskattats med programmet Tuulet. I stället för på 1 000 km avstånd granskas konsekvenserna av spridningen av utsläpp på 1–100 km avstånd från kraftverket, eftersom utsläppen är betydligt mindre än vid en allvarlig reaktorolycka och influensområdet därför inte är lika stort. Vid bedömningen används konservativa antaganden och doserna bedöms med en sannolikhet för överskridning på 0,5 % under en integreringstid på ett år.

Vid konsekvensbedömningen granskades också avvikelser och olyckor som inte inkluderar radioaktivitet och som i princip inte medför några väsentliga konsekvenser för kraftverkets säkerhetsnivå. Sådana situationer orsakar inga radioaktiva utsläpp och gäller till exempel transporter av olja och andra kemikalier samt händelser vid lossning och lastning, lagring och drift av dessa. Orsakerna till olyckor kan exempelvis vara apparatfel och mänskliga misstag.

9.22.2 Fortsatt drift

9.22.2.1 Radioaktiva utsläpp

Den värsta händelsen som skulle kunna inträffa vid Lovisa kraftverk med tanke på stråldoserna är en allvarlig reaktorolycka, som behandlas i kapitel 9.21. I detta kapitel behandlas en olycka i form av ett stort läckage från primärkretsen till sekundärkretsen. Händelsen omfattar ett stort antal olika störningar och olyckor vid kärnkraftverket, och största delen av dem leder till betydligt lindrigare konsekvenser än konsekvenserna av denna händelse och i en del fall är konsekvenserna i samma storleksklass. Till dessa hör också bränder eller explosioner i kraftverkets utrymmen som kan leda till radioaktiva utsläpp i miljön.

I en tryckvattenreaktor, som finns vid Lovisa kraftverk, är det möjligt att en skada i ånggeneratorerna kan leda till att vattnet som kyler reaktorn kommer ut i sekundärkretsen. Om läckaget är stort, blåses en del av vattnet och ångan ut i atmosfären tills trycket i kretsarna har jämnats ut. Vattnet i primärkretsen innehåller radioaktiva ämnen. För invånarna kring kraftverket (avstånd 1 km från kraftverket) orsakar olyckan en stråldos på högst 3,3 mSv under en exponeringstid på ett år. Av dosen beror 1,5 mSv på utsläpp i luften och 1,8 mSv på utsläpp i havet. Stråldosen på grund av olyckan är cirka 55 % av den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare på 5,9 mSv. I tabell 9-76 presenteras de uppskattade stråldoserna av utsläppet i luften på olika avstånd från Lovisa kraftverk.

Tabell 9-76. De största avståndsspecifika stråldoserna [mSv] hos en vuxen på 1–100 km avstånd från Lovisa kraftverk på grund av utsläpp i luften till följd av ett stort läckage från primärkretsen till sekundärkretsen.

Avstånd [km]	Uppskattad stråldos för en vuxen [mSv]
1	1,5
5	0,78
15	0,16
20	0,11
50	0,02
100	0,005

I systemen vid Lovisa kraftverk finns radioaktiva ämnen under normal drift. Läckage från systemen leder bara till små radioaktiva utsläpp. För invånarna kring kraftverket (avstånd 1 km från kraftverket) orsakar en sådan händelse en stråldos på klart under 0,1 mSv under en exponeringstid på ett år. Denna stråldos är cirka 1 % av den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare på 5,9 mSv. Utsläpp från ett system som innehåller radioaktiva ämnen kan förekomma till följd av en del händelser som presenteras i kapitel 9.22.2.2 och till följd av en jordbävning.

Avvikelser och olyckor vid behandling och lagring av avfall, inklusive använt kärnbränsle, behandlas i kapitel 9.22.4.

9.22.2.2 Bränder, explosioner, olje- och kemikalieutsläpp

Orsakerna till de olyckor som behandlas i detta kapitel kan vara till exempel apparatfel, mänskliga misstag eller jordbävning. I tabell 9-77 presenteras mer ingående hur kraftverket har förberett sig på bränder, explosioner eller olje- och kemikalieutsläpp och vilka konsekvenser dessa kan orsaka. Dessa situationer kan i en del fall leda till att också radioaktiva ämnen sprids i miljön. Kraftverket har förberett sig på dessa situationer genom planering och anvisningar. Konsekvenserna av enskilda händelser begränsas till ett litet område och utsläppen av radioaktiva ämnen är små. Vid potentiella större händelser, till exempel om några av beredskapsåtgärderna misslyckas, kan utsläppet vara större. I detta fall bedöms utsläppet och dess konsekvenser emellertid vara betydligt mindre än vid spridningen av en antagen olycka i klass B. Således omfattar stråldoserna som presenteras ovan i kapitel 9.22.2.1 också de stråldoser bland invånarna i omgivningen som förorsakas av dessa situationer.

Tabell 9-77. Konsekvenserna av avvikelser och beredskap inför dessa.

Avvikelse	Konsekvens	Beredskap
Bränder och explosioner	- Person- och egendomsskador - Skador på konstruktioner - Spridning av rökgaser i miljön vid en storbrand - Utsläpp av släckvatten i miljön vid en storbrand - Potentiell liten spridning av radioaktiva ämnen i miljön	- Strukturellt brandskydd (separering och placering av system som bör skyddas samt brandteknisk indelning). - Anvisningar för kraftverkets operatörer för att hantera situationen. - Minimering av brandbelastningen och ändamålsenlig förvaring. - Ändamålsenlig behandling av brandfarliga gaser som uppkommer i processsystemen. - Övertrycksskydd i trycksatta tankar. - Tillämpning av ATEX-direktiven som behandlar utrustningar och arbetsmiljö. - Branddetekteringssystem. - Släckningssystem. - Larm för väteläckage. - Kraftverkets egen brandkår som hela tiden har beredskap. - Utbildning av personalen och behörighetskrav. - Brand- och räddningsplan samt samarbete med andra verksamhetsutövare och myndigheterna. - Filtrerat ventilationssystem.
Läckage av eller olycka vid transport av lätt brännolja	- Oljeutsläpp i mark eller vattendrag	- Transporter sker i enlighet med bestämmelserna om transport av farliga ämnen (TFÅ). - Transporter sker längs anvisade asfalterade transportleder på kraftverksområdet. - Vid bränslepåfyllning av dieselgeneratorer och -motorer används kraftverksområdets distributionsledningar. - Asfalterade lossningsområden, och regnvattnet från lossningsplatserna vid dieselbyggnaderna, där de största oljelagren finns, behandlas i en oljeavskiljare innan det leds till kylvattnets utloppstunnel. - I alla lagercisterner finns nivåmätning och överfyllningsskydd, och lossningen övervakas både av tankbilens förare och av en representant för kraftverket. - Lagercisternerna för brännolja finns i egna separata utrymmen, vars volym åtminstone motsvarar lagercisternens volym. Utrymmena saknar avlopp. Dag- och brukstankar som är mindre än lagercisternerna finns i utrymmen med avlopp som antingen är kopplat till en uppsamlingsbassäng eller går via en oljeavskiljare till kylvattnets utloppstunnel. - Lagercisterner och dagtankar kontrolleras dagligen för eventuella läckage. Även cisternernas och tankarnas skick kontrolleras regelbundet. - I alla oljeavskiljare finns en oljedetektor, som när olja detekteras stänger avskiljarens utloppsventil och larmar kontrollrummet. Oljeavskiljarnas och -detektorernas skick och funktionsförmåga kontrolleras regelbundet och kontrollerna bokförs. - För eventuella läckage finns absorptionsmedel på kraftverksområdet. - Säkerhetspersonal kontrollerar förekomsten av olja i det omgivande vattenområdet, i avloppsmynningar och utloppsdiken. - En handlingsplan har uppgjorts för oljeutsläpp. - Kraftverkets brandkår svarar för bekämpningen av oljeutsläpp.
Oljeläckage på gårdsområde	- Oljeutsläpp i mark och vattendrag	- För eventuella läckage från arbetsmaskiner finns absorptionsmedel på kraftverksområdet. - Ett oljeläckage på området för huvudtransformatorerna samlas in i en uppsamlingsbassäng för läckande olja under transformatorerna. Under varje transformator finns en bassäng som rymmer all olja i transformatorn. - Reservtransformatorn finns i en avrinningsbassäng som samlar in mindre oljeläckage.
Olycka vid transport av kemikalier eller kemikalieläckage	- Personskador (t.ex. frätande kemikaliestänk) - Kemikalieutsläpp i mark och vattendrag	- Transporter sker i enlighet med bestämmelserna om transport av farliga ämnen (TFÅ). - Transporter sker längs anvisade asfalterade transportleder på kraftverksområdet. - Kemikalieläckage inomhus leds till insamlingssystemet. - Utsläpp av kemikalier i miljön förhindras enligt en separat läckageanvisning. - Vid transport av kemikalier på kraftverksområdet följs säkerhetsanvisningar och -bestämmelser om dessa. Till exempel finns det en hanteringsanvisning för transport av tunnor med hydrazin.

Till uppgifterna för kraftverkets egen brandkår hör utöver brandbekämpning även bekämpning av kemikalie- och oljeutsläpp. Kraftverkets brandkår har beredskap att med hjälp av bekämpningsutrustning och -medel sköta små incidenter samt inleda bekämpning av skador vid stora incidenter tills det lokala räddningsverket anländer till platsen.

9.22.2.3 Förberedelser inför klimatförändringen

Klimatförändringen påverkar styrkan på yttre händelser och sannolikheten för förekomsten av kraftiga fenomen. Till följd av klimatförändringen ökar bland annat temperaturen i luften nära markytan och den genomsnittliga havsvattentemperaturen i framtiden och värmeböljor blir vanligare i både luften och havsvattnet. Därtill kommer nederbördsmängderna sannolikt att öka. Bindning av värme och koldioxid i havet förändrar havsvattnets skiktning och pH-förhållanden. De ökade nederbördsmängderna å sin sida späder ut havsvattnets salthalt, antingen direkt eller genom avrinning. Förändringarna i de fysikaliska storheterna i omgivningen skapar komplicerade återkopplingsfenomen sinsemellan, vilket gör det svårt att bedöma förändringens omfattning och leder till att bedömningen lätt blir fel. (Bolle m.fl. 2015)

I enlighet med vad som anges i kapitel 7.5.6 är en av klimatförändringens hotbilder med tanke på verksamheten vid Lovisa kraftverk att havsvattenståndet höjs. Enligt den mellanstatliga klimatpanelen IPCC (IPCC 2018) skulle höjningen av det globala havsvattenståndet 2050 även enligt det värsta klimatförändringsscenariot vara cirka 0,3 m jämfört med det genomsnittliga vattenståndet 1986–2005. Vid kraftverket skulle effekten vara mindre än hälften av detta, på grund av landhöjningen. Tillfälligt högt havsvatten beror på väderfenomen som följs upp och förutspås kontinuerligt på kraftverksområdet i Lovisa. Vid högt havsvattenstånd stoppas driften vid kraftverket redan i ett tidigt skede och vissa system förses med översvämningsskydd.

Temperaturökningen i luften och havsvattnet kan i framtiden orsaka effektbegränsningar vid kraftverket eller tillfälligt behov av nedkörning av kraftverket på grund av villkoren i miljötillståndet och kraven på anordningarnas kylkapacitet. Allt fler kraftiga stormar kan orsaka störningar i stamnätet, och kraftverket har förberett sig på detta med hjälp av ett flertal reservkraftkällor.

Kraftverket följer regelbundet med forskning om klimatförändringen och utifrån de bedömda konsekvenserna görs vid behov ändringsarbeten på det sätt som presenteras i kapitel 7.8.

9.22.3 Avveckling

I förberedelsefasen inför avvecklingen är kraftverket fortfarande i drift eller i driftstopp. När det använda kärnbränslet har flyttats från reaktorbyggnaderna till lagren för använt kärnbränsle, kan den egentliga rivningsverksamheten inledas. Samtidigt blir en stor del av kraftverkets system obehövliga, eftersom det inte längre finns någon risk för en olycka som innefattar reaktor eller reaktorbyggnadens bränslebassänger. Överblivna kemikalier, brännolja och olja

avlägsnas och då upphör även riskerna i anslutning till dessa.

Rivning, förpackning och transporter av system och konstruktioner ger upphov till risker, och förberedelserna inför dem är till stor del de samma som under driften av kraftverket. Detta behandlas i kapitel 9.22.2. Avvikelser och olyckor vid transport, behandling och lagring av avfall, inklusive använt kärnbränsle, behandlas i kapitlen 9.22.4 och 9.22.5. Verksamhetens karaktär och omfattning är emellertid annorlunda än under driften. Till exempel förebyggande och släckning av bränder är en viktig del av hanteringen av dessa risker.

Vid planeringen av rivningsåtgärderna och andra avvecklingsfaser beaktas i synnerhet personalens strålskydd. Genom omsorgsfullt val av enskilda arbetssätt och de redskap som används kan man i betydande grad påverka personalens stråldoser. För rivningen av varje apparat eller systemhelhet har en strålskyddsplan uppgjorts. Planen preciseras ytterligare innan rivningsarbetet inleds. Nedan finns en förteckning över strålskyddsåtgärder som tillämpas under avvecklingen:

- strålskyddsåtgärder som redan används under elproduktionen och de årliga underhållsavställningarna
 - aktiv uppföljning av strålnings- och kontamineringsnivåer
 - minimering av strålningsarbetets längd genom god planering
 - korrekt användning av skyddsutrustning (andningsskydd, handskar m.m.)
 - byggande av tillfälliga strålskydd
 - dekontaminering av anordningar
 - rivning och förpackning under vatten av kraftigt strålande avfall
- optimering av arbetsskedenas ordning under avvecklingen
- optimering av arbetsmetoder, till exempel metoder för att kapa rör
- användning av fjärrstyrda piknings- och sågrobotar
- sågning av betongkonstruktioner under vatten
- filtrerat utsug som installeras i arbetsobjekt (riktat utsug/avlägsnande av damm)
- spridningshinder för damm som installeras i arbetsobjekt eller på ett större område
- dimensionerat strålskydd kring zonen för reaktorhärden vid reaktortryckkärlet
- strålskyddscynder som modifierats för avvecklingen för transport av reaktorns inre delar
- styrning av lyftkran från en separat strålskyddad styrplats
- fjärrstyrning av lyftkran från utsidan av reaktorbyggnaden med hjälp av videoförbindelse
- extra strålskydd som monteras i transportfordon för det mest radioaktiva avfallet.

Trots de åtgärder som presenteras ovan kan det under avvecklingen förekomma situationer där en liten mängd radioaktiva ämnen kommer ut i miljön. Dosuppskattningen på 0,1 mSv som presenteras i kapitel 9.22.2.1 gäller också dessa situationer.

Utöver vad som presenteras ovan är rivningsverksamheten under avvecklingen förenad med samma risker som vilken annan rivningsverksamhet som helst. Dessa risker är personrisker som man kan förbereda sig på genom god planering och ett gott genomförande. Eventuella avvikelser påverkar inte miljön. I en del arbeten, till exempel rivning av asbest, iakttar man skyddsåtgärder i enlighet med kraven.

9.22.4 Använt kärnbränsle samt låg- och medelaktivt avfall som uppstår vid kraftverket

9.22.4.1 Behandling, lagring och transport av använt kärnbränsle

Under driften av bränslelagren kan det, liksom under driften av kraftverket, förekomma situationer som ger upphov till små radioaktiva utsläpp och som behandlas i kapitel 9.22.2.1. Antalet system är emellertid litet och således är även sannolikheten för en sådan situation mindre än under driften av kraftverket. Dosuppskattningen på 0,1 mSv som presenteras i kapitel 9.22.2.1 omfattar också bortförande av resteffektvärmen i det använda kärnbränslet som lagras i mellanlagren för använt kärnbränsle.

På transporterna av använt kärnbränsle mellan reaktorbyggnaderna och lagren för använt kärnbränsle tillämpas inte IAEA:s säkerhetskrav (IAEA 2018) eller lagen om transport av farliga ämnen (2.8.1994/719), eftersom transporterna sker på kraftverksområdet. Kraven har dock beaktats i väsentlig grad, till exempel motsvarar dosraten vid transportbehållarens yta kraven på transporter utanför kraftverksområdet. Flera transporter utförs varje år under driften och när avvecklingen inleds i en transportbehållare som konstruerats för ändamålet. Störningar och olyckor under transporterna bedöms inte orsaka radioaktiva utsläpp, eftersom behållaren transporteras på låg höjd och den inte går sönder ens om den välter. En avvikelse skulle leda till stråldoser för personalen. Dosen motsvarar dosen vid en olycka i samband med transport till Olkiluoto som bedömts nedan, i en situation där behållaren inte går sönder.

Transporterna av använt kärnbränsle till Olkiluoto för inkapsling och slutförvaring är transporter av farliga ämnen, på vilka tillämpas bland annat IAEA:s säkerhetskrav (IAEA 2018) och lagen om transport av farliga ämnen (2.8.1994/719) Enligt dessa bör transportbehållaren bland annat klara av ett fall från nio meters höjd, en brand och nedsänkning i vatten. Dosraten från extern strålning får inte överskrida värdet

2 mSv/h på transportmedlets (fordonets) yttre yta eller värdet 0,1 mSv/h på två meters avstånd från transportmedlet. En transportplan och en beredskapsplan utarbetas för transporterna. Vid en olycka kan räddningspersonalen bli tvungen att arbeta i närheten av transportbehållaren, varvid till exempel åtta timmars arbete på två meters avstånd skulle orsaka en stråldos på högst 0,8 mSv. Denna stråldos är cirka 14 % av den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare på 5,9 mSv. På cirka 30–50 meters avstånd från transportbehållaren motsvarar dosraten naturlig bakgrundsstrålning. Vid de allvarligaste transportolyckorna, där transportbehållarens täthet förloras, skulle följden kunna vara ett radioaktivt utsläpp av ädelgaser eller andra lättflyktiga ämnen. Detta utsläpp skulle orsaka en obetydligt liten stråldos för individen (Posiva 2012, bilaga 18).

9.22.4.2 Hantering av driftavfall och avvecklingsavfall

Under driften av kraftverket behandlas, transporteras och lagras relativt litet radioaktivt avfall på en och samma gång, och avvikelser och olyckor bedöms därför i huvudsak ge upphov till endast små radioaktiva utsläpp. Mängderna är större under avvecklingen, men i den detaljerade planeringen av avvecklingen kan man genom valet av behandlingsmetoder och förpackningar för det radioaktiva avfallet samt genom logistiska arrangemang förhindra uppkomsten av avvikelser och olyckor, men även minska konsekvenserna av sådana.

De presenterade dosvärdena (under 0,1 mSv på grund av ett läckage från system som innehåller radioaktiva ämnen och 3,3 mSv på grund av en mycket osannolik stor brand) inkluderar även olyckor vid avfallshantering. I tabell 9-78 presenteras eventuella konsekvenser av avvikelser och olyckor vid hanteringen av driftavfall och avvecklingsavfall samt beredskap inför sådana. De allmänna principerna för beredskap inför bränder gäller också avfallshantering. Dessa behandlas i tabell 9-77.

9.22.4.3 Slutförvar för LOMA

Slutförvaret för LOMA kan endast ge upphov till utsläpp av radioaktiva ämnen i miljön vid en avvikelse eller en olycka. Den situation som har bedömts vara värst är en kraftig brand av ett transportfordon, vilken kan orsaka en stråldos på högst 0,2 mSv för en invånare i omgivningen kring kraftverket under en exponeringstid på ett år. Denna stråldos är cirka 3 % av den genomsnittliga årliga stråldosen hos en finländare på 5,9 mSv.

Tabell 9-78. Konsekvenserna av avvikelser och olyckor vid hantering av driftavfall och avvecklingsavfall samt beredskap inför dessa.

Avvikelse	Konsekvens	Beredskap
Olyckor vid behandling och transport av avfall	- Personskador - Potentiell liten spridning av radioaktiva ämnen i miljön	- Lyft- och transportplaner - Transportmedel som lämpar sig för avfallstypen och förhållandena samt sättet som avfallet förpackas - Strålningsövervakning - Underhåll av passager och transportleder

Tabell 9-79. Avvikelser och olyckor som har identifierats som möjliga under driften av slutförvarsanläggningen.

Avvikelse	Konsekvens	Beredskap
Översvämning av slutförvarshallarna på grund av höjd havsvattennivå eller ett fel i systemet för infiltrerat vatten	- Avfallsförpackningarna exponeras för vatten och radioaktiva ämnen kan lösa sig i vattnet - I samband med bortpumpning av vatten är en liten spridning av radioaktiva ämnen i miljön möjlig	- Det är mycket osannolikt att havsvattennivån stiger till körtunneln som leder till slutförvaret för LOMA eller till schaktens mynningar, eftersom körtunnelns mynning ligger på cirka 3 meters nivå (N2000). - I slutförvaret för LOMA finns en behållare för infiltrerat vatten som samlar in vatten som infiltreras från berget. I behållaren ryms cirka en veckas infiltrerat vatten och under den tiden hinner man reparera systemet eller ordna alternativ pumpning.
Bränder (t.ex. brand av ett transportfordon)	- Potentiell liten spridning av radioaktiva ämnen i miljön	- Branddetekteringssystem. - Släckningssystem. - Kraftverkets egen brandkår som hela tiden har beredskap. - Utbildning av personalen och behörighetskrav. - Brand- och räddningsplan samt samarbete med andra verksamhetsutövare och myndigheterna. - Ventilationssystem med filtrering.
Mekanisk skada på avfallsförpackningar eller barriärer	- Ei vaikutuksia ympäristöön. - Henkilövahingot	- Bergets och förstärkningarnas skick följs upp och rensning utförs regelbundet, för att undvika att stenar faller ovanpå förpackningarna. - Transporterna och flyttningarna planeras, styrs och genomförs så att sannolikheten för skador är liten. - Uppföljning av avfallsförpackningarnas skick och stödkonstruktioner vid behov. - Sannolikheten för seismiska fenomen som skadar konstruktioner eller avfallsförpackningar är mycket liten.

Avvikelser och olyckor som har identifierats som möjliga under driften av slutförvaret för LOMA presenteras i tabell 9-79. Konsekvenserna vid de flesta avvikelser och olyckor avgränsas till insidan av slutförvaret för LOMA. Situationen efter att slutförvaret för LOMA har förslutits samt långtids-säkerheten behandlas i kapitlen 7.9.3 och 9.10.5.2.

9.22.5 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och konsekvenserna av detta

Behandling och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk förknippas med motsvarande avvikelser och olyckor som presenteras i kapitel 9.22.4. Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland förändrar inte läget avsevärt.

En störning under transporten är den enda särskilda avvikelser och olyckan som identifierats angående radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland. På transporterna tillämpas bland annat lagen om transport av farliga ämnen (2.8.1994/719) samt IAEA:s säkerhetskrav gällande transporter (IAEA 2018). Transporterna beskrivs allmänt i kapitel 9.10.6. Säkerheten vid transport av radioaktiva ämnen säkerställs i första hand med hjälp av kollit, som bör vara så skyddande och starkt att det kan transporteras som en helt vanlig vara. Kollit ska se till att olägenheterna av det radioaktiva ämnet är små både vid transporten och vid en eventuell olycka. Det finns olika krav på kollin som används för transport av radioaktiva ämnen, bland annat utifrån radioaktiviteten och andra egenskaper i det ämne som trans-

porteras, med beaktande av hurdana konsekvenser en skada på kollit skulle kunna orsaka, till exempel vid en trafikolycka. I författningarna presenteras bland annat aktivitetsgränser, som vid en överskridning innebär att kollit vid transport ska klara av bland annat ett fall från nio meters höjd mot ett stumt underlag och ett brandprov på 30 minuter i en temperatur på +800 °C. Kollit märks på ändamålsenligt sätt och i fraktsedeln beskrivs kollits innehåll med den noggrannhet som är nödvändig med tanke på avfallens radioaktivitet och andra egenskaper. Verkställaren av transporten ska se till att fordonets förare har tillräcklig behörighet och att det i förarhytten finns skriftliga och lättillgängliga säkerhetsanvisningar i standardformat, till exempel angående olyckor.

Nämnda åtgärder ska säkerställa att föraren och räddningsverket vid en eventuell störning eller olycka kan ta hänsyn till det radioaktiva ämne som transporteras. Strålskyddet för de transporterade radioaktiva ämnena dimensioneras så att det inte begränsar eventuella räddningsinsatser. (STUK 2012)

9.23 SAMMANTAGNA KONSEKVENSER MED ANDRA PROJEKT

På kraftverksområdet eller i dess närhet finns det för närvarande inga kända nya projekt som planeras eller pågår och som skulle kunna medföra sammantagna konsekvenser vid fortsatt drift eller avveckling av Lovisa kraftverk.

Projektet kan dock i framtiden ha anknytning till exempel till ett eventuellt utnyttjande av värmeenergi eller fortsatt drift av kraftledningarna, men det finns ännu inte tillräck-

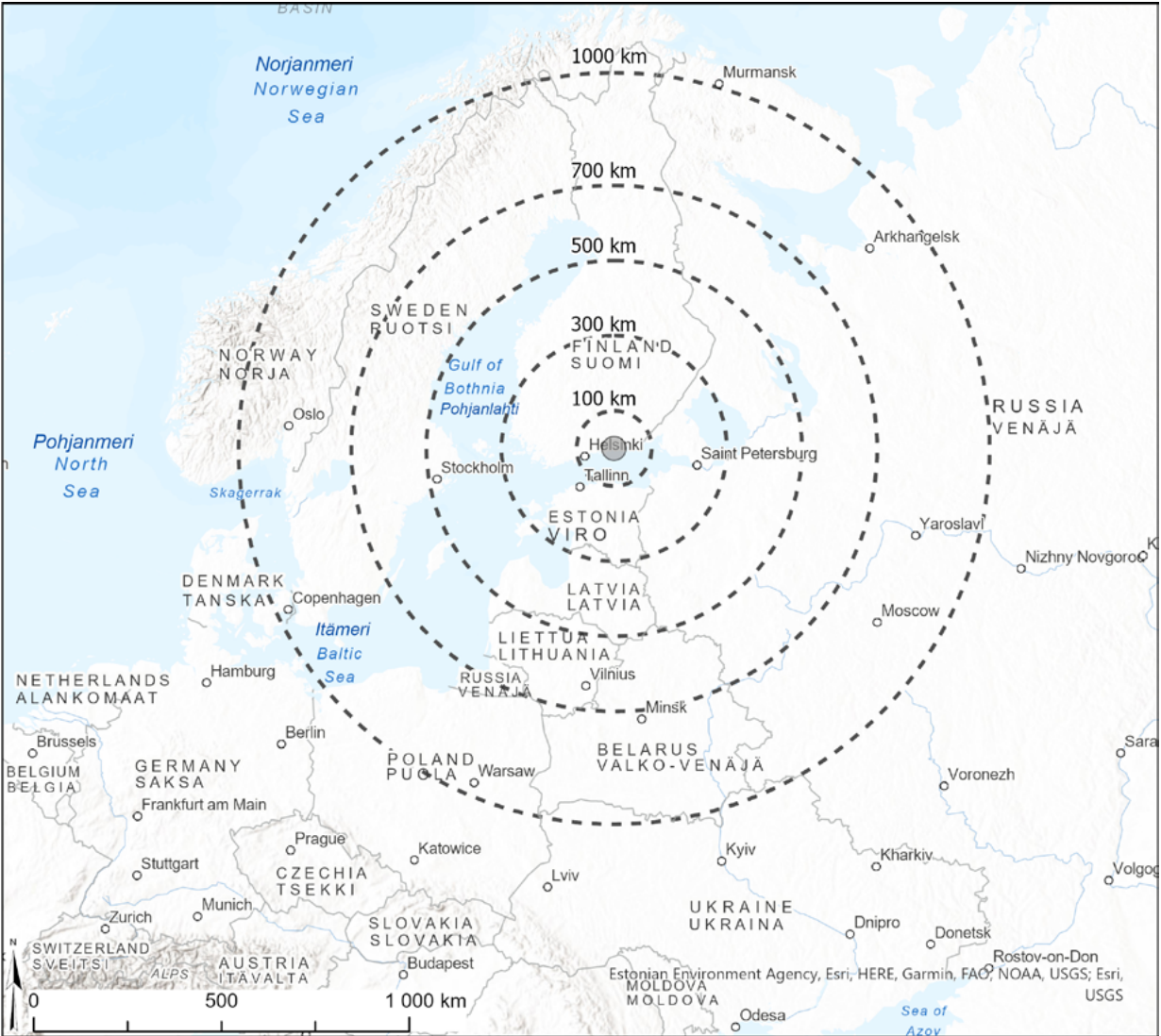


Bild 9-84. Riktgivande avstånd på upp till 1 000 km avstånd från Lovisa kärnkraftverk.

ligt med information om dessa och de granskas inte i detta MKB-förfarande. Olika energiproduktionsmöjligheter vid kraftverket, exempelvis utnyttjande av den värmeenergi som uppstår i processerna, kan emellertid bli aktuella i framtiden. Om kraftverket avvecklas fattar kraftledningarnas ägare Fingrid Oyj beslut om fortsatt drift av kraftledningarna.

9.24 KONSEKVENSER ÖVER FINLANDS GRÄNSER

9.24.1 Konsekvenser av en allvarlig reaktorolycka

För bedömningen av konsekvenserna över Finlands gränser har spridningen av ett radioaktivt utsläpp på grund av en allvarlig reaktorolycka, nedfallet på grund av utsläppet och befolkningens stråldoser till ett avstånd på 1000 km från Lovisa kärnkraftverk modellerats. I modelleringen har en mycket osannolik allvarlig reaktorolycka granskats. Vid olyckan frigörs i miljön 100 TBq av nukliden cesium-137 (Cs-137)

och andra radionuklider som finns i reaktorn i samma proportion, vilket motsvarar gränsvärdet i kärnenergiförordningen 161/1988 22 b §. Utifrån aktiviteten som frigörs vid utsläppet handlar det om en olycka i INES-klass 6.

Modelleringsmetoderna och konsekvenserna av den modellerade fiktiva allvarliga reaktorolyckan beskrivs mer ingående i kapitel 9.21. Utgångspunkten för modelleringen har varit analyser som gjorts för Lovisa kraftverk och med hjälp av antaganden i modelleringen säkerställer man att det uppskattade nedfallet och de uppskattade stråldoserna är konservativa. Exempelvis befolkningsskyddsåtgärder och begränsningar i användningen av livsmedel, som skulle kunna minska stråldoserna på både kort och lång sikt, har inte beaktats i modelleringen.

På bild 9-84 visas avstånden till andra länder på upp till 1 000 km avstånd från Lovisa kärnkraftverk. De presenterade avstånden är beräkningspunkter som använts i modelleringen och på dessa grundar sig bedömningen av nedfallet och stråldoserna även utanför Finlands gränser till följd av ett radioaktivt utsläpp vid en allvarlig reaktorolycka.

Tabell 9-80. Storleksklass på landsspecifika stråldoser som uppskattats för barn och vuxna vid en allvarlig reaktorolycka. Stråldosernas variationsintervall motsvarar det ungefärliga avståndet från Lovisa kraftverk till områdena innanför landets gränser.

Land	Ungefärligt avstånd från Lovisa kraftverk till landets områden (max, min) [km]	Variationsintervall för dosen hos en 1-åring under en livstid [mSv]	Variationsintervall för dosen hos en 10-åring under en livstid [mSv]	Variationsintervall för dosen hos en vuxen under en livstid [mSv]
Estland	300, 100	≤0,16–0,41	≤0,16–0,40	≤0,17–0,43
Ryssland	1000, 100	≤0,03–0,41	≤0,03–0,40	≤0,04–0,43
Sverige	1000, 300	0,03–0,16	0,03–0,16	0,04–0,17
Lettland	500, 300	0,09–0,16	0,09–0,16	0,10–0,17
Litauen	700, 500	≤0,06–0,09	≤0,06–0,09	≤0,06–0,10
Belarus	1000, 500	≤0,03–0,09	≤0,03–0,09	≤0,04–0,10
Norge, Polen, Ukraina, Danmark	1000, 700	≤0,03–0,06	≤0,03–0,06	≤0,04–0,06
Tyskland	1000	≤0,03	≤0,03	≤0,04

Enligt resultaten av modelleringen medför en allvarlig reaktorolycka inga direkta hälsoeffekter för invånarna i närheten av kraftverket och inte heller utanför Finlands gränser. På fem kilometers avstånd från kraftverket är stråldosen av den modellerade allvarliga reaktorolyckan under två dygn 3,8–4,5 mSv beroende på målgrupp. Utifrån doskriterierna (tabell 9-72) som fastställts i Finlands lagstiftning och i myndighetskrav överskrids doskriterierna för skydd inomhus och evakuering inom den skyddszon som finns på under 5 km avstånd från kraftverket. Således finns det inget behov av befolkningsskyddsåtgärder utanför Finlands gränser.

I tabell 9-80 anges de landsspecifika stråldoserna på upp till 1 000 km avstånd från Lovisa kärnkraftverk till följd av ett radioaktivt utsläpp vid en allvarlig reaktorolycka. Årsdoserna på grund av naturlig bakgrundsstrålning är cirka 1,5–6,2 mSv/år i Europa (European Commission 2019). Jämfört med detta är stråldoserna utanför Finlands gränser till följd av ett utsläpp vid en allvarlig reaktorolycka obetydliga vid en allmän statistisk granskning. I tabell 9-80 anges stråldoserna i olika länder på en ungefärlig nivå utifrån de beräkningspunkter som använts i modelleringen och som visas på bild 9-83. Stråldoserna som uppskattats för en vuxen under en livstid är som högst 0,43 mSv och som lägst ≤ 0,04 mSv. Stråldoserna som uppskattats för ett barn under en livstid är i praktiken lika stora.

Närliggande områden i Estland och Ryssland exponeras för de största stråldoserna utanför Finlands gränser. Avståndet från Lovisa kärnkraftverk till dessa länders gränser är som lägst cirka 100 km. Stråldoserna minskar då avståndet ökar. Från Lovisa kärnkraftverk till Sveriges kust är det cirka 400 km. Dosen i Sverige under en livstid är enligt en konservativ uppskattning som högst 0,16 mSv för barn och 0,17 mSv för vuxna (doserna anges vid beräkningspunkten på 300 km avstånd). I norra och södra Sverige på cirka 1 000 km avstånd är stråldoserna för barn och vuxna under en livstid i klassen 0,03–0,04 mSv.

Stråldoserna på över 1 000 km avstånd har inte beräknats mer ingående, men enligt modelleringsresultaten och expertutlåtandet uppskattas stråldoserna för barn och vuxna vara mindre än eller högst 0,03–0,04 mSv, som till exempel i östra/nordöstra Tyskland och södra/sydvästra Polen.

9.24.2 Övriga konsekvenser

Utöver konsekvenserna av en fiktiv allvarlig reaktorolycka bedöms inte den fortsatta driften eller avvecklingen medföra några andra konsekvenser över Finlands gränser.



10. Miljökonsekvensernas betydelse och jämförelse av alternativen

10.1 SAMMANDRAG AV MILJÖKONSEKVENSERNAS BETYDELSE

I tabell 10-1 nedan jämförs verksamhetsfaserna efter de nuvarande tillståndperioderna. Dessa verksamhetsfaser är antingen fortsatt drift eller avveckling. Dessutom har behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland granskats separat. Vid granskningen har man för varje konsekvens beaktat konsekvensernas betydelse utifrån konsekvensobjektets känslighet och förändringens omfattning (se kapitel 9.1.4). I tabellen koncentrerar man sig på att jämföra den verksamhet som sker

på kraftverksområdet i Lovisa efter de nuvarande tillståndperioderna och miljökonsekvenserna av denna verksamhet. Konsekvenserna av verksamhetsfasen med fortsatt drift har bedömts på sin höjd till år 2050. I fråga om avvecklingsfasen har de tillhörande verksamheterna (bl.a. utvidgningen av slutförvaret för LOMA, 1:a och 2:a rivningsfasen samt driften av de självständiga anläggningsdelarna) beaktats ända tills förslutningen av slutförvaret för LOMA. Bedömningen fokuserar på bedömningen av konsekvenserna vid normal verksamhet. Avvikelser och olyckor beskrivs i kapitlen 9.21, 9.22 och 9.24.

Tabell 10-1. Sammandrag av konsekvensernas betydelse i olika verksamhetsfaser. Färgerna används för att visa betydelsens nivå och karaktär (vit: inga konsekvenser, grön: positiv, röd: negativ).

Negativ konsekvens					Positiv konsekvens			
Mycket stor	Stor	Måttlig	Liten	Inga konsekvenser	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
					Fortsatt drift	Avveckling	Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland	
Markanvändning och planläggning samt byggd miljö					Liten negativ	Liten positiv	Inga konsekvenser	
Landskap och kulturmiljö					Liten negativ	Liten positiv	Inga konsekvenser	
Trafik					Liten negativ	Måttlig negativ	Inga konsekvenser	
Buller					Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser	
Vibrationer					Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser	
Luftkvalitet					Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser	
Utsläpp av radioaktiva ämnen och strålningsexponering					Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	
Utnyttjande av naturresurser					Inga konsekvenser	Liten positiv	Inga konsekvenser	
Avfall och avfallshantering (Lovisa)					Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	
Avfall och avfallshantering (hela Finland)					Inga konsekvenser	Inga konsekvenser	Måttlig positiv	
Energimarknad och försörjningsberedskap					Stor positiv	Stor negativ	Inga konsekvenser	
Växthusgasutsläpp och klimatförändring					Måttlig positiv	Måttlig negativ	Inga konsekvenser	

	Fortsatt drift	Avveckling	Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland
Regional ekonomi (Lovisa ekonomiska region)	Mycket stor positiv	Stor positiv	Inga konsekvenser
Regional ekonomi (hela Finland)	Liten positiv	Liten positiv	Inga konsekvenser
Jordmån och berggrund	Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser
Grundvatten	Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser
Ytvatten (Hästholmsfjärden, Klobbfjärdens vattenförekomst)	Måttlig negativ	Måttlig positiv	Inga konsekvenser
Ytvatten (övriga närliggande havsområden)	Liten negativ	Liten positiv	Inga konsekvenser
Ytvatten (Lappomträsket)	Inga konsekvenser	Liten negativ	Inga konsekvenser
Fiskbestånd	Måttlig negativ	Måttlig positiv	Inga konsekvenser
Fiske	Liten negativ	Liten positiv	Inga konsekvenser
Växtlighet, djurliv och skyddsområden	Liten positiv	Liten negativ	Inga konsekvenser
Människors levnadsförhållanden och trivsel	Liten negativ	Måttlig negativ	Liten negativ
Hälsa	Inga konsekvenser	Inga konsekvenser	Inga konsekvenser

10.1.1 Fortsatt drift

10.1.1.1 Positiva konsekvenser

I verksamhetsfasen med fortsatt drift är de största positiva konsekvenserna de **regionalekonomiska konsekvenserna** (tabell 10-1). De regionalekonomiska konsekvenserna av Lovisa kraftverk är mycket stora i Lovisa ekonomiska region och ses också på nationell nivå.

Även **konsekvenserna för energimarknaden och försörjningsberedskapen** bedöms vara stora positiva konsekvenser. Fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk bidrar till försörjningsberedskapen i Finlands energisystem och minskar importbehovet av el då elförbrukningen ökar i framtiden.

Konsekvenserna för växthusgasutsläppen och klimatförändringen är måttliga positiva vid fortsatt drift. Användningen av kärnkraft för elproduktion stöder Finlands mål om att vara klimatneutralt 2035. Driften av kärnkraftverket ger inte upphov till några växthusgasutsläpp.

Konsekvenserna för växtligheten, djurlivet och naturskyddsområdena bedöms vara små positiva, i synnerhet för fågelbeståndet, eftersom kylvattnet vid fortsatt drift

av kraftverket upprätthåller Hästholmsfjärdens betydelse som ett övervintringsområde för sjöfåglar som är viktigt på landskapsnivå.

10.1.1.2 Negativa konsekvenser

I verksamhetsfasen med fortsatt drift fortsätter värmebelastningen i **ytvattnet** på samma sätt som i nuläget. En eventuell uppvärmning av klimatet i kombination med kylvattnets värmebelastning kan öka den värmande effekten i närheten av utloppsplatsen. Detta bedöms medföra en på sin höjd måttlig negativ konsekvens lokalt i Hästholmsfjärden. En något försämrad status i Klobbfjärdens vattenförekomst till följd av samverkan mellan den värmande effekten och den diffusa näringsbelastningen kan inte uteslutas.

Konsekvenserna för fiskbeståndet bedöms vara måttliga negativa. Den fortsatta värmebelastningen från kraftverket upprätthåller en situation i havsområdet som gynnar sådana fiskarter som har anpassat sig till varmare vatten, såsom gös och mörtfiskar. Varmare vatten kan också möjliggöra att den främmande arten svartmunnad smörbult blir vanligare på området, vilket dock inte bedöms påverka områdets gösbestånd.

Konsekvensen för fisket bedöms vara liten negativ.

Fortsatt drift av kraftverket bedömdes medföra små negativa konsekvenser för markanvändningen, planläggningen, landskapet, trafiken samt människornas levnadsförhållanden och trivsel. Utsläppen av radioaktiva ämnen, strålningsexponeringen, uppkomsten av använt kärnbränsle samt låg- och medelaktivt avfall bedöms vara oförändrade och konsekvenserna av dessa vara små negativa. Stråldosen hos invånarna kring Lovisa kärnkraftverk har legat långt under en procent av den restriktion för årsdosen på 0,1 mSv per år som statsrådet har fastställt.

10.1.2 Avveckling

10.1.2.1 Positiva konsekvenser

När driften av kraftverket har avslutats, upphör också de mycket stora positiva **regionalekonomiska konsekvenserna** (tabell 10-1). Under avvecklingsfasen uppstår emellertid andra regionalekonomiska konsekvenser för olika aktörer och sektorer och dessa ersätter delvis konsekvenserna under driften. Konsekvenserna för Lovisa ekonomiska region är stora positiva. De regionalekonomiska konsekvenserna upphör när avvecklingen har avslutats.

Konsekvenserna för ytvattnet är måttliga positiva i Klobbfjärdens vattenförekomst, eftersom värmebelastningen i havsområdet upphör. Då återgår temperatur- och skiktningförhållandena i ytvattnet samt längden på tillväxtperioden till naturligt tillstånd. De positiva konsekvenserna kan visa sig med fördröjning. En avveckling försämrar inte kvalitetsfaktorerna för ekologisk status och förhindrar inte uppnåendet av god status i vattenförekomsten.

Konsekvenserna för fiskbeståndet bedöms vara måttliga positiva, eftersom konsekvensen av värmebelastningen för det marina ekosystemet upphör. Fiskemöjligheterna vintertid blir bättre igen, varvid **konsekvensen för fisket** bedöms vara liten positiv.

En avveckling bedöms dessutom medföra små positiva konsekvenser för markanvändningen, planläggningen, landskapet och utnyttjandet av naturresurser.

10.1.1.2 Negativa konsekvenser

Avvecklingen av kraftverket medför en stor **negativ konsekvens för energimarknaden och försörjningsberedskapen**. En avveckling av kraftverket skulle betyda att det behövs ersättande koldioxidfri el för att uppnå Finlands mål om klimatneutralitet. Detta skulle bland annat kräva att ny elproduktionskapacitet byggs i Finland och ökad import av el. Dessutom skulle möjligheterna att exportera el från Finland minska.

Konsekvensen för växthusgasutsläppen och klimatförändringen bedöms vara måttlig negativ. En avveckling av Lovisa kraftverk skulle medföra ett behov av att öka annan utsläppsfri elproduktionskapacitet i motsvarande grad.

Traffikkonsekvenserna bedöms vara på sin höjd måttliga negativa. Trafikmängden ökar tillfälligt under rivningsfaserna, vilket eventuellt försämrar trafikens smidighet. Ökningen av trafikmängden, i synnerhet på Atomvägen och Skärgårdsvägen, kan öka trafiksäkerhetsrisken.

Konsekvenserna för människors levnadsförhållanden och trivsel bedöms vara måttliga negativa, eftersom en avveckling av kraftverket orsakar en tydlig och observerbar förändring i verksamheten på kraftverksområdet. Om kraftverket avvecklas och elproduktionen upphör kan detta förändra den lokala identiteten och leda till oro över förändringens konsekvenser samt till konkreta konsekvenser för Lovisaregionens livskraft. De olika avvecklingsfaserna pågår i helhet i flera decennier.

En avveckling bedöms dessutom medföra små negativa buller- och vibrationskonsekvenser samt små negativa konsekvenser för luftkvaliteten och för växtligheten, djurlivet och naturskyddsområdena.

Konsekvenserna av en utvidgning av slutförvaret för LOMA för jordmånen, berggrunden och grundvattnet är ringa. Rivningen av radioaktiva delar samt **avfallshanteringen** under avvecklingen orsakar **strålningsexponering** som ligger under dosgränserna. Efter förslutningen av slutförvaret för LOMA uppfyller slutförvaringen kraven på långtidssäkerhet.

10.1.3 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland

Mottagning, behandling, mellanlagring och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk medför i regel inga konsekvenser (tabell 10-1)

Mottagningen av avfall som uppstått på andra håll i Finland bedöms emellertid medföra en måttlig positiv konsekvens för avfallet och avfallshanteringen i hela Finland, eftersom en säker och kostnadseffektiv slutförvaringslösning tillhandahålls vid Lovisa kraftverk för radioaktivt avfall från olika källor. Användningen av de befintliga funktionerna och utrymmena vid Lovisa kraftverk som lämpar sig för behandling och slutförvaring av radioaktivt avfall gynnar den samhälleliga helhetslösningen och utvecklingen av en säker avfallshantering i Finland.

Behandlingen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland orsakar en liten strålningsexponering, som eftersom mängden avfall är liten bara är en bråkdel av strålningseffekterna av driftavfallet, som också de är små. Behandlingen och slutförvaringen av avfallet genomförs så att dess effekt på stråldoserna hos personalen och befolkningen i omgivningen är liten och så att kraven på långtidssäkerhet uppfylls. Små negativa konsekvenser kan emellertid uppkomma på grund av oron över mottagningen av avfall som uppstått på andra håll i Finland.

10.2 JÄMFÖRELSE AV ALTERNATIVEN

10.2.1 Fortsatt drift Alt1 och avveckling Alt0/Alt0+

Vid granskningen och jämförelsen av projektalternativen (Alt1, Alt0 och Alt0+) bör man beakta att den fortsatta driften (Alt1) också inkluderar avveckling i ett senare skede samt mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland.

Den största skillnaden mellan alternativen är tidpunkten då de olika verksamhetsfaserna genomförs på kraftverksområdet:

- I alternativet med fortsatt drift (Alt1) fortsätter driften av kraftverket i cirka 20 år till efter att de nuvarande drifttillstånden har upphört 2027 och 2030. Avvecklingsfaserna genomförs cirka 2045–2090.
- I avvecklingsalternativet (Alt0/Alt0+) avslutas driften av kraftverket när de nuvarande drifttillstånden löper ut 2027 och 2030, varvid förberedelserna inför avvecklingen av kraftverket inleds under de närmaste åren. Avvecklingsfaserna genomförs cirka 2025–2065.
- Det är möjligt att ta emot radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk både vid fortsatt drift (Alt1) maximalt till år 2090 och vid en avveckling (Alt0+) maximalt till år 2065.

Miljökonsekvensernas betydelse är olika i de olika verksamhetsfaserna (tabell 10-1). Alla alternativ innebär sist och slutligen att den nuvarande verksamheten på kraftverksområdet har upphört.

I alternativet med fortsatt drift (Alt1) är miljökonsekvenserna totalt sett större än i de andra alternativen, eftersom alternativet innebär att kraftverket är i drift under längre tid och dessutom inkluderar avveckling av kraftverket och mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland. De största negativa konsekvenserna av den fortsatta driften beror på värmebelastningen i havet på grund av kylvattnet. Den fortsatta driften medför också betydande positiva konsekvenser, som bland annat gäller den regionala ekonomin, energimarknaden och växthusgasutsläppen.

När driften av kraftverket upphör, uppkommer inte längre dessa positiva konsekvenser. Vid en avveckling uppkommer fortfarande positiva konsekvenser för den regionala ekonomin, men de är mindre än under driften och gäller andra sektorer, tills de upphör helt när avvecklingen har avslutats. De största positiva konsekvenserna vid en avveckling gäller havsområdets status, eftersom värmebelastningen i havet på grund av kraftverkets kylvatten upphör. Avvecklingen ger emellertid upphov till negativa konsekvenser, i synnerhet rivningsarbetet. Om kraftverket avvecklas när de nuvarande tillståndsperioderna upphör (Alt0/Alt0+), utblir de positiva

och negativa konsekvenserna av en fortsatt drift (Alt1). Mottagningen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför inga betydande miljökonsekvenser. Kraftverket har redan den kunskap, den teknik och de utrymmen som behövs för mottagningen, mellanlagringen och slutförvaringen av detta avfall. Mottagningen av detta avfall vid Lovisa kärnkraftverk ligger i hela samhällets intresse, eftersom en säker och kostnadseffektiv slutförvaringslösning erbjuds för radioaktivt avfall från olika källor.

Verksamheten vid Fortum Power and Heat Oy:s kärnkraftverk i Lovisa är mycket etablerad och miljökonsekvenserna är allmänt kända. Teknikerna, processerna och metoderna för att lindra konsekvenserna är välkända. I alternativet med fortsatt drift fäster man vikt vid kraftverkets åldringshantering, och åtgärderna i anknytning till detta presenteras i kapitel 4.1. Med hjälp av dessa åtgärder säkerställer man en säker fortsatt drift av kraftverket. I verksamheten följer man med utvecklingen av den bästa tillgängliga tekniken (BAT), kraven i branchens lagstiftning samt erfarenheterna från andra kärnkraftverk. Avvecklingsplanen kommer att uppdateras och preciseras i takt med att projektet framskrider. Kraftverket har förberett sig och förbereder sig på riskerna i anknytning till avvikelser och olyckor, bland annat med beaktande av eventuella ändringar i omvärlden eller i lagstiftningen. I alternativ Alt1 fortsätter olycksrisken i cirka 20 år längre än i alternativen Alt0 och Alt0+.

Utifrån bedömningen av miljökonsekvenserna är projektalternativen Alt1, Alt0 och Alt0+ genomförbara. Metoderna för att förebygga och lindra negativa konsekvenser som presenteras i miljökonsekvensbeskrivningen kan lindra eventuella miljökonsekvenser om de om möjligt beaktas i den fortsatta planeringen och genomförandet av projektet.

10.2.2 Skillnad i avvecklingen mellan alternativen Alt1 och Alt0/Alt0+

I alternativ Alt1 genomförs avvecklingen, med undantag för några skillnader (se kapitel 5.9), i huvudsak på samma sätt som i alternativ Alt0, som beskrivs i kapitel 5. Miljökonsekvenserna som presenteras i kapitel 9 är under avvecklingsfasen i stora drag de samma i de bägge alternativen. Den mest betydande skillnaden är tidpunkten då avvecklingen och dess miljökonsekvenser inträffar. I alternativ Alt0 inträffar miljökonsekvenserna av avvecklingsfaserna under cirka 2025–2065 och i alternativ Alt1 under cirka 2045–2090, om den kommersiella driften av kraftverket fortsätter med maximalt cirka 20 år. De största arbetena vid avvecklingen av kraftverksenheterna utförs främst under de första 10 åren efter att driften av kraftverket har upphört. Skillnaderna mellan miljökonsekvenserna av en avveckling i alternativen Alt1 och Alt0 behandlas i tabell 10-2.

Tabell 10-2. Skillnader mellan en avveckling efter fortsatt drift (Alt1) och en avveckling efter att de nuvarande tillståndsperioderna har upphört (Alt0).

	Alt0 avveckling	Alt1 avveckling	Sammandrag av skillnaderna mellan miljökonsekvenserna
1:a rivningsfasen	Driften av kraftverksenheterna upphör 2027 och 2030 Rivningen utförs under olika tidpunkter.	Driften av kraftverksenheterna kan avslutas samtidigt ca år 2050 eller med kortare intervall än i alternativ Alt0.	I alternativ Alt1 skulle avvecklingen av de båda kraftverksenheterna kunna utföras samtidigt eller med kortare intervall än i alternativ Alt0. I så fall kan den 1:a rivningsfasen utföras lite snabbare, vilket i ringa mån kan öka trafik-, buller- och vibrationskonsekvenserna jämfört med alternativ Alt0 då avvecklingen sker överlappande. I alternativ Alt1 skulle man också kunna inhämta erfarenheter av avvecklingar av kärnkraftverk från andra länder och man skulle kunna utveckla tekniker för avvecklingen och därigenom minska miljökonsekvenserna.
Låg- och medelaktivt driftavfall	Under driften uppgår lågaktivt avfall till cirka 2 700 m³ och medelaktivt avfall till cirka 4 900 m³.	Under driften uppgår lågaktivt avfall till ca 3 300 m³ och medelaktivt avfall till ca 7 300 m³.	Den totala mängden låg- och medelaktivt driftavfall som behandlas i alternativ Alt1 ökar på grund av de 20 extra åren i drift. Den nuvarande planen för utvidgning av slutförvaret för LOMA uppskattas vara tillräcklig också i alternativ Alt1, eftersom man har fått ned mängden driftavfall och den fortsatta driften inte ökar mängden avvecklingsavfall i någon betydande grad.
Radioaktivitet i avvecklingsavfallet	Radioaktiviteten i avvecklingsavfallet är ca 22 000 TBq.	Radioaktiviteten i avvecklingsavfallet är ca 33 000 TBq.	I alternativ Alt1 ökar mängden radioaktivitet i vissa typer av avvecklingsavfall under de 20 extra åren i drift. På grund av restriktionen för årsdosen som eftersträvas för avvecklingen och det effektiva strålskyddet vid hanteringen av dessa typer av avfall har det ingen betydande effekt på personalens stråldoser. I båda alternativen är personalens kollektiva stråldos under avvecklingen uppskattningsvis cirka 10 manSv och årsdosen för en individ i befolkningen ligger under gränsvärdet 0,01 mSv som fastställts för avvecklingen. Trots den ökade radioaktiviteten i avfallet ligger konsekvenserna för långtidssäkerheten under de fastställda gränsvärdena, bl.a. stråldosen för de mest exponerade människorna ligger under 0,1 mSv per år.

	Alt0 avveckling	Alt1 avveckling	Sammandrag av skillnaderna mellan miljökonsekvenserna
Mellanlagring av använt kärnbränsle	Total mängd ca 7 700 knippen. Mellanlagringen i det befintliga lagret för använt kärnbränsle på kraftverksområdet.	Total mängd högst ca 12 800 knippen. Utökning av mellanlagringskapaciteten på kraftverksområdet.	I alternativ Alt1 ökar den totala mängden använt kärnbränsle på grund av de 20 extra åren i drift, vilket ökar behovet av kapacitet för mellanlagring av det använda kärnbränslet på kraftverksområdet. Lagringskapaciteten kan utökas antingen genom att placera bränslet tätare i vattenbassängerna i de befintliga lagren eller genom att bygga till det ena mellanlagret med högst två nya vattenbassänger. Eventuell utökning av lagringskapaciteten genom att bygga till mellanlagret för använt kärnbränsle 2, ökar emellertid inte mängden avvecklingsavfall i alternativ Alt1 i någon betydande grad. Konsekvenserna för stråldoserna avviker inte olika i de olika sätten att utöka lagringskapaciteten. Mellanlagringen och behandlingen av använt kärnbränsle på kraftverksområdet i de bägge alternativen orsakar inga strålningseffekter eller utsläpp i miljön som avviker från normal drift och de lagstadgade gränsvärdena för personalen överskrids inte.
Transporter av använt kärnbränsle	6–8 landsvägs-transporter per år (1 behållare åt gången) eller alternativt 2 fartygstransporter per år (3–4 behållare åt gången).	6–8 landsvägs-transporter per år (1 behållare åt gången) eller alternativt 2 fartygstransporter per år (3–4 behållare åt gången).	Ökningen av den totala mängden använt kärnbränsle i alternativ Alt1 ökar det totala antalet transporter av använt kärnbränsle, men på årsnivå är antalet transporter detsamma i båda alternativen. I alternativ Alt1 börjar transporterna eventuellt senare och pågår under längre tid. I båda alternativen är strålningsexponeringen för människor och miljö på grund av transporterna av använt kärnbränsle mycket liten.
Slutförvaring av använt kärnbränsle	Olkiluoto i Euraåminne (Posiva Oy). Total mängd ca 7 700 knippen.	Olkiluoto i Euraåminne (Posiva Oy). Total mängd högst ca 12 800 knippen.	Posiva Oy har principbeslut och byggnadstillstånd för slutförvaring av 6 500 uranton (tU) och mängden använt kärnbränsle i alternativ Alt1 ingår i denna totala mängd och påverkar inte säkerheten i slutförvaringen.

10.2.3 Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid fortsatt drift (Alt1) och avveckling (Alt0+)

I alternativen Alt1 och Alt0+ ingår mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kärnkraftverk. Skillnaden mellan alternativen är tidsspannet för mottagningen av avfallet. Det är möjligt för Lovisa kraftverk att ta emot radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland ännu under driften och rivningen av de anläggningsdelar som blir självständiga, så länge som funktionerna i anknytning till avfallshantering och slutförvaring är tillgängliga. Vid fortsatt drift (Alt1) sker detta maximalt till cirka 2090 och vid en avveckling (Alt0+) maximalt till cirka 2065.

Den totala mängden avfall som mottas uppgår i bägge alternativen till högst 2 000 m³. Mellanlagringen av avfallet kan emellertid pågå längre vid fortsatt drift (Alt1). Eftersom mängden avfall är liten är strålningseffekterna även i detta fall bara en bråkdel av strålningseffekterna av driftavfallet, som också de är små.

10.3 SLUTSATSER OM DE MEST BETYDANDE MILJÖKONSEKVENSERNA

Alla projekialternativ (Alt1, Alt0/Alt0+) är genomförbara med tanke på miljökonsekvenserna.

10.3.1 Alternativ Alt1

Alternativet med fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk (Alt1) stöder målet i statsminister Sanna Marins regeringsprogram om att Finland ska vara klimatneutralt 2035. Den fortsatta driften ger en betydande ekonomisk fördel i synnerhet lokalt och regionalt, tack vare den multiplikativa effekten av värdekedjan och konsumtionen. Den mest betydande negativa miljökonsekvensen i alternativ Alt1 fram till 2050 är den värmande effekten som kylvattnet har på havsområdet vid kylvattenutloppet och vars konsekvens har bedömts vara på sin höjd måttlig negativ. Kylvattnets värmande effekt fortsätter i cirka 20 år till efter den nuvarande drifttillståndsperioden (år 2027/2030).

Efter att den kommersiella driften av kraftverket har avslutats i alternativ Alt1, upphör även konsekvenserna av kylvattnet år 2050, liksom även de stora positiva konsekvenserna för den regionala ekonomin som den fortsatta driften av kraftverket har medfört. Den stora negativa konsekvensen för energimarknaden och försörjningsberedskapen realiserar också 2050, när den kommersiella driften av kraftverket avslutas. Under avvecklingen av kraftverket uppstår delvis ersättande regionalekonomiska konsekvenser för olika aktörer och sektorer, men de är mindre än konsekvenserna under den kommersiella driften.

I alternativ Alt1 fortsätter verksamheten vid kraftverket likt den i nuläget i nuläget under de följande 20 åren, vilket inne-

bär att de extra åren som kraftverket är i drift ger upphov till betydande och direkta regionalekonomiska konsekvenser. Dessutom ger den multiplikativa effekten upphov till en omsättning på över 800 M€ i andra sektorer i Lovisa ekonomiska region under 2030–2090 (i modelleringen av den regionala ekonomin under 2030–2080), ett förädlingsvärde på över 460 M€ samt skapar ett behov av arbetskraft på över 8 900 årsverken. De motsvarande multiplikativa effekterna på nationell nivå är en omsättning på över 5 800 M€, ett förädlingsvärde på över 2 900 M€ och behov av arbetskraft på över 44 200 årsverken. Betydligt över hälften av de regionalekonomiska konsekvenserna infaller under 2030–2050. De regionalekonomiska konsekvenserna i alternativ Alt1 upphör cirka 2090, när avvecklingen avslutas.

I alternativ Alt1 är det möjligt att ta emot radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk maximalt till cirka 2090. Detta leder inte till några betydande miljökonsekvenser, men mottagningen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför en måttlig positiv konsekvens på nationell nivå. Detta skulle ligga i hela samhällets intresse, eftersom det innebär en säker och kostnadseffektiv slutförvaringslösning för radioaktivt avfall från olika källor.

10.3.2 Alternativ Alt0/Alt0+

I avvecklingsalternativet (Alt0/Alt0+) upphör den kommersiella driften av Lovisa kärnkraftverk när de nuvarande drifttillstånden har löpt ut, varvid den värmande effekten som på sin höjd är måttlig negativ i havsområdet vid kylvattenutloppet upphör, de stora regionalekonomiska konsekvenserna under driften av kraftverket upphör och den stora negativa konsekvensen för energimarknaden och försörjningsberedskapen realiserar 2027 och 2030.

I alternativ Alt0/Alt0+ ger den multiplikativa effekten av avvecklingen av kraftverket, som inleds i slutet av 2020-talet och pågår till cirka 2065, upphov till ny efterfrågan på över 300 M€, ett förädlingsvärde på över 170 M€ samt skapar ett behov av arbetskraft på över 3 800 årsverken i Lovisa ekonomiska region. De motsvarande regionalekonomiska konsekvenserna på nationell nivå är en omsättning på över 2 200 M€, ett förädlingsvärde på över 1 100 M€ och behov av arbetskraft på över 17 500 årsverken. I alternativ Alt0 är de regionalekonomiska konsekvenserna som störst på 2030-talet.

I alternativ Alt0+ är det möjligt att ta emot radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kraftverk maximalt till cirka 2065. Detta leder inte till några betydande miljökonsekvenser, men mottagningen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland medför en måttlig positiv konsekvens på nationell nivå. Detta skulle ligga i hela samhällets intresse, eftersom det innebär en säker och kostnadseffektiv slutförvaringslösning för radioaktivt avfall från olika källor.



11. Uppföljning och kontroll av miljökonse- kvenser

Den projektansvarige har olika program för uppföljning och kontroll av miljökonsekvenserna. Förutsättningarna för programmen kommer från miljölagstiftningen samt bestämmelser och anvisningar som utfärdats med stöd av kärnenergilagen. Kapitel 11 handlar om regelbunden kontroll och uppföljning.

11.1 KONTROLL AV RADIOAKTIVA UTSLÄPP OCH STRÅLNINGSÖVERVAKNING

Under den fortsatta driften av kraftverket skulle verksamheten vara av samma typ som i nuläget, och därför bedöms uppföljningen och kontrollen vara fortsatt mycket lika den i nuläget. I följande kapitel beskrivs i korthet kontrollen av radioaktiva utsläpp från Lovisa kärnkraftverk samt strålningsövervakningen vid fortsatt drift.

När kraftverkets verksamhet avslutas, sker strålningsövervakningen i omgivningen på det sätt som godkänts av Strålsäkerhetscentralen. Under avvecklingen och även efter avvecklingen ända tills mellanlagringen av använt kärnbränsle har upphört och slutförvaret för LOMA förslutits fortsätter antagligen strålningsövervakningen i omgivningen med i väsentlig grad likadana metoder som i nuläget. Konsekvenserna för övervakningsbehoven av att utsläppen av radioaktiva ämnen minskar och av att utsläppsvägarna och nuklidfördelningen i utsläppen förändras bedöms i ett senare skede. Bedömningen leder antagligen till en del ändringar i programmet för övervakning av strålning i omgivningen.

11.1.1 Utsläppsmätningar

Genom exakta mätningar av utsläpp av radioaktiva ämnen försäkras man sig om att kraftverkets sammanlagda utsläpp i luften eller havet inte överskrider de utsläppsgränser som fastställts av Strålsäkerhetscentralen och att stråldoserna i omgivningen ligger under gränserna i 22 b § och 22 d § i kärnenergiförordningen 12.2.1988/161. Resultaten rapporteras regelbundet till Strålsäkerhetscentralen. Kärnkraftverkets utsläpp övervakas per kraftverksenhet och utsläppsväg med kontinuerligt fungerande mätinstrument och provtagning. Utsläppen i luften sker kontrollerat via ventilationsskorstenen och eventuellt i ringa omfattning via turbinbyggnadens ventilationssystem. Utsläppen i havet sker kontrollerat via inspektionstankar. Om vattnet inte är tillräckligt rent, leds det tillbaka för ny behandling. Också de kringliggande anläggningarna, såsom slutförvaret för LOMA, lagret för använt kärnbränsle och solidifieringsanläggningen för vätskeformigt avfall omfattas av kraftverkets utsläppskontroll.

11.1.2. Strålningsövervakning i omgivningen

Fortum övervakar omgivningen kring Lovisa kraftverk i enlighet med ett strålningsövervakningsprogram. Radioaktiva ämnen i omgivningen kring Lovisa kärnkraftverk har övervakats under lång tid. Undersökningar av utgångsläget inleddes redan 1966 innan kraftverket började byggas. Strålningsövervakningen i omgivningen bygger på provtagning och identifiering av radionuklider i proverna samt fastställande av halterna. Syftet med strålningsövervakningen i omgivningen är att säkerställa att den strålningsexponering hos befolkningen som beror på kärnkraftverket är så låg som det praktiskt sett som möjligt och att de gränsvärden som anges i bestämmelserna inte överskrids.

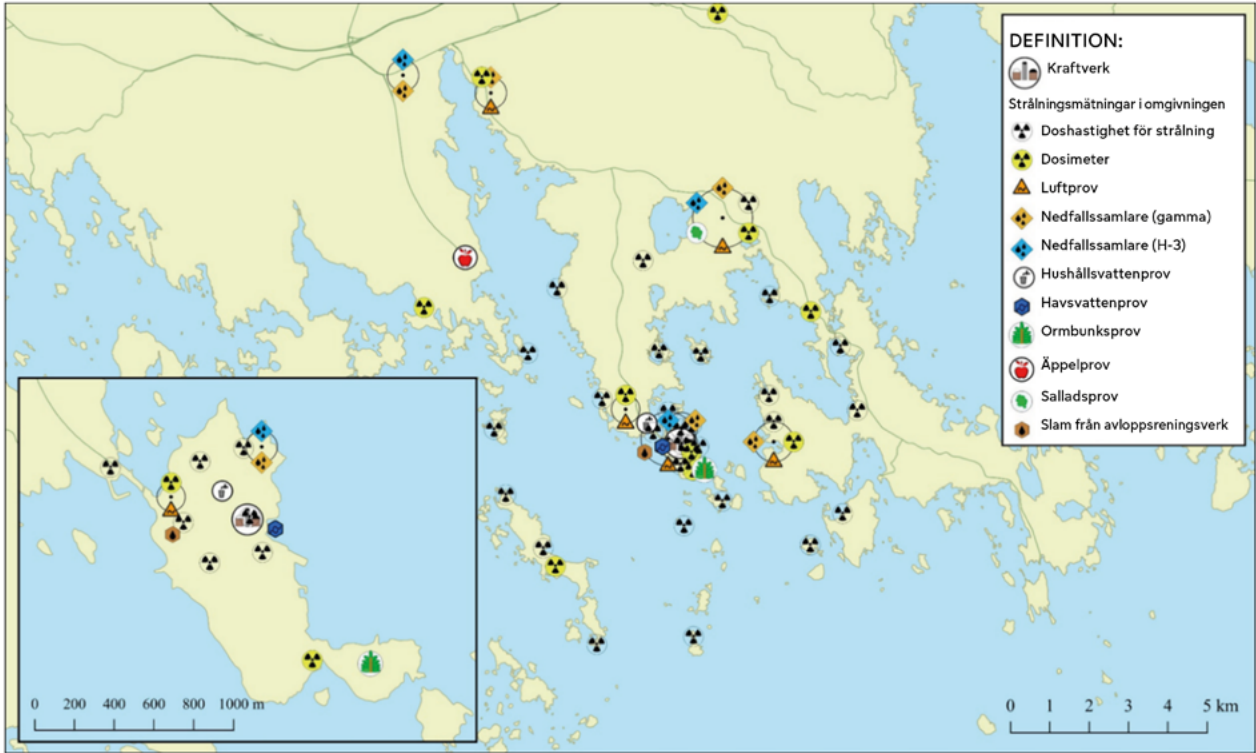


Bild 11-1. Mät- och provtagningsplatser inom ramen för Lovisa kraftverks program för övervakning av strålning i omgivningen. Om det finns flera kontrollobjekt på en plats, har platsen märkts ut med en svart punkt och kontrollobjekten presenterats på en rund ring som ritats runt punkten.

Strålningsövervakningsprogrammet fokuserar på mätningar av extern strålning, på spridningsvägar som leder till människan och på indikatororganismer som anrikar radioaktiva ämnen, till exempel ormbunksväxter. Kontrollen enligt det nuvarande programmet för övervakning av strålning i omgivningen kring Lovisa kraftverk presenteras på bild 11-1.

Utöver detta genomför STUK egen oberoende övervakning i omgivningen kring Lovisa kraftverk. Inom ramen för STUK:s program för övervakning av strålning i omgivningen tar STUK luftprover i samband med de årliga underhållsställningarna och samlar regelbundet in prover från marken och havet. Vid provtagningen fokuserar STUK särskilt på prover i anknytning till näringskedjorna, såsom mjölk, jordbruksprodukter, hushållsvatten, fisk, vilt och andra livsmedel. (STUK 2020c, STUK 2021c och STUK 2021d)

Den externa strålningen mäts kontinuerligt, vilket ger information om förändringar i miljöns strålningsnivå i realtid. För mätningen av den externa strålningen finns sammanlagt 21 dosratmätare på två och fem kilometers avstånd från kraftverket samt 7 mätare på kraftverksområdet (bild 11-1). Mätarna, som ingår i det landsomfattande nätet för strålningsmätning, betjänar även den regionala övervakningen. Mätresultaten kan avläsas i realtid på kraftverket, men också exempelvis på inrikesministeriet och Strålsäkerhetscentralen. I de viktigaste riktningarna finns därtill tio dosimeterstationer på 1–10 km avstånd från kraftverket.

De metoder som används vid strålningsövervakningen i omgivningen ger information om radioaktiva ämnen i miljö och även om små utsläpp i och utanför Finland, vilket visar

att detekteringssystemet har god känslighet. Den fortsatta driften medför ingen väsentlig förändring av kraftverkets strålningsövervakning.

11.1.3 Meteorologiska mätningar

Med hjälp av meteorologiska mätningar bedöms spridningen av luftburna radioaktiva ämnen vid normal drift och eventuella olyckor. Den meteorologiska informationen erhålls från Lovisa kraftverks väderobservationssystem. Till systemet hör två mätplatser: en huvudsaklig observationsplats i närheten av kraftverket samt en verifierande observationsplats, som ligger cirka 12 km från kraftverket. På båda mätplatserna finns en vädermast samt en mätstation ovan jord. Observationerna inom ramen för väderobservationssystemet kan avläsas i realtid på kraftverket, Meteorologiska institutet och Strålsäkerhetscentralen. Storheter som mäts är bland annat vindhastigheten, vindriktning, lufttrycket, den relativa luftfuktigheten, regnvaraktigheten och regnmängden samt temperaturen.

11.1.4 Stråldosbedömning

Under driften av kärnkraftverket görs årliga bedömningar av strålningsexponeringen hos befolkningen i omgivning- en utifrån de meteorologiska mätningarna och utsläppen. Resultaten rapporteras till Strålsäkerhetscentralen. Vid en eventuell olycka bedöms stråldoserna i realtid utgående från de meteorologiska mätningarna och utsläppsinformationen. Bedömningen, som assisterar räddningsverksamheten,

jämförs med mätvärdena från dosratmätarna. De program för beräkning av stråldoser som används vid bedömningen presenteras i Lovisa kraftverks beredskapsanvisningar, som har godkänts av Strålsäkerhetscentralen.

11.2 KONTROLL AV KYLVATTEN OCH AVLOPPSVATTEN

Mängden och kvaliteten på kyl- och avloppsvatten som avleds till havet från kraftverket, kontrolleras på ett sätt som godkänns av NTM-centralen i Nyland. Kylvattenmängden följs upp utgående från havsvattenpumparnas drifttider och kapacitet. Temperaturen hos det inkommande och utgående kylvattnet mäts kontinuerligt. Utifrån mätvärdena beräknas kylvattnets temperaturökning i kondensatorerna, kylvattenflödet och värmebelastningen på vattendragen. Uppföljningen av mängden avloppsvatten grundar sig på avloppsreningsverkets mätningar. Vid kontrollen av det avloppsvatten som leds ut i vattendragen uppföljs bland annat mängden näringsämnen, fasta partiklar och biologiskt syreförbrukande ämnen.

Kontrollen av kylvatten och avloppsvatten kommer att utföras under avvecklingen på ett sätt som godkänts av NTM-centralen i Nyland.

11.3 KONSEKVENSÖVERVAKNING

Konsekvensövervakningen i havsområdet kring Lovisa kraftverk inkluderar kontroll av vattenkvaliteten (fysikalisk-kemisk kvalitet) samt biologisk och fiskeriekonomisk kontroll. Den biologiska kontrollen omfattar kontroll av växtplankton, bottenfauna och vattenvegetation vart tredje år.

I samband med kontrollen av vattenkvaliteten och den biologiska kontrollen mäts havsvattnets temperatur på olika provtagningsdjup. Utöver temperaturmätningarna i havsområdet kontrolleras bildandet av ett istäcke kring Hästholmen från början av december cirka en gång per månad, tills istäcket har försvunnit helt från det omgivande havsområdet.

Kraftverkets fiskeriekonomiska kontroll utgörs av kommersiella fiskares fångstbokföring och fiskeenkäter samt fiskeenkäter för fritidsfiskare. Därtill utförs provfiske i havsområdet kring kraftverket under vissa år.

Vattendragskontrollen kommer att utföras under avvecklingen på ett sätt som godkänts av NTM-centralen i Nyland.

11.4 KONTROLL AV RÖKGASUTSLÄPP

Utsläppen från nöddieselgeneratorerna och dieselreservkraftverket beräknas utifrån förbrukningen av lätt bränsle, uppgifterna om bränslets kvalitet och utsläppskoefficienterna. Utsläppen rapporteras årligen till miljöskyddsmyndigheterna. Nöddieselgeneratorerna och dieselreservkraftverket används för att producera reservkraft och därför begränsas användningen av dem till provkörningar och är således mycket liten.

Övervakningen av koldioxidutsläppen enligt lagen om utsläppshandel genomförs i enlighet med villkoren i det godkända utsläppstillståndet. Den utsläppsrapport som ska verifieras av en utomstående och som förutsätts i utsläppstillståndet sänds varje år till Energimyndigheten.

11.5 BULLERKONTROLL

Bullermätningar utförs i kraftverkets omgivning enligt villkoren i miljötillståndet, för att säkerställa att bullret från kraftverket följer myndigheternas riktvärden. Mätningarna utförs av en extern expert i enlighet med miljöministeriets direktiv 1/1995 "Mätning av omgivningsbuller". Planerna om mätningarna sänds för godkännande till NTM-centralen i Nyland senast tre månader före mätningarna.

Ljudeffektnivån (LWA) från fasta ljudkällor som påverkar bullernivån i omgivningen i väsentlig grad mäts av en extern expert alltid då en anordning förnyas.

Bullermätningar kommer att utföras under avvecklingen på ett sätt som godkänts av NTM-centralen i Nyland.

11.6 AVFALLSBOKFÖRING

Kraftverket följer upp uppkomsten av radioaktivt och icke-radioaktivt avfall, dess mängder, avfallstyper och förvaringsplatser både kontinuerligt och som ett mer omfattande sammandrag på årsnivå. Av bokföringen av radioaktivt avfall framgår radioaktiviteten samt avfallsmängderna och -typerna i fråga om såväl enskilda avfallsförpackningar som lagrings- och slutförvaringsplatser. Av bokföringen av vanligt icke-radioaktivt avfall framgår avfallspartiernas avfallstyper, mängder och avfallets mottagare och behandlingssätt.

Om det radioaktiva avfallet görs varje år en sammandragsrapport som sänds till Strålsäkerhetscentralen för kännedom. Den årliga sammandragsrapporten om vanligt avfall sänds till NTM-centralen.

11.7 UPPFÖLJNING AV KONSEKVENSERNA FÖR MÄNNISKOR

Konsekvenserna för människor kan följas upp till exempel genom att ordna diskussionsmöten, genomföra invånarenkäter eller intervjuer samt samla information via elektroniska responskanaler. I synnerhet under avvecklingen kan man utse en kontaktperson vid kraftverket som invånare och andra intressenter kan kontakta om de upptäcker störande konsekvenser.

Den projektansvarige publicerar regelbundet aktuell information om kraftverkets verksamhet på sin webbplats samt två–tre gånger per år i en bilaga till den lokala tidningen som delas ut till invånarna i närområdet.

11.8 UPPFÖLJNINGSPROGRAM FÖR SLUTFÖRVARET FÖR LOMA

I slutförvaret för LOMA genomförs regelbunden uppföljning av bergmekanik, hydrologi och grundvattenkemi. Dessa beskrivs i kapitlen 9.14 och 9.15. Uppföljningsprogrammen granskades i en periodisk säkerhetsbedömning för slutförvaret för LOMA som uppgjordes 2020 och har bedömts vara tillräckligt omfattande och heltäckande. Uppföljningsprogrammets omfattning och täckning kontrolleras vid behov, till exempel innan schaktningsarbetena för att utvidga slutförvaret för LOMA inleds.



12. Tillstånd för projektet samt projektet i relation till planer och program

Efter att MKB-förfarandet slutförts går projektet vidare till tillståndsskedet. Kontaktmyndighetens motiverade slutsats om MKB-beskrivningen kommer att fogas till handlingarna för olika tillståndsansökningar, när de blir aktuella. Nedan finns allmän information om vilka tillstånd och beslut som kan krävas i de olika projekialternativen. Dessutom beskrivs i stora drag projektet i relation till olika planer och program om användning av naturresurser och om miljöskydd.

12.1 BESLUT OCH TILLSTÅND ENLIGT KÄRNERGILAGEN

Kraftverksenheter vid Lovisa kärnkraftverk har drifttillstånd enligt kärnenergilagen vilka gäller till slutet av 2027 respektive 2030. Drifttillståndet för slutförvarsanläggningen för låg- och medelaktivt avfall (slutförvaret för LOMA) gäller till slutet av 2055.

För fortsatt drift av kraftverket bör ansökan om nya drifttillstånd göras för kraftverksenheter. Avveckling av kraftverksenheter förutsätter ansökan om avvecklingstillstånd. Statsrådet beviljar drifttillstånd och avvecklingstillstånd.

Både vid fortsatt drift av kraftverket och vid avveckling används slutförvaret för LOMA längre än det nuvarande tillståndet tillåter och därför måste man ansöka om ett nytt drifttillstånd för slutförvaret för LOMA. Dessutom omfattar det nuvarande drifttillståndet för slutförvaret för LOMA inte alla planerade användningsändamål och detta kan beaktas vid en eventuell tillståndsansökan. Sådana användningsändamål är slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland, avvecklingsavfall och avfall som innehåller uran. Avfall som innehåller uran avser inte använt kärnbränsle, utan till exempel mätutrustning som innehåller uran.

För anläggningsdelarna som blir självständiga behövs ett separat drifttillstånd när drifttillstånden för kraftverksenheter löper ut och kraftverksenheter börjar rivas när avvecklingstillståndet träder i kraft.

Genomförandet av projektet kan också förutsätta andra tillstånd enligt kärnenergilagen.

12.1.1 Drifttillstånd

Tillstånd att driva kärnanläggningen kan beviljas på villkor att de förutsättningar som räknas upp i 20 § i kärnenergilagen uppfylls. Dessa förutsättningar är bland annat att:

- kärnanläggningen och driften av den uppfyller säkerhetskraven enligt kärnenergilagen och att de anställdas och befolkningens säkerhet har beaktats på behörigt sätt
- sökanden förfogar över tillräckliga och behöriga metoder för ordnandet av kärnavfallshanteringen, däri inbegripet den slutliga förvaringen av avfallet och avveckling av anläggningen
- sökanden förfogar över behövlig sakkunskap och i synnerhet att driftspersonalen vid kärnanläggningen innehar vederbörlig kompetens och att anläggningen har en behörig driftsorganisation
- sökanden bedöms ha ekonomiska och andra nödvändiga förutsättningar att driva verksamheten på ett säkert sätt och i enlighet med Finlands internationella avtalsförpliktelser.

Driften av kärnanläggningen får inte inledas på grundval av beviljat tillstånd förrän STUK har konstaterat att kärnanläggningen uppfyller de säkerhetskrav som ställts upp, att skydds- och beredskapsarrangemangen är tillräckliga, övervakningen i syfte att förhindra spridningen av kärnvapen har ordnats på vederbörligt sätt och det skadeståndsansvar för kärnskada som vilar på kärnanläggningens innehavare har ordnats på det sätt som förutsätts i kärnenergilagen. Dessutom förutsätts att arbets- och näringsministeriet har konstaterat att beredskapen att betala kostnaderna för kärnavfallshanteringen har ordnats i enlighet med lagen.

12.1.2 Avvecklingstillstånd

När innehavaren av ett drifttillstånd har avslutat driften av kärnanläggningen ska denne inleda åtgärder för avveckling av anläggningen i enlighet med den avvecklingsplan och de krav som avses i 7 g § i kärnenergilagen. För detta ändamål ska innehavaren av drifttillståndet ansöka om ett avvecklingstillstånd som träder i kraft när drifttillståndet löper ut. Tillstånd ska sökas i tillräckligt god tid, så att myndigheterna har tillräckligt med tid till sitt förfogande för prövning av ansökan innan kärnanläggningens drifttillstånd löper ut.

Tillstånd att avveckla kärnanläggningen kan beviljas på villkor att de förutsättningar som räknas upp i 20 a § i kärnenergilagen uppfylls. Dessa förutsättningar är bland annat att:

- kärnanläggningen och avvecklingen av den uppfyller säkerhetskraven enligt kärnenergilagen och att de anställdas och befolkningens säkerhet och miljöskyddet har beaktats på ett ändamålsenligt sätt
- sökanden förfogar över tillräckliga och ändamålsenliga metoder för avveckling av kärnanläggningen samt för den övriga kärnavfallshanteringen
- sökanden förfogar över behövlig sakkunskap och i synnerhet personalen vid kärnanläggningen har en relevant behörighet och anläggningen en ändamålsenlig organisation med tanke på avvecklingen
- sökanden har ekonomiska och andra behövliga förutsättningar att genomföra avvecklingen på ett säkert sätt och i enlighet med Finlands internationella avtalsförpliktelser.

Avvecklingen av kärnanläggningen får inte inledas förrän avvecklingstillstånd har beviljats, om inte något annat anges i tillståndshavarens övriga tillstånd. Avvecklingen av kärnanläggningen får inte inledas med stöd av ett tillstånd som beviljats för avveckling förrän STUK har konstaterat att kärnanläggningen uppfyller säkerhetskraven för avveckling, att skyddsarrangemangen och beredskapsarrangemangen är tillräckliga, att den kontroll som behövs för förhindrande av spridningen av kärnvapen har ordnats på tillbörligt sätt och att skadeståndsansvaret för en kärnanläggnings innehavare med tanke på en kärnskada har ordnats i enlighet med de bestämmelser som gäller skadeståndsansvaret. Dessutom förutsätts att arbets- och näringsministeriet har konstaterat att reserveringen av medel för kostnader för kärnavfallshanteringen har ordnats i enlighet med lagen.

12.1.3 Andra tillstånd enligt kärnenergilagen

Utöver drifttillstånd och avvecklingstillstånd kan projektalternativen också förutsätta andra tillstånd enligt kärnenergilagen. I 21 § i kärnenergilagen anges förutsättningarna för att bevilja tillstånd för annan användning av kärnenergi, till exempel innehav, tillverkning, produktion, överlåtelse, hantering, användning, lagring, transport och import av kärnämnen och kärnavfall samt en mindre slutförvaring av kärnavfall än slutförvaring i stor skala (tillstånd för verksamhet). Enligt 16 § 2 mom. i kärnenergilagen beviljar STUK tillstånd för ovan nämnd verksamhet på basen av ansökan.

Tillstånd för annan användning av kärnenergi kan beviljas när detta förutsätts för verksamheten, om förutsättningarna i 21 § i kärnenergilagen uppfylls. Dessa förutsättningar är bland annat att:

- användningen av kärnenergi uppfyller säkerhetskraven enligt kärnenergilagen och att de anställdas och befolkningens säkerhet samt miljöskyddet har beaktats på behörigt sätt
- sökanden har besittningsrätten till det område som behövs för användningen av kärnenergi
- kärnavfallshanteringen har ordnats på ett behörigt sätt och att beredskapen att betala kostnaderna för kärnavfallshantering har ordnats i enlighet med bestämmelserna i kärnenergilagen
- sökandens arrangemang för den tillsyn som avses i kärnenergilagen och som ankommer på STUK är tillräckliga
- sökanden förfogar över behövlig sakkunskap och den organisation som handhar verksamheten samt att behörigheten för den personal som handhar verksamheten är sakenlig
- sökanden bedöms ha ekonomiska och andra behövliga förutsättningar att bedriva verksamheten på ett säkert sätt och enligt Finlands internationella avtalsförpliktelser
- det samtycke som förutsätts av främmande stater enligt rådets direktiv 2006/117/Euratom om övervakning och kontroll av transporter av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle har erhållits och att bestämmelserna i direktivet också i övrigt kan iakttas
- användningen av kärnenergi även i övrigt motsvarar principerna i 5–7 § i kärnenergilagen och inte står i strid med förpliktelserna enligt Euratomfördraget.

Användningen av kärnenergi får inte inledas på grundval av beviljat tillstånd förrän STUK, då verksamheten förutsätter det, har konstaterat att användningen av kärnenergi uppfyller de säkerhetskrav som ställts, skydds- och beredskapsarrangemangen är tillräckliga, övervakningen i syfte att förhindra spridningen av kärnvapen har ordnats på ett behörigt sätt och skadeståndsansvaret för kärnskada som kan uppkomma i samband med verksamheten har ordnats på stadgat sätt.

12.2 TILLSTÅND ENLIGT STRÅLSÄKERHETSLAGEN

Annan strålningsverksamhet vid Lovisa kärnkraftverk än användningen av kärnenergi förutsätter ett säkerhetstillstånd enligt strålsäkerhetslagen. Fortum Power and Heat

Oy är verksamhetsutövare i den strålningsverksamhet inom industri och forskning som behöver ett säkerhetstillstånd, såsom användning av öppna strålkällor, röntgenanordningar och slutna strålkällor.

I Lovisa kraftverks laboratorium behandlas öppna strålkällor med vilka bland annat radiokemiska analyser utförs. Röntgenanordningar, såsom XRF-analysatorer, används för analys av material. Slutna strålkällor används vid kraftverksenheterna bland annat för kontroll av kalibreringen av mätinstrument och för tester i verksamheten.

Säkerhetstillståndet för strålningsverksamheten gäller tills vidare. Säkerhetstillståndet är ett dokument som ska hållas uppdaterat och i vilket görs ändringar, såsom tillägg av nya strålkällor eller urbruktagningen av strålkällor. STUK är tillsynsmyndighet.

Både vid fortsatt drift av kraftverket och vid en avveckling fortsätter strålningsverksamheten inom industrin och forskningen i den omfattning som anses tillräcklig. Säkerhetstillståndet kommer att ändras vid behov.

12.3 RADIOAKTIVT AVFALL SOM UPPSTÅTT PÅ ANDRA HÅLL I FINLAND

Inom ramen för det nuvarande drifttillståndet för slutförvaret för LOMA finns möjlighet att lagra små mängder radioaktivt avfall som inte härstammar från Lovisa kraftverk. När nytt drifttillstånd ansöks för slutförvaret, kommer mängden avfall som uppstått på andra håll i Finland att anges mer ingående. I tillståndsansökningarna för kraftverket och slutförvaret för LOMA inkluderas en utredning om arten och maximimängden av kärnämnen eller kärnavfall som ska framställas, produceras, hanteras, användas eller lagras i kärnanläggningen, inklusive radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland.

VTT:s forskningsreaktor FiR 1 har ett drifttillstånd enligt kärnenergilagen som gäller till slutet av 2023. Teknologiska forskningscentralen VTT Ab har lämnat en ansökan till statsrådet, som gäller en avveckling av reaktorn. I ansökan har VTT bett om ett tillstånd som avses i 20 § i kärnenergilagen och som gäller till slutet av 2038 angående avveckling av forskningsreaktorn FiR 1, så att mängden återstående radioaktiva ämnen på anläggningsområdet i Otnäs i Esbo uppfyller de krav som ställs med stöd av kärnenergilagen. Som en del av tillståndsprocessen har VTT genomfört en MKB gällande avvecklingen av forskningsreaktorn FiR 1. VTT innehar ett säkerhetstillstånd enligt strålsäkerhetslagen för avveckling av forskningslaboratoriet på Otsvängen 3.

VTT har ingått ett avtal med Fortum Power and Heat Oy om tjänster i anknytning till avvecklingen av forskningsreaktorn FiR 1 och forskningslaboratoriet på Otsvängen 3 samt om kärnavfallshantering. VTT har konstaterat till ministeriet att tjänsterna i avtalet mellan Fortum och VTT uppfyller VTT:s behov av kärnavfallshantering. Som tillståndsinnehavare för ett kärnkraftverk har Fortum tillräcklig sakkunskap och organisation för att sköta skyldigheterna enligt avtalet. I samma avtal ingår också all hantering av det radioaktiva avvecklingsavfallet från forskningslaboratoriet på Otsvängen 3. Ett villkor för att avtalet ska uppfyllas är att Fortum bevil-

jas de behövliga tillstånden för att behandla och slutförvara avfallet vid Lovisa kraftverk och i slutförvaret för LOMA.

12.4 TILLSTÅND SOM BEHÖVS FÖR TRANSPORTER AV RADIOAKTIVA ÄMNER

Bestämmelser om transporter av radioaktiva ämnen och radioaktivt avfall finns i lagen om transport av farliga ämnen (719/1994) och i strålsäkerhetslagen (859/2018) och i fråga om kärnämnen och -avfall även i kärnenergilagen (990/1987), samt i författningar som utfärdats med stöd av dessa.

För transport av kärnbränsle behövs ett transporttillstånd enligt kärnenergilagen, vilket bland annat förutsätter en transportplan, en säkerhetsplan och i vissa fall en beredskapsplan. Strålsäkerhetscentralen är tillståndsmyndighet i ärenden som gäller transporttillstånd. Vid fortsatt drift fortsätter kraftverket att få leveranser av nytt färskt kärnbränsle, och tillståndspraxis angående detta är i stort sett oförändrad jämfört med nuläget. Posiva ansvarar för transporter av använt kärnbränsle till Olkiluoto i Euraåminne för inkapsling och slutförvaring. För transporterna behövs ett transporttillstånd enligt kärnenergilagen.

Radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland och som eventuellt kommer att behandlas vid Lovisa kraftverk eller slutförvaras i slutförvaret för LOMA i Lovisa är antingen kärnavfall som avses i kärnenergilagen eller radioaktivt avfall som avses i strålsäkerhetslagen, beroende på vilken lag som omfattar verksamheten där det uppstått. Ett exempel på kärnavfall enligt kärnenergilagen är avvecklingsavfall från VTT:s forskningsreaktor, medan avfallet från VTT:s materialforskningslaboratorium, liksom avfall som uppstått på andra håll inom industrin, på forskningsanstalter och inom hälsovården, främst är radioaktivt avfall enligt strålsäkerhetslagen.

Utgångspunkten är att det behövs ett transporttillstånd för transport av kärnavfall, men enligt kärnenergiförordningen behövs inget transporttillstånd till exempel om aktiviteten hos den mängd kärnämnesfritt kärnavfall som transporteras per gång är högst 1 TBq. Enligt den preliminära uppskattningen omfattar avvecklingsavfallet från VTT:s forskningsreaktor högst två transporter för vilka det behövs transporttillstånd. Angående övriga transporter görs en anmälan till Strålsäkerhetscentralen.

Säkerhetstillstånd enligt strålsäkerhetslagen behövs inte för transport av radioaktiva ämnen, med undantag av väg- och järnvägstransport av slutna strålkällor med hög aktivitet. Anmälan till Strålsäkerhetscentralen ska göras även om sådana transporter för vilka det inte behövs något säkerhetstillstånd. Vid största delen av de framtida transporter av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland är aktiviteten antagligen så låg att inget säkerhetstillstånd behövs. Detta kontrolleras emellertid från fall till fall och förfaringsättet bestäms utifrån radioaktiviteten i det ämne som transporteras.

Sammanfattningsvis kan konstateras att man för alla transporter av kärnavfall eller radioaktivt avfall antingen gör en anmälan till Strålsäkerhetscentralen eller ansöker om transport- eller säkerhetstillstånd enligt gällande lag. Oberoende av vilket förfarande som tillämpas – anmälan eller

tillstånd – omfattas transporter av ovan nämnda lagar och andra författningar som utfärdats med stöd av dem och som innehåller bestämmelser om bland annat transportkolli, märkning av kollit, transportmedlets utrustning, förarens behörighet och transportdokument.

12.5 PLANLÄGGNING

Den gällande detaljplanen möjliggör ändringsarbeten och byggande av fler konstruktioner och byggnader på kraftverksområdet samt avveckling av kraftverket. Ändringar av planerna kan bli aktuella efter avvecklingen, om de tidigare begränsningarna i markanvändningen på kraftverksområdet eller i dess omgivning upphör. Slutförvaret för LOMA och dess läge anges i detaljplanen. Det bör säkerställas att planbeteckningarna för slutförvaret bevaras även i framtiden. En eventuell ändring av detaljplanen godkänns av Lovisa stadsfullmäktige. Vid behov kan dessutom begränsningar i den fortsatta användningen av området anges i olika markanvändningsregister.

12.6 TILLSTÅND ENLIGT MARKANVÄNDNINGS- OCH BYGGLAGEN

Enligt markanvändnings- och bygglagen (132/1999) förutsätts byggnadstillstånd för nödvändiga ändringsarbeten i kraftverkets byggnader samt för byggande av nödvändig infrastruktur och utrymmen. Byggnads- och miljönämnden i Lovisa stad ansvarar för byggnadstillsynen och beslutsfattandet.

För att byggnadstillstånd ska beviljas på ett detaljplaneområde förutsätts att:

- byggprojektet överensstämmer med den gällande detaljplanen
- byggandet uppfyller de krav som ställs på det i lagen samt de krav som ställs med stöd av den
- byggnaden är lämplig på platsen
- det till byggplatsen finns en användbar infartsväg eller att det är möjligt att ordna en sådan
- vattentillgången och avloppsvattnet kan skötas på ett tillfredsställande sätt och utan olägenheter för miljön, samt att
- byggnaden inte placeras eller byggs så att den orsakar en granne onödig olägenhet eller försvårar ett ändamålsenligt bebyggande av en grannfastighet.

För mindre konstruktioner, såsom silor eller tillfälliga lagerbyggnader, kan det behövas separata åtgärdstillstånd, om dessa inte ingår i ansökan om byggnadstillstånd. I samband med avvecklingen och rivningen av byggnader ansöks om sådana rivningslov som förutsätts enligt markanvändnings- och bygglagen och dessutom görs de anmälningar som behövs.

12.7 MILJÖTILLSTÅND OCH TILLSTÅND ENLIGT VATTENLAGEN

Kärnkraftverkets verksamhet förutsätter ett miljötillstånd enligt miljöskyddslagen (527/2014) (bilaga 1 Tillståndspliktiga verksamheter, tabell 2 Andra anläggningar, punkt 3 Energiproduktion, b) Kärnkraftverk).

Lovisa kärnkraftverk har miljötillstånd och tillstånd enligt vattenlagen som har beviljats av Västra Finlands miljötillståndsverk den 8 april 2009 (beslutsnr 23/2009/2 och 24/2009/2). Tillståndet vann laga kraft genom högsta förvaltningsdomstolens beslut den 19 juni 2012. Tillståndet gäller driften av kraftverket, kylvattenintaget, kraftverkets utsläpp samt kontroll. Västra Finlands vattendomstol beviljade genom sitt beslut den 27 december 1976 tillstånd för bruksvattentäkt enligt vattenlagen för en råvattentäkt i Lappomträsket. Tillståndet gäller ledning av vatten från Lappomträsket och reglering av vattenståndet.

När det gäller miljötillståndspliktig verksamhet krävs det tillstånd för ändringar som ökar utsläppen eller deras konsekvenser och för andra väsentliga ändringar av verksamheten. Sådant tillstånd behövs dock inte om ändringen inte ökar miljöpåverkan eller riskerna och miljötillståndet inte behöver ses över på grund av ändringen av verksamheten (MSL 29 §) Behovet av att ändra gällande miljötillstånd och tillstånd enligt vattenlagen bedöms tillsammans med myndigheterna, om drifttillstånd ansöks (och beviljas) för fortsatt drift efter 2027/2030. Enligt nuvarande bedömning kommer konsekvenserna av verksamheten vid Lovisa kärnkraftverk att likna dem i nuläget.

Verksamhetsutövaren ska utan dröjsmål underrätta miljömyndigheten också om avslutande av verksamheten. Vid behov kan miljötillståndsmyndigheten utfärda föreskrifter om avslutandet av verksamheten.

För att ett nytt miljötillstånd ska kunna beviljas krävs det att verksamheten, med beaktande av tillståndsvillkoren och verksamhetens placering, inte i sig eller tillsammans med annan verksamhet:

- medför olägenhet för hälsan
- på annat betydande sätt
 - medför olägenhet för naturen och dess funktioner
 - hindrar eller i hög grad försvårar utnyttjandet av naturresurser
 - minskar den allmänna trivseln i miljön eller särskilda kulturvärden
 - minskar miljöns lämplighet för allmän rekreation
 - skadar eller medför olägenhet för egendom eller dess användning, eller
 - orsakar annan därmed jämförbar kränkning av allmänt eller enskilt intresse
- strider mot förbudet mot förorening av mark eller grundvatten
- leder till försämring av speciella naturförhållanden eller äventyrar vattenförsörjningen eller någon annan från allmän synpunkt viktig användningsmöjlighet inom det område som påverkas av verksamheten
- medför sådant oskäligt besvär som avses i lagen angående vissa grannelagsförhållanden.

För verksamheten fastställs tillståndsvillkor som förhindrar och begränsar utsläppen. När tillståndsvillkoren fastställs beaktas verksamhetens karaktär och lokala miljöförhållanden. Kärnkraftverkets konstruktioner för kylvattenintag och -utlopp förutsätter tillstånd enligt vattenlagen (587/2011). Om vattentäkten i Lappomträsket upphör, förutsätter

avlägsnandet av vattentäktens konstruktioner ansökan om tillstånd enligt vattenlagen.

Om verksamhetsutövaren ansöker om nytt tillstånd enligt vattenlagen ska ansökan enligt statsrådets förordning om vattenhushållningsärenden (1560/2011) innehålla en beskrivning av projektet och en utredning av projektets konsekvenser. Tillstånd beviljas för ett vattenhushållningsprojekt, om projektet:

- inte nämnvärt kränker allmänna eller enskilda intressen, eller
- medför sådan nytta för allmänna eller enskilda intressen som är avsevärd i förhållande till de förluster som det medför för sådana intressen.

Vattenhushållningsprojektet får inte äventyra det allmänna hälsotillståndet eller den allmänna säkerheten, orsaka avsevärda skadliga förändringar i omgivningens naturförhållanden eller i vattennaturen och dess funktion, eller i hög grad försämra bosättnings- eller näringsförhållandena på orten.

Miljötillståndsmyndighet är antingen regionförvaltningsverket i Södra Finland eller miljöskyddsmyndigheten i Lovisa stad, beroende på den verksamhet som är föremål för tillståndsansökan. I vattentillståndsärenden är regionförvaltningsverket i Södra Finland tillståndsmyndighet. Miljötillståndsansökan och ansökan om tillstånd enligt vattenlagen som avser samma verksamhet ska behandlas och avgöras samtidigt, om detta inte av särskilda skäl ska anses vara onödigt.

För pumpning av grundvatten från bergrummen ska en anmälan i regel göras till NTM-centralen, om vattenmängden är minst 100 m3 per dygn. Om mängden är 250 m3 per dygn eller mer, ska ett tillstånd enligt vattenlagen ansökas för verksamheten. Miljötillstånd krävs om man för avvecklingen och rivningsåtgärderna placerar en betongkross eller eventuellt kross för schaktmassor från slutförvaret för LOMA på området och krossens drifttid är minst 50 dagar per år.

12.8 TILLSTÅND OCH DOKUMENT ENLIGT KEMIKALIELAGEN

Anläggningar som idkar omfattande industriell hantering och upplagring av kemikalier behöver tillstånd av Tukes. Omfattningen av den industriella hanteringen och upplagringen av kemikalier avgörs utifrån mängden kemikalier som lagras vid anläggningen och hur farliga de är. Villkoren för verksamheten fastställs i tillståndet och en ibruktagningsinspektion utförs vid anläggningen efter att tillståndet har beviljats. Fortums kraftverk i Lovisa har ett gällande tillstånd för omfattande industriell hantering och upplagring av kemikalier. Kraftverket övervakas av Tukes och är skyldigt att utarbeta en säkerhetsrapport.

Lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005, den s.k. ”kemikaliesäkerhetslagen”) anger att lagen inte tillämpas på radioaktiva ämnen eller produkter som innehåller radioaktiva ämnen. Därför medför ändringar i hantering och lagring av radioaktivt material och ändringar i mängden av sådant material i princip inga ändringar i kemikalietillståndet.

Ändringar i verksamheten kan emellertid medföra skyldigheten att skriftligen ansöka om tillstånd enligt kemikalie-

säkerhetslagen för ändring av produktionsanläggningen, om den planerade ändringen är en utvidgning eller annan betydande ändring som kan jämföras med en ny produktionsanläggning. Som betydande ändring kategoriseras en betydande ökning av mängden farliga kemikalier, en betydande ändring i fråga om de farliga kemikalierna eller deras egenskaper eller fysiska form, en betydande ändring i tillverkningsmetoden eller hanteringssättet eller en annan ändring som i betydande grad kan påverka olycksriskerna. Ändringsanmälningar till Tukes ska inkludera väsentlig information om ändringen samt en utredning om ändringens säkerhetskonsekvenser. Säkerhetsrapporten ska också uppdateras till väsentliga delar.

En anmälan om avveckling av Lovisa kraftverk ska göras till Tukes, som är tillsynsmyndighet enligt kemikaliesäkerhetslagen. I anmälan om avvecklingen ska det ingå en plan för hur verksamhetsutövaren ska se till att produktionsanläggningens konstruktioner och områden eller den del av dem som tagits ur bruk, efter avvecklingen av verksamheten vid behov rengörs och hur farliga kemikalier och explosiva varor tas om hand så att de inte medför skador på person, miljö eller egendom.

12.9 ÖVRIGA TILLSTÅND OCH PLANER

Omgivningen kring kraftverket är en flygförbudszon enligt statsrådets förordning om områden där luftfart är inskränkt (SRf 930/2014). Flygförbudszonen omfattar en fyra kilometers radie kring kraftverket och sträcker sig upp till 2000 meters höjd. Generellt förutsätter luftfartslagen (864/2014) att

det krävs ett flyghindertillstånd för att anordningar, byggnader, konstruktioner eller märken av en viss höjd ska få sättas upp. Den som ansvarar för ett flyghinder ska utan dröjsmål underrätta Traficom eller den part som Traficom utsett om förändringar som gäller hindret (till exempel avlägsnade av flyghindret) och ändringar i sina kontaktuppgifter.

Vanlig rivningsverksamhet förutsätter en rivningsplan. I samband med detta genomför till exempel entreprenören, som har tillstånd för asbestsanering beviljat av tillståndsmyndigheten, en behövlig kartläggning av asbest och skadliga ämnen. Utifrån kartläggningen bestäms bland annat rivningsmetod, avskärmningsbehov och möjligheterna att återanvända avfallet.

Om bullret eller vibrationerna kan antas bli speciellt störande, ska verksamhetsutövaren göra en anmälan om åtgärder som orsakar tillfälligt buller eller vibrationer till den kommunala miljövårdsmyndigheten (MSL 118 §).

12.10 PROJEKTET I RELATION TILL OLIKA PLANER OCH PROGRAM OM ANVÄNDNING AV NATURRESURSER OCH OM MILJÖSKYDD

I tabell 13-1 presenteras projektet i relation till de viktigaste planerna och programmen om användning av naturresurser och om miljöskydd. Till dessa hör såväl internationella avtal som nationella målprogram, som inte nödvändigtvis förpliktar verksamhetsutövaren direkt, men målen i dessa kan påverka verksamhetsutövaren, till exempel genom olika tillstånd.

Tabell 13-1. Projektet i relation till olika planer och program om användning av naturresurser och om miljöskydd.

Namn på programmet/planen	Innehåll	Relation till projektet
Parisavtalet	Vid den 21:a partskonferensen för FN:s klimatkonvention, som hölls i Paris, nåddes den 12 december 2015 överenskommelse om ett nytt, globalt och juridiskt bindande klimatavtal. Parisavtalet trädde i kraft den 4 november 2016 och blev bindande för Finland den 14 november 2016. Målen i Parisavtalet är att höjningen av den globala medeltemperaturen ska hållas klart under 2 °C jämfört med förindustriell tid och att parterna ska vidta åtgärder för att uppvärmningen ska begränsas till under 1,5 °C. Målet är att de globala växthusgasutsläppen ska nå sin topp så snart som möjligt och att utsläppen därefter snabbt ska minska så att de antropogena utsläppen av växthusgaser och kolsänkorna är i balans under den andra hälften av århundradet. Utöver målen att minska utsläppen har det i avtalet också ställts upp ett långsiktigt mål för anpassningen till klimatförändringen och ett mål om att göra finansiella flöden förenliga med en väg mot låga utsläpp av växthusgaser och en klimatmässigt motståndskraftig utveckling. Vid de globala utvärderingar som ska göras vart femte år granskas parternas framsteg i förhållande till avtalsmålen. Den första utvärderingen görs 2023.	Elproduktion som bygger på kärnkraft ger inte upphov till några växthusgasutsläpp. Således stöder en fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk målet om att minska utsläppen i Parisavtalet.

Namn på programmet/planen	Innehåll	Relation till projektet
EU:s klimat- och energipolitik 2020 och 2030	Europeiska rådet kom 2014 överens om EU:s energi- och klimatmål för perioden 2021–2030. De nya målen är en fortsättning på 2020-paketet som slöts 2007. Målet är att fram till 2030 minska växthusgasutsläppen på EU-nivå med 40 % jämfört med 1990. Målet fördelas på en utsläppsminskning med 43 % inom utsläppshandelssektorn (stora industri- och energiproduktionsanläggningar) och en utsläppsminskning på 30 % inom den sektor som inte omfattas av utsläppshandeln jämfört med 2005.	Elproduktion som bygger på kärnkraft ger inte upphov till några växthusgasutsläpp. Således stöder en fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk målen i EU:s klimat- och energipolitik.
Finlands nationella energi- och klimatstrategi	Finlands mål på lång sikt är ett koldioxidneutralt samhälle. Parlamentariska energi- och klimatkommitténs betänkande ”Energi- och klimatfärdplan 2050”, som publicerades i oktober 2014, fungerar som en strategisk anvisning på vägen mot detta mål. I färdplanen bedömdes metoder för att bygga ett koldioxidsnålt samhälle och minska Finlands växthusgasutsläpp med 80–95 % före år 2050 jämfört med nivån år 1990. I energi- och klimatpolitiken finns tre grundläggande dimensioner, och man bör ständigt stäva efter balans mellan dessa på vägen mot ett koldioxidneutralt samhälle. Energisystemet ska vara i) kostnadseffektivt och möjliggöra en tillväxt i samhällsekonomin samt möjliggöra finländska företags konkurrenskraft på den globala marknaden, ii) hållbar med tanke på växthusgasutsläppen och miljön och iii) tillräckligt leveranssäkert.	Elproduktion som bygger på kärnkraft ger inte upphov till några växthusgasutsläpp. Således stöder en fortsatt drift av Lovisa kärnkraftverk målet i Finlands nationella energi- och klimatstrategi. Dessutom stöder kärnenergin försörjningsberedskapen i Finlands elproduktion.
Ny klimat- och energistrategi	Statsrådet bereder under ledning av arbets- och näringsministeriet en klimat- och energistrategi i enlighet med Sanna Marins regeringsprogram. Målet med Sanna Marins regeringsprogram är att uppnå klimatneutralitet i Finland senast 2035 och uppvisa negativa koldioxidutsläpp kort därefter. Strategin bereds på ett samordnat sätt med den klimatpolitiska planen på medellång sikt. Den klimatpolitiska planen samordnas av miljöministeriet och den gäller nya politiska åtgärder inom den så kallade ansvarsfördelningssektorn utanför EU:s utsläppshandelssystem. Strategin omfattar alla källor till växthusgasutsläpp (utsläppshandelssektorn, ansvarsfördelningssektorn, markanvändningssektorn) och kolsänkor (markanvändningssektorn). Den omfattar också analyser enligt de fem dimensionerna i EU:s energiunion (minskade koldioxidutsläpp inkl. förnybar energi, energieffektivitet, energimarknaden, energitrygghet och FoUI-åtgärder), anpassning till klimatförändringar, energi- och växthusgasbalanser samt ingående konsekvensbedömningar av den valda politiska åtgärden (miljökonsekvenser, jämlighet mellan könen, samhällsekonomi, statsfinanserna samt sociala och regionala konsekvenser). Dessutom kan man inom strategin lyfta fram även andra aktuella teman inom energi- och klimatpolitiken, till exempel energiförsörjningsberedskapen. Fokus både inom de politiska åtgärderna som skissas upp i strategin och i scenarierna som bygger på dessa ligger på uppnåendet av EU:s klimat- och energimål till 2030 och på regeringsprogrammets mål om klimatneutralitet 2035.	Användningen av kärnkraft för elproduktion stöder målet i statsminister Sanna Marins regeringsprogram om att Finland ska vara klimatneutralt 2035. El- och värmeproduktionen ska vara så gott som utsläppsfri i Finland före utgången av 2030-talet, dock med beaktande av försörjningsberedskap och leveranssäkerhet. Enligt regeringsprogrammet ska inställningen till fortsatta tillstånd för existerande kärnkraftverk vara positiv, under förutsättning att STUK förordar dessa.

Namn på programmet/planen	Innehåll	Relation till projektet
Det nationella luftvårdsprogrammet 2030	Det nationella luftvårdsprogrammet 2030, som statsrådet antog i mars 2019, är ett centralt verktyg för att fullgöra EU-åtagandena och uppnå de nationella luftvårdsmålen. Programmet inkluderar de åtgärder som krävs för genomförandet av EU:s direktiv om nationella utsläppstak (2016/2284) och andra åtgärder för att förbättra luftkvaliteten.	Produktionen av kärnkraft ger inte upphov till några utsläpp som begränsas av direktivet om nationella utsläppstak. Fortsatt drift av kärnkraftverket stöder uppnåendet av målen för Finland, eftersom energiproduktion som bygger på förbränningsprocesser ersätts med kärnkraft.
Ramdirektivet för vattenpolitiken Förvaltningsplaner och åtgärdsprogram	EU:s ramdirektiv för vatten 2000/60/EG (WFD) antogs år 2000. Syftet med direktivet är att upprätta en ram för skyddet av inlandsytvatten, mynningsområden, kustvatten och grundvatten. Enligt ramdirektivet för vatten ska medlemsstaterna fastställa avrinningsområdena på sitt område och anvisa dem till enskilda vattenförvaltningsområden. För varje vattenförvaltningsområde ska en förvaltningsplan beredas. Planen innehåller ett åtgärdsprogram, som ska uppfylla direktivets mål. EU:s ramdirektiv för vatten genomförs nationellt genom lagen om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen 1299/2004, förordningen om vattenförvaltningsområden 1303/2004, förordningen om vattenvårdsförvaltningen 1040/2006, förordningen om havsvårdsförvaltningen 980/2011 och förordningen om ämnen som är farliga och skadliga för vattenmiljön 1022/2006. I förvaltningsplanerna och åtgärdsplanerna som kompletterar dessa presenteras information om vattnets status och faktorer som påverkar detta samt behövliga åtgärder för att uppnå och upprätthålla en god status. Gällande planer och åtgärdsprogram omfattar åren 2016–2021. Samrådet angående förvaltningsplanerna och åtgärdsprogrammen för 2022–2027 avslutades i maj 2021 och planerna godkänns före utgången av 2021.	Förvaltningsplanen för Kymmene älvs-Finska vikens vattenförvaltningsområde omfattar Finska vikens kustområden och åtgärdsprogrammet för vattenvården i Nyland omfattar kustområdet i Lovisa. Kraftverkets största konsekvens är värmebelastningen i havet, som har försämrat statusen i främst Klobbfjärdens vattenförekomst. I förslaget till åtgärdsprogram för vattenvården i Nyland nämns som en åtgärd i Klobbfjärden planering och genomförande av en restaurering av den eutrofa fjärden. För vattenvårdens tredje planeringsperiod föreslås dessutom åtgärder gällande drift, underhåll och effektivisering av industrianläggningar.
Ramdirektivet om en marin strategi Finlands havsförvaltningsplan	Ramdirektivet om en marin strategi (2008/56/EG) är ett direktiv om en ram för havsmiljöpolitikens område, genom vilket det fastställs ett gemensamt tillvägagångssätt och mål för att förebygga, skydda och bevara den marina miljön mot skadliga mänskliga verksamheter. Finlands marina strategi genomför på nationell nivå EU:s havspolitik och det motsvarande direktivet. Planeringen av havsförvaltningen fördelas i tre delar och framskrider i sexårscykler. I det inledande skedet av Finlands nationella havsförvaltningsplan har man bedömt havets nuvarande status samt satt upp mål för att uppnå god status och mätare för att följa upp statusen. Havsförvaltningsplanen omfattar Finlands territorialvatten och Finlands ekonomiska zon. Åtgärdsprogrammet för havsförvaltningsplanen inkluderar åtgärdsförslag för att förbättra havets status. Det gällande åtgärdsprogrammet omfattar åren 2016–2021. Samrådet för åtgärdsprogrammet för havsförvaltningsplanen 2022–2027 och dess bakgrundsmaterial avslutades i maj 2021. Statsrådet godkänner det nya åtgärdsprogrammet i december 2021.	Konsekvenserna för havsområdets status har bedömts i denna MKB-beskrivning. Enligt bedömningen är kylvattnets värmande effekt lokal och har på lång sikt bidragit till att öka bland annat eutrofieringen lokalt. I förslaget till åtgärdsprogram för havsförvaltningsplanen har kylvattnets värmande effekt bedömts vara så lokal att den inte upplevs påverka havets status.

Namn på programmet/planen	Innehåll	Relation till projektet
Konventionen om skydd av Östersjöområdet marina miljö, Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area (HELCOM) Åtgärdsprogram för skydd av Östersjön (Baltic Sea Action Plan, BSAP) (HELCOM)	Konventionen om skydd av Östersjöområdet marina miljö (1974, 1992), dvs. den så kallade Helsingforskonventionen, förpliktar parterna att minska belastningen från alla utsläppskällor, skydda den marina miljön och bevara mångfalden av arter. Konventionens grundläggande principer är att tillämpa bästa möjliga teknik för att skydda miljön, agera enligt bästa praxis för miljön samt tillämpa försiktighetsprincipen och principen om att förorenaren betalar. Kommissionen för skydd av Östersjöns marina miljö (Helsinki Commission, HELCOM) en mellanstatlig organisation som har inrättats av de stater som undertecknat konventionen om skydd av Östersjöområdet marina miljö. Kommissionen övervakar och främjar genomförandet av Helsingforskonventionen och utfärdar rekommendationer till de avtalsslutande ländernas regeringar. HELCOM:s ministermöte godkände åtgärdsprogrammet för skyddet av Östersjön 2007. Målsättningen med programmet är att uppnå god ekologisk status i Östersjön senast 2021. Programmet omfattar de största miljöproblemen och åtgärderna i Östersjön, vilka gäller eutrofiering, skadliga och farliga ämnen samt biologisk mångfald och naturvård. HELCOM och dess medlemsstater har beslutat att uppdatera åtgärdsprogrammet, eftersom målet om god status sannolikt inte kommer att uppnås före utgången av 2021.	Enligt bedömningen av miljökonsekvenserna är kylvattnets värmande effekt lokal och har på lång sikt bidragit till att öka bland annat eutrofieringen lokalt. Den värmande effekten påverkar inte Östersjöns ekologiska status i bredare mening, vilket också bedöms i åtgärdsprogrammet för havsförvaltningsplanen.
Natura 2000-nätverket	Europeiska unionen strävar efter att stoppa utarmningen av den biologiska mångfalden på sitt område. Natura 2000-nätverket är ett av de viktigaste sätten att uppnå målet. Nätverket tryggar livsmiljöerna för de naturtyper och arter som anges i habitatdirektivet. Dessa områden, som ska följa habitatdirektivet, kallas för SCI-områden. Habitatdirektivet omfattar den vilda faunan, florán och naturtyperna. Syftet med direktivet är att i) uppnå och bevara en gynnsam skyddsnivå för vissa arter och naturtyper, ii) bevara arten i sin naturliga miljö så att dess naturliga utbredningsområde inte decimeras och iii) bevara ett tillräckligt antal sådana livsmiljöer som behövs för att trygga populationens framtida livskraft. I nätverket ingår också särskilda skyddsområden i enlighet med fågeldirektivet (SPA-områden). Fågeldirektivet omfattar de vilda fåglarna i Europa. Fågeldirektivets allmänna syfte är att upprätthålla vissa fågelpopulationer på en nivå som uppfyller de ekologiska, vetenskapliga och kulturella kraven.	Det närmaste objektet som hör till Natura 2000-nätverket är området Källaudden–Virstholmen som finns som närmast cirka 1,3 km nordväst om kraftverksområdet. Enligt konsekvensbedömningen medför inte fortsatt drift eller avveckling av kraftverket några försämrade konsekvenser för Naturaområdet i fråga.

Namn på programmet/planen	Innehåll	Relation till projektet
De nationella handlingslinjerna för hanteringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall och det nationella programmet för genomförandet av dessa	Det nationella programmet som omfattar hantering av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall offentliggjordes senast 2015. För närvarande håller det nationella programmet på att uppdateras. Det nationella programmet för hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall är en helhetsplan, vars syfte är att allt använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som uppstår i Finland ska sörjas för på ett säkert sätt och så att alla avfallshanteringsåtgärder från att avfallet uppstår tills det slutförvaras sker utan oskäligt dröjsmål. Genom det nationella programmet säkerställer man att handlingslinjerna för hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall genomförs. Handlingslinjerna kan anses vara en strategi för hanteringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som uppstått i Finland. Handlingslinjerna inkluderar flera principer som ingår i kärnenergilagén och strålsäkerhetslagen. Principerna är alltså bindande för verksamhetsutövare och myndigheter. Det nationella programmet gäller allt använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som uppstår i Finland. Ett av målen med det nationella programmet som uppdateras är att en säker och kostnadseffektiv slutförvaringslösning ska utvecklas för allt använt kärnbränsle och allt radioaktivt avfall som uppstår i Finland. För att uppnå detta mål krävs bland annat att tillståndsvillkoren för slutförvaringsutrymmen och anläggningar för behandling av befintligt radioaktivt avfall vid kärnanläggningar även möjliggör behandling och slutförvaring av radioaktivt avfall som uppstått i en annan verksamhet än den egna.	Hanteringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall genomförs i enlighet med det nationella programmet både vid fortsatt drift och vid avveckling av kraftverket. Mottagning av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland vid Lovisa kärnkraftverk skulle stöda målet i det nationella programmet som håller på att uppdateras.
Den riksomfattande avfallsplanen	I den riksomfattande avfallsplanen fram till 2023 har man ställt upp mål för avfallshanteringen och för förebyggandet av uppkomsten av avfall. Avfallsplanen redogör också för de åtgärder som krävs för att målen ska nås. Statsrådet godkände planen i december 2017. Den riksomfattande avfallsplanen uppdateras under 2021. Samtidigt förlängs planens giltighetstid till 2027. I och med uppdateringen av avfallsplanen genomförs regeringsprogrammets föresats: "Det utarbetas en vision för avfallssektorn som stöder målen för återvinning och cirkulär ekonomi. Visionen ska sträcka sig till 2030-talet. Målet är att höja återvinningsgraden till minst den nivå som motsvarar EU:s återvinningsmål." Även det reviderade avfallsdirektivet och direktivet om minskning av vissa plastprodukters inverkan på miljön förutsätter att nytt innehåll tas in i avfallsplanen. En princip vid hanteringen av vanligt avfall är den så kallade prioritetsordningen: 1) förebyggande av uppkomsten av avfall 2) återanvändning av avfall 3) materialåtervinning 4) utnyttjande som energi 5) avstjälpningsplats.	Vid kärnkraftverket uppstår vanligt (icke-radioaktivt) avfall, på samma sätt som i övrig industriell verksamhet. Avfall som innehåller radioaktivitet kan friklassas, om aktiviteten i avfallet ligger under de gränsvärden som myndigheterna fastställt. Det friklassade avfallet kan vidarebehandlas såsom vanligt (icke-radioaktivt) industriavfall. Både vid fortsatt drift och vid en avveckling fäster man vikt vid att förebygga uppkomsten av vanligt avfall, ändamålsenlig hantering av avfallet och slutförvaring i enlighet med principerna för avfallshanteringen och avfallslagen.



Källförteckning

Aalto, J., Pirinen, P. & Jylhä, K. 2016. New gridded daily climatology of Finland — Permutation-based uncertainty estimates and temporal trends in climate. *Journal of Geophysical Research — Atmospheres*, doi:10.1002/2015JD024651.

Ahokas, T., Nylander, E., Olin, S., Vähä-Vahe, A. & Mäntykoski, A. (red.) 2020. Förslag till åtgärdsprogram för vattenvården i Nyland 2022–2027. 115 s.

Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, and K. Zickfeld, 2018. Framing and Context. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

An, N., Hemmati, S. & Cui, Y.-J. 2017. Assessment of the methods for determining net radiation at different time-scales of meteorological variables. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 9: 239-246.

Andrejev, O., Myrberg, K., Alenius, P. & Lundberg, P. A. 2004. Mean circulation and water exchange in the Gulf of Finland — a study based on three-dimensional modelling. *Boreal Environment Research* 9: 1-16.

Anttila, P. 1988. Engineering geological conditions of the Loviisa power plant area relating to the final disposal of reactor waste. Kraftbolagens kärnavfallskommitté, Rapport YJT-88-11.

Anttila, P., Ahokas, H., Front, K., Hinkkanen, H., Johansson, E., Paulamäki, S., Riekkola, R., Saari, J., Saksa, P., Snellman, M., Wikström, L. & Öhberg, A. 1999. Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Hästholmen site report.

Anttila-Huhtinen, M 2018. Pohjaeläintutkimukset merialueella Pyhtää-Kotka-Hamina vuosina 2014-2018 ja vertailua aikaisempiin tuloksiin. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:s publikation nr 279/2018. 33 s. <http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/julkaisut/>

Anttila-Huhtinen, M. & Raunio, J. 2018. Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitos ja Oy Loviisan Smolttti Ab: Meri-alueen yhteistarkkailun laaja vuosiraportti 2017. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:s publikation nr 272/2018. 52 s. <http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/julkaisut/>

Anttila-Huhtinen, M. & Raunio, J. 2019. Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitos ja Oy Loviisan Smolttti Ab: Meri-alueen yhteistarkkailun vuosiraportti 2018. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:s publikation nr 280/2019. <http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/julkaisut/>

Anttila-Huhtinen, M. & Raunio, J. 2020. Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitos ja Oy Loviisan Smolttti Ab: Meri-alueen yhteistarkkailun vuosiraportti 2019. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:s publikation nr 291/2020. <http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/julkaisut/>

APL Systems 2020a. Mittausraportti Fortum Power and Heat Oy Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristömelumittauksista 23.7.–16.10.2020. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

APL Systems 2020b. Mittausraportti Fortum Power and Heat Oy Loviisan ydinvoimalaitoksen varoventtiilikoestusten ympäristömelumittauksista 31.7., 28.8. ja 16.10.2020. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

BACC II Author Team 2015. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. SpringerOpen. p. 245. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16006-1>

Balkuvienė, G. & Pernaravičiūtė, B. 1994. Growth Rates of Roach (*Rutilus rutilus* (L)) in a Cooling Water Reservoir under Different Thermal Conditions, *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, Volyymi79, Numero 1, s. 139–142, 1994.

Benviroc Oy, 2018. Loviisan kasvihuonekaasupäästöt 2009–2016, ennakkotieto vuodelta 2017. Hämtad 5.1.2021. https://www.loviisa.fi/wp-content/uploads/2018/05/CO2-raportti_2017.pdf

Bolle, H.-J., Menenti, M. ja Rasool, S. I., 2015. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.

Borg J., Mitikka V. ja Kallasvuo M. 2012. Menetelmäohjeis-to rannikon taloudellisesti hyödyntä-mättömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 4/2012. Vilt- och fiskeri-forskningsinstitutet, Helsingfors.

Bruckner, T., Fulton, L., Hertwich, E., McKinnon, A., Perczyk, D., Roy, J., Schaeffer, R., Schlömer, S., Sims, R., Smith, P. & Wiser, R., 2014. Technology-specific Cost and Performance Parameters (Tabell A.III.2) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. IPCC.

Bruun, J.-E., Hällfors, S. & Leppänen, J.-M. 2010. Variation in the composition and the amount of particles at the entrance of the Gulf of Finland and the eastern Gotland Basin. Havscen-tralen vid SYKE. 41 s.

Chernobyl Forum 2005. Chernobyl's Legacy: Health, Environ-mental and Socio-Economic Impacts ans Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003-2005. Second revised version. Hämtad 19.2.2021. <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf>

Cross, E. E. & Rawding, R. S. 2009. Acute thermal tolerance in the round goby, *Apollonia melanostoma* (*Neogobius melanos-tomus*). Journal of Thermal Biology 34, 85–92.

DHI 2017. Hydrodynamic Module, User Guide. https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Coast_and_Sea/MIKE_FM_HD_3D.pdf
https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Coast_and_Sea/MIKE3HD_Scientific_Doc.pdf

Finsk Energiindustri rf 2020. Sähkötilastot. Sähkötase 1970–2019. Hämtad 5.2.2021. https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkotase_1970-2019.html#material-view

Finsk Energiindustri rf 2021. Sähkötilastot. Hämtad 10.2.2021. <https://energia.fi/tilastot>

Energimyndigheten 2021. Elen förväntas räcka till under vinterkylan i Finland – stängningen av gamla kraftverk har minskat på elproduktionskapaciteten. Publicerad 3.12.2020. Hämtad 2.2.2021. [https://energiavirasto.fi/-/sahkon-odoteta-an-riittavan-talvipakkasilla-suomessa-vanhojen-voimalaitos-ten-sulkeminen-on-pienentanyt-tuotantokapasiteettia?langu-
agel=sv_SE](https://energiavirasto.fi/-/sahkon-odoteta-an-riittavan-talvipakkasilla-suomessa-vanhojen-voimalaitos-ten-sulkeminen-on-pienentanyt-tuotantokapasiteettia?langu-agel=sv_SE)

ENTSO-E & ENTSOG 2020. TYNDP 2020 Scenario Report. Hämtad 2.2.2021. <https://2020.entsos-tyndp-scenarios.eu/>

European Commission 2019. European Commission, Joint Research Centre – Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), European Atlas of Natural Radiation, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019, <https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Download-page>. Hämtad 6.5.2021.

European utility requirements for LWR nuclear power plants 2016. EUR Rev E, Vol 2, Ch. 1, App. A13, Dec 2016.

Extension Site of Distribution Map of Radiation Dose 2021. Hämtad 19.2.2021. https://ramap.jmc.or.jp/map/eng/#lat=37.286773249029125&lon=140.58585758198276&z=9&b=std&t=air&s=28,0,0,0&c=largezone,20110429_cs137

Fingrid 2021. Verkkovisioraportti. Hämtad 18.1.2021. https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid_verkkovisio.pdf

Fleming, V. & Kaitala, S. 2006. Phytoplankton spring bloom intensity index for the Baltic Sea estimated for the years 1992 to 2004. Hydrobiologia 554:57–65.

Fontell, E., Lehtonen, H. & Lappalainen, J. 2004. Influence of temperature and depth on spawning site selection of pike-perch (*Sander lucioperca* (L.)) in the Helsinki sea area. Percis III. The third International Percid Fish Symposium. July 20-24, 2003. Madison, Wisconsin USA. S. 103-104.

Fortum Power and Heat Oy 2008. Utbyggnad av kärnkraftver-ket i Lovisa med en tredje kraftverksenhet. Miljökonsekvens-beskrivning.

Fortum Power and Heat Oy 2019a. Loviisan voimalaitoksen selvitys meriveden lämpötiloista ja niiden vaikutuksesta meri-alueen tilaan kesällä 2018. Intern rapport LO1-K873-00107.

Fortum Power and Heat Oy 2019b. Selvitys ympäristövaiku-tuksista 2019. Intern rapport LO1-K870-00141.

Fortum Power and Heat Oy 2019c. Offentligt meddelande, mars 2019. Handlingsinstruktioner i händelse av strålnings-risk. Hämtad 24.2.2021. https://www.fortum.fi/sites/g/files/rkxjap156/files/documents/toimintaohje_sateilyvaa-ra_sv_2019.pdf

Fortum Power and Heat Oy 2021. Bra produktionsår 2020 vid Fortums Lovisa kraftverk. Hämtad 10.2.2021. <https://www.fortum.fi/sv/media/2021/01/bra-produktionsar-2020-vid-for-tums-lovisa-kraftverk>

Gabi database 2021. Thermal energy from light fuel oil (LFO), EU-28.

Gasum Oy 2019. Gasum Oy Environmental impacts of natural gas lifecycle from Russia to Finland. Report. October 2021. Hämtad 20.1.2021. https://www.gasum.com/globalassets/pdf-files/vuosiraportointi/green-finance/final_gasum_en-vironmental-study_october2019.pdf

Hakala, T., Viitasalo, M., Rita, H., Aro, E., Flinkman, J. & Vuo-rinen, I. 2003. Temporal and spatial variation in the growth rates of Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) larvae during summer. Marine Biology 142: 25-33.

Hakanen, P. 2018. Loviisan edustan tarkkailu 2017. kasviplank-ton – lajisto ja biomassat. Rapport nr 2018/10. Menetelmäku-vaus, määrittysten tulokset ja tulosten tarkastelu. Tmi Zwerver. 12 s.

Hasegawa, A., Ohira, T., Maeda, M., Yasumura, S. & Tanigawa, K. 2016. Emergency Responses and Health Consequences after the Fukushima Accident. Evacuation and Relocation. Cli-nical Oncology. Volume 28, Issue 4. 2016. Pages 237-244. ISSN 0936-6555. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2016.01.002>

Helsingfors stad. Helsingin kaupungin työmaavesiohje. Webb-sida. <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/93/93a6a5cfa-77055b1851322fe771b48284826ddc7.pdf> (hämtad 29.3.2021)

Hempel M., Neukamm R. and Thiel R. 2016. Effects of introdu-ced round goby (*Neogobius melanostomus*) on diet composi-tion and growth of zander (*Sander lucioperca*), a main predator in European brackish waters. Aquatic Invasions (2016) Volume 11, Issue 2: 167–178.

Herlevi H., Aarnio A., Puntila-Dodd R. and Bonsdorff E. 2018. The food web positioning and trophic niche of the non-indi-genous round goby: a comparison between two Baltic Sea populations. Hydrobiologia (2018) 822:111–128. Springer.

Kolfakta 2021. Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS). Hämtad 20.1.2021. <https://www.hiilitieto.fi/kestava-kehitys/ccs/>

Hokkanen, J., Virtanen, Y., Savikko, H., Känkänen, R., Kata-jajuuri, J.-M., Sirkiä, A., Sinkko, T. 2015. Alueelliset resurssivir-rat Jyväskylän seudulla. Sitras utredningar 91. ISBN 978-951-563-909-7. Finns på: <https://media.sitra.fi/2017/02/27174807/Selvityksia91-2.pdf>

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (red.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Miljöministeriet & Finlands miljöcentral. Helsingfors. 704 s.

IAEA 2008. INES. The International Nuclear and Radiological Event Scale. User’s Manual 2008 Edition. Hämtad 24.2.2021. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/IN-ES2013web.pdf>

IAEA 2013. Safety Standards for protecting people and the environment. Specific Safety Guide. No. SSG-25. Hämtad 24.2.2021. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1588_web.pdf

IAEA 2018. International Atomic Energy Agency, Regulations

for the Safe Transport of Radi-oactive Material, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev.1), IAEA, Vienna (2018). http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1798_web.pdf

ICPR 2006. Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public. ICRP Publication 101a. Ann. ICRP 36 (3), 2006.

ICPR 2007. ICRP 103, taulukko 1, <http://www.icrp.org/publica-tion.asp?id=ICRP%20Publication%20103>

Klimatguiden 2021a. Klimatet förändras i Finland. Hämtad 1.3.2021. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmaston-muutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b-167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmaston-muutos-suomessa.html>

Klimatguiden 2021b. Klimatet förändras i Finland. Hämtad 1.3.2021. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vide-ot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/a7ea17da-f0a5-4651-8f72-6214dc2f437a/ipcc-meri-lumi-jaa-infografiikat.html>

Klimatguiden 2021c. Isförhållandena i Östersjön för-ändras. Hämtad 17.2.2021. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikke-li/63e8e231-2d68-45cb-97c8-6bbdd9b5bae5/itameren-jaao-lot-muuttuvat.html>

Meteorologiska institutet 2020. Webb-sida. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2011>

Meteorologiska institutet 2021. Webb-sida. Öppna data. Hämtad 21.1.2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havainto-jen-lataus>

Ilus, E. 2009. Environmental effects of thermal and radio-active discharges from nuclear power plants in the boreal brackish-water conditions of the northern Baltic Sea. STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority University of Helsinki, Faculty of Biosciences Department of Biological and Environ-mental Sciences, Aquatic Sciences. Academic dissertation.

IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contri-bution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 s.

IPCC 2018. Special report: Global Warming of 1.5°. Hämtad 12.2.2021. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

Irannezhad, M., Chen, D. & Kløve, B. 2015. Interannual variations and trends in surface air temperature in Finland in relation to atmospheric circulation patterns, 1961–2011. Inter-national Journal of Climatology, 35, 3078–3092, doi:10.1002/joc.4193.

Östra Nylands förbund 2007. Itä-Uudenmaan maisematyyppit.

Jaale, M. & Norkko, A. 2008. Pohjaeläimet. I publikationen: Raateoja, M. (red.). Itämeri 2008 – Merentutkimuslaitoksen Itämeriseurannan vuosiraportti. – Meri, Report Series of the Finnish Institute of Marine Research no 64:49-51.

Jauhiainen, T., Vuorinen, H. S., Heinonen-Guzejev, M. 2007. Ympäristömelun vaikutukset. Miljöministeriets publikationer Suomen Ympäristö 3/2007.

Karonen, M., Mäntykoski, A., Nylander, E. & Lehto, K. (red.) 2015. Tillsammans för god vattenstatus. Åtgärdsplan för Kymene älvs-Finska vikens vattenförvaltningsområde för åren 2016–2021. NTM-centralens rapporter 132/2015. 216 s.

Kauppinen, T. ja Nelimarkka, K. 2007. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioiminen. Oppaita/Stakes: 68 <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016100324788>

Keskinen, T., Pulkkanen, M., Huttula, T. & Karjalainen, J. 2011. Vulnerability assessment of ecosystem services for climate change impacts and adaptation (VACCIA). Action 10: Assessment of impacts and adaptation of fisheries production and wash off effects in Lake Päijänne.

Kokkonen V. 2018. Statistikcentralen, Företagsstatistik, Arbetsställen efter näringsgren och kommun, e-post 23.11.2018.

Kornis M. S., Mercado-Silva N. and Vander Zanden J. M. 2011. REVIEW PAPER. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. Journal of Fish Biology (2012) 80, 235–285.

Kommunförbundet 2020. Kommunernas skattesatser 2020. Hämtad 12.2.2020. https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Liite%203_kuntakohtaiset%20prosentit%202020_1.xlsx

Laamanen, M. (red.) 2016. Åtgärdsprogram för Finlands havsförvaltningsplan 2016–2021. Miljöministeriets rapporter 5/2016. 198 s.

Laamanen, M. (red.) 2020. Förslag till åtgärdsprogram för Finlands havsförvaltningsplan 2022–2027. 252 s.

Lahti, M. 2021. Konsekvenserna av Lovisa kärnkraftverks kylvattenintag och -utlopp i havsområdet. Version 1. 19.3.2021. 65 s. Presenteras i bilaga 4.

Lappalainen J., Kurvinen L. och Kuismanen L (red.) 2020. Suomen ekologisesti merkittävät vedenalaiset meriluontoalueet (EMMA) – Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA). Rapporter från Finlands miljöcentral 8/2020. Finlands miljöcentral, Havscentralen.

Lappalainen, J., Malinen, T., Rahikainen, M., Vinni, M., Nyberg, K., Ruuhijärvi, J., & Salminen, M. 2005. Temperature dependent growth and yield of pikeperch, Sander lucioperca, in Finnish lakes. Fisheries Management and Ecology, 12, 27–35.

Launiainen, J., 1975. On the physical effects of cooling water discharges by nuclear power stations and their investigation. Meri 2: 45–59 ISSN 0356-0023. Finnish Institute of Marine Research. (På finska)

Launiainen, J. 1979. Studies of energy exchange between the air and the sea surface on the coastal area of the Gulf of Finland. Finnish Marine Research, 246, 3 – 110. ISSN 0357-1076. Finnish Institute of Marine Research. Leino 2012

Lee, V. A. & Johnson, T. B. 2005. Development of a bioenergetics model for the round goby (*Neogobius melanostomus*). Journal of Great Lakes Research 31, 125 – 134.

Leino K. 2011. Jäähdytysveden mukana Loviisan voimalaitokselle vuosina 1977-1997 kulkeutunut kala ja levä. Raportti LO1-C2-00652, 29.11.2011. Fortum Power and Heat Oy.

Leino, K. 2012. Ravinnekuormitus Loviisan voimalaitoksen lähimerialueella. 6.11.2012. LO1-C2-00717.

Leivo, M. & Lehtiniemi, T. 2019. Porvoon seudun maakunnallisesti tärkeät lintujen muutonaikaiset kerääntymisalueet. Vuoden 2019 uudistettu MAALI-selvitys. Webbpublikation. Hämtad 28.2.2021. https://asiakas.kotisivukone.com/files/psly.kotisivukone.com/tiedostot/MAALI_Raportti_Final.pdf

Kommunikationsministeriet 2012. Vaarallisten aineiden kuljetus Suomessa. VAK-strategia 2012–2020. Program och strategier 5/2012.

Trafikverket 2018. Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Trafikverkets undersökningar och utredningar 57/2018. Hämtad 3.2.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-57_valtakunnalliset_liikenne-ennusteet_web.pdf

Lindfors, A., Huttunen, O., Kiirikki, M. 2012. Lämpötila- ja virtausmittaukset Loviisan voimalaitoksen edustan merialueella avovesikaudella 2011. Luode Consulting Oy 24.2.2012. LO1-C2-00670.

Lindfors, A., Meriläinen, H. & Kronholm, H. 2020. Sedimenttien haitta-aineselvitys Loviisan voimalaitoksen edustan merialueelta. Luode Consulting Oy 31.1.2020. LO1-C2-01316. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

Lovisa stad 2020. Utlåtande till NTM-centralen i Nyland om plan för väghållningen och trafiken 2021–2024. Hämtad 12.1.2021. <http://julkaisu.loviisa.fi/FIN/kuulutus/6373473507159559111.1599127470972.PDF>

Lovisa stad 2021a. Lovisa stads general- och detaljplaner.

Lovisa stad 2021b. Detaljplanritning. Skärgårdsvägen mellan Mannerheimgatan-Ramsayvägen.

Lovisa stad 2021c. Boende och miljö. Växthusgasutsläpp. Hämtad 5.1.2021. <https://www.loviisa.fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparisto-ja-luonto/ymparistonsuojelu/ilmastonmuutos/>

Luomaranta. A., Haapala, J., Gregow, H., Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Laaksonen, A. 2010. Itämeren jääpeitteen muutokset vuoteen 2050 mennessä. Raportteja No. 2010:4. Meteorologiska institutet.

Naturresursinstitutet 2019a. Tjänsten Riistahavainnot. Hämtad 19.12.2019. <http://riistahavainnot.fi/> 19.12.2019.

Naturresursinstitutet 2019b. Hämtad 9.1.2020. <https://www.luke.fi/uutinen/itameren-hyljekannat-jatkavat-kasvua--las-kenta-tehtiin-hyvissa-olosuhteissa/>

Naturresurscentralen 2021. Hämtad 23.3.2021. <https://kala-havainnot.luke.fi/kartta>.

Utinaturen.fi 2021. Sjöfästningen Svartholm. Hämtad 1.2.2021. <https://www.utinaturen.fi/svartholm>

Jord- och skogsbruksministeriet 2018. Muistio pyyntiluvalla sallittavasta Itämeren norpan metsästyksestä 2018-2019, Dnr 1186/01.03/2018.

Lantmäteriverket 2021a. Lantmäteriverkets öppna kart- och geodatamaterial. Hämtad 1.2.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/sv/kartor-och-geodata>

Lantmäteriverket 2021b. Maannousu. Hämtad 1.3.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/maannousu>

Marjamäki, M. & Lahti, M. 2012. Selvitys Kirmosundin tiepenkereen aiheuttamista virtausten muutoksista. 17.12.2012. LO1-C2-00735.

Marjamäki, M. 2012. Selvitys Loviisan voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesipäästöistä rantakiinteistöille ja purkualueen vesialueille aiheutuvista vahingoista, 17.12.2012, LO1-C2-00736.

Marttila, V., Granholm, H., Laanikari, J., Yrjölä, T., Aalto, A., Heikinheimo, P., Honkatuki, J., Järvinen, H., Liski, J., Merivirta, R. ja Paunio, M. 2005. Nationell anpassningsstrategi till klimatförändringen. Jord- och skogsbruksministeriet. JSM:s publikationer 1/2005.

Metsänen, T. 2021. Loviisan ydinvoimalaitoksen linnustoselvitykset 2020. Linnustoseuranta. Rapport 24.2.2021. Luontoselvitys Metsänen. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

Mikkonen, S., Laine, M., Mäkelä, H., Gregow, H., Tuomenvirta, H., Lahtinen, M. & Laaksonen, A. 2015. Trends in the average temperature in Finland, 1847–2013. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 29, 1521–1529, doi:10.1007/s00477-014-0992-2.

JSM 2014. Nationell plan för lokaliseringsstyrning av vattenbruket. Jord- och skogsbruksministeriet, Miljöministeriet. Helsingfors.

Monivesi Oy 2018. Fortum Power and Heat Oy:s Loviisan voimalaitos Oy Loviisan Smoltti Ab Merialueen yhteistarkkailu: vesikasvillisuuden ja kovan pohjan eliöstön tutkimukset vuonna 2017. 2.3.2018.

Moskal’kova, K. I. 1996. Ecological and morphophysiological prerequisites to range extension in the round goby *Neogobius melanostomus* under conditions of anthropogenic pollution. Journal of Ichthyology 36, 584 – 590.

Museiverket 2021. Kulttuuriympäristön palveluikkuna. Hämtad 19.1.2021. <https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx>

Mäntykoski, A., Nylander, E., Ahokas, T., Olin, S. Vähä-Vahe, A. (red.) 2020. Påverka vattnen. Förslag till förvaltningsplan för Kymmene älvs-Finska vikens vattenförvaltningsområde för åren 2022–2027. Del 1. 167 s. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo/Vesienhoitoalueet/KymijokiSuomenlahti/Osallistuminen_vesienhoitoon

Niiranen & Hagman 2012. Fortum Power and Heat Oy, Loppominjärven turvelauttojen kartoitus ja poistaminen. 24.10.2012. LO1-K879-00024. Ramboll Finland Oy.

NOAA 2020. HYSPLIT. Hämtad 15.12.2020 <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

Nord Pool 2021. Production. Hämtad 10.2.2021. <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Power-system-data/Production1/Production1/ALL1/Hourly/?view=table>

Nummi 2019. Safety case for Loviisa LILW repository 2018 – Main report. Fortum Power and Heat Oy, Esbo.

OECD/NEA & IAEA 2020. Uranium 2020: Resources, Production and Demand.

OECD/NEA 2014. Managing Environmental and Health Impacts of Uranium Mining, OECD/NEA, Nuclear Development 2014.

Pekcan-Hekim, Z., Lauri, U., Auvinen, H., Heikinheimo, O., Lappalainen, J., Raitaniemi, J. & Söderkultalahti, P. 2011. Climate Warming and Pikeperch Year-Class Catches in the Baltic Sea. A Journal of the Human Environment 40(5):447-456.

Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H.-G., Villnäs, A. & Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. Ambio 36(2-3): 250-256.

Posiva 2008. Utbyggnad av slutförvaringsanläggningen för använt kärnbränsle. Miljökonsekvensbeskrivning. Posiva Oy.

Posiva 2012. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus. Posiva Oy.

Pöyry 2009. Kalojen lisääntymisaluekartoitukset Pyhäjoella, Ruotsinpyhtäällä ja Simossa. Fennovoima Oy. Ydinvoimalaitos-hanke. 60K30029.25. Oktober 2009.

Raateoja, M. & Setälä O. (red.) 2016. The Gulf of Finland assessment. Reports of the Finnish Environment Institute 27/2016. 362 s.

Ramboll Finland Oy 2012. Lappominjärven turvelauttojen kartoitus ja poistaminen. Förstudie.

Ramboll Finland Oy 2013. Loviisan voimalaitoksen ympäristö-melumittaukset 2013. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

Ramboll Finland Oy 2017. Loviisan voimalaitoksen ympäristö-melumittaukset 2017. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

Ramboll Finland Oy 2021. Onnettomuudet kartalla. Hämtad 7.1.2021 <https://mobilityanalytics.ramboll.com/onn/poliisi/>

RIL 253-2010. Rakentamisen aiheuttamat tärinät. 122 s.

Roikonen, T. & Kangas, H. 2021. Loviisan voimalaitos. Kalas-totutkimukset voimalaitoksen lähimerialueella vuonna 2020. Ramboll 25.1.2021. 20 s. <https://www.fortum.com/loviisaeia>

Ruosteenoja, K., Jylhä, K. & Kämäräinen, M. 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. Geop-hysica 51(1):17-50.

Räty, A. 2019. FiR 1 -tutkimusreaktorin ja OK3 laboratorion aktiivisuusinventaarit loppusijoituksen turvallisuusanalyysia varten. VTT-R-00739-19.

Sandström O. 1990. Environmental monitoring at the Fors-mark nuclear power plant. Cooling water effects. Swedish Environmental Protection Agency, Environmental Impact Assessment Department. Coastal Laboratory. Report 3868. Öregrund.

Inrikesministeriet 2016. Anvisningar som gäller vid strål-ningsläge, Inrikesministeriets publikation 10/2016. Hämtad 2.2.2021. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74874/Sateilytilanneohje.pdf?sequence=1>

Social- och hälsovårdsministeriet 1999. Ympäristövaikutus-ten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201504225515>

State of the Baltic Sea – holistic assessment: non-indigenous species. Webb sida. Hämtad 12.3.2021 <http://stateofthe-balticsea.helcom.fi/pressures-and-their-status/non-indigenous-species/>

Strömmer, H. 2019. Vaarallisten aineiden kuljetukset vuonna 2017. Traficoms publikation 4/2019.

STUK 2002. Säteilyn terveysvaikutukset. Paile W (red.). Sätei-ly- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, osa 4.

STUK 2004. Kokemukset onnettomuuksista ja poikkeuksel-lisista tapahtumista ydinlaitoksilla. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, luku 6. Hämtad 24.2.2021. <https://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/ydinturvallisuus>

STUK 2009. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturval-lisuus -kirjasarja. Säteilyturvakeskuksen julkaisu. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125172/katsaus-sateilyn-terveysvaikutukset-8-2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

STUK 2012. Radioaktiivisten aineiden kuljetus. STUK anvis-ningar. September 2012.

STUK 2015. Strålsäkerhetscentralens säkerhetsuppskatt-ning av Posivas ansökan om byggnadstillstånden. Hämtad 5.2.2021. <https://www.stuk.fi/documents/12547/131539/stuk-in-turvallisuusarvio-posivan-rakentamislupahakemuksesta.pdf/a8c45d8c-f354-4817-947b-7375624bca7d>

STUK 2019a. Stuklex. Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta, 15.3.2019. YVL C.3. Häm-tad 9.2.2021. <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLC-3>

STUK 2019b. Eeva Salminens presentation om strålningens hälsoeffekter. Kursen Syventävä säteilysuojelukoulutus som ordnades av STUK 3.12.2019.

STUK 2020a. Stuklex. Skyddsåtgärder i en nödsituation med strålrisk, 1.9.2020. VAL 1. Hämtad 9.2.2021. <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/VAL1>

STUK 2020b. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018. STUK-A263. April 2020. Siiskonen Teemu (red.). Hämtad 19.2.2021. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/139611/Suomalaisten_keskima%20a%20ra%20inen_efektiivinen_annos_vuonna_2018.pdf?sequence=6

STUK 2020c. Strålningsövervakning i kärnkraftverkens omgivning. Årsrapport 2019. STUK-B 253. Maj 2020. Hämtad 17.3.2021. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/139992/Ydinvoimalaitosten_ymp%C3%A4rist%C3%B6n_s%C3%A4teilyvalvonta_Suomessa_Vuosira-portti_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

STUK 2021a. STUK valvoo. Säteilyturvallisuuden valvon-ta. Hämtad 10.2.2021. <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/stuk-valvoo-sateily-ja-ydinturvallisuutta-suomessa>

STUK 2021b. STUK övervakar. Strålningsexponering för per-sonal på kärnkraftverk. Hämtad 10.2.2021. <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/ydinturvallisuus/stukin-ydinturvallisuusvalvon-nan-tehtavat/sateilyturvallisuuden-valvonta/ydinvoimalaitos-ten-tyontekijoiden-sateilyaltistus>

STUK 2021c. STUK övervakar. Utsläpp av radioaktiva äm-nen till luft. Hämtad 10.2.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/stuk-overvakar/karnsakerheten/uppgifterna-for-stuk-s-karn-sakerhetstillsyn/utslapp-av-radioaktiva-amnen-till-luft>

STUK 2021d. STUK övervakar. Utsläpp av radioaktiva ämnen till hav. Hämtad 10.2.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/stuk-overvakar/karnsakerheten/uppgifterna-for-stuk-s-karn-sakerhetstillsyn/utslapp-av-radioaktiva-amnen-till-hav>

STUK 2021e. STUK övervakar. Uppskattningar av stråldosen för befolkningen. Hämtad 10.2.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/teman/vad-ar-stralning/stralningens-halsoverkningar>

STUK 2021f. Till användare av strålning. Transport av ra-dioaktiva ämnen. Hämtad 19.2.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/stuk-overvakar/till-anvandare-av-stralning/overvak-ning-av-verksamhet/transport-av-radioaktiva-amnen>

STUK 2021g. Radioaktiviteten i saluförda naturprodukter. Strålsäkerhetscentralen. Hämtad 4.3.2021. <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/ympariston-sateilyvalvonta/jatkuva-valvon-taohjelma/elintarvikkeiden-radioaktiivisuus/myynnissa-ole-vien-luonnontuotteiden-radioaktiivisuus>

STUK 2021h. Vad är strålning. Strålningens hälsoverkningar. Hämtad 10.3.2021. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sateilyn-terveysvaikutukset>

STUK 2021i. Strålrisk. Exempel på stråldoser. Hämtad 26.11.2020. <https://www.stuk.fi/web/sv/teman/stralrisk/ex-empel-pa-straldoser>

STUK 2021j. Strålning i hälsovården. Stråldoser vid röntgenun-dersökningar. Hämtad 14.1.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/teman/stralning-i-halsovarden/rontgenundersokningar/stral-doser-vid-rontgenundersokningar>

STUK 2021k. Strålrisk. Den internationella skalan för kärn-krafts- och strålningshändelser INES. Hämtad 24.2.2021. <https://www.stuk.fi/web/sv/teman/stralrisk/den-internatio-nella-skalan-for-karnkrafts-och-stralningshandelser-ines>

STUK 2021l. Finländarens genomsnittliga stråldos. Hämtad 2.2.2021. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ihmi-sen-radioaktiivisuus/suomalaisen-keskimaarainen-sateilyannos>

Suolanen, V., Lautkaski, R., Rossi, J., Nyman, T., Rosqvist, T. & Sonninen, S. 2004. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitar-kastelun päivitys. Posiva Oy. Rapport 2004-04.

Finlands viltcentral 2019. Åtgärdsprogram för skötsel av viltsjöfåglar på tillbakagång.

Finlands miljöcentral 2018. Hämtad 15.3.2021. Merilintujen pesimipopulaatioiden koko. https://www.ostersjon.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Itameren_tila/Meriluonnon_tila/Merilinnut

Finlands miljöcentral 2020. Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA). Rapporter från Finlands miljöcentral 8/2020.

Finlands miljöcentral 2021. Miljöförvaltningens Avoin tie-to-geodatatjänst.

FOS 2020. Finlands officiella statistik. Varutransporter inom vägtrafiken. E-publikation, ISSN=2342-3609. Helsingfors: Statistikcentralen [hänvisat: 14.1.2021]. http://www.stat.fi/til/kttav/index_sv.html

FOS 2021. Finlands officiella statistik. Växthusgaser. E-pu-blikation, ISSN=1797-6057. Helsingfors: Statistikcentralen [hänvisat: 5.1.2021]. Finns på: https://www.stat.fi/til/khki/index_sv.html

SYKE 2018. Tarkka-tjänsten. Hämtad 1.6.2018. Finns på: <https://www.i4.ymparisto.fi/i4/fin/tarkka/index.html?type=RG-B&date=2021-04-21&datespan=1&name=DEFAULT&lang=fi&zoom=5.31&lat=64.23000&lon=26.00000>

SYKE 2020. VHG-utsläpp i kommuner och regioner. Hämtad 21.12.2020. Finns på: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

Talja, A. 2011. Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT medde-landen 2569. Esbo. 35 s. + bilagor 9 s. Hämtad 1.2.2021. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2569.pdf>

Teknologiska forskningscentralen VTT Ab 2017. Databasen LIPASTO yksikköpäästöt. Uppdaterad 6.7.2017.

Statistikcentralen 2019a. Kuntien avainluvut. Hämtad 28.11.2019. <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS&year=2021>

Statistikcentralen 2019b. Statistikcentralens PxWeb data-baser, arbetsställen efter kommun och arbetsställen efter näringsgren och landskap. Hämtad 28.11.2019. <https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>

Statistikcentralen 2021a. Statistikcentralens PW-Web-da-tabaser. Befolkningsstruktur. Befolkning efter ålder och kön områdesvis. Hämtad 28.3.2021. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__vrm__vaerak/

Statistikcentralen 2021b. Kuntien avainluvut. Hämtad 28.3.2021. <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2019&active1=SSS>

ANM 2019. Slutrapport från nationella samarbetsgruppen för kärnavfallshantering. Arbets- och näringsministeriets publikationer. Energia. 2019:39. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161762/TEM_39_2019_KansallisenYdinjatehuollon.pdf?sequence=1

ANM 2020a. Sammandrag av sektorspecifika färdplaner för ett koldioxidsnålt samhälle. Arbets- och näringsministeriets publikationer. Energia. 2020:52. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162494>

ANM 2020b. Työ- ja elinkeinoministeriön lausunto koskien Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointihjelmaa. Utlåtande av kontaktmyndigheten. VN/16076/2020.

ANM 2020c. Klimat- och energistrategi. Hämtad 5.1.2021. <https://tem.fi/ilmasto-ja-energiastrategia>

UNSCEAR 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. ”Sources and Effects of Ionizing Radiation”. Report vol. II.

UNSCEAR 2013. Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 report, volume I, scientific annex A. "Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami". Hämtad 9.3.2021. https://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_Annex_A.pdf

UNSCEAR 2015. Developments since the 2013 UNSCEAR Report on the levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami. Hämtad 9.3.2021. https://www.unscear.org/unscear/en/publications/Fukushima_WP2015.html

NTM-centralen i Nyland 2015. Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland, 2015. Rapporter 109/2015. Uudenmaan ilmanlaadun bioindikaattorisearanta vuonna 2014.

NTM-centralen i Nyland 2020. Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland, 2020. Rapporter 20/2020. Ilmanlaatu Uudella maalla 2019.

Nylands förbund 2016. Missä maat on mainiommat. Uudenmaan kulttuuriympäristöt. Nylands förbunds publikationer E 176.

Nylands förbund 2019. Material: Befolkning. Hämtad 17.3.2021. <https://www.uudenmaanliitto.fi/tietopalvelut/uusi-maa-tietopankki/aineistot/vaesto>

Nylands förbund 2020a. Nylandsplanen 2050. Plankarta, beteckningar och bestämmelser samt utredningar.

Nylands förbund 2020b. Färdplan för ett klimatneutralt Nyland 2035. Nylands förbunds publikationer B 62 - 2020.

Statsrådet 2021. Marins regering, regeringsprogrammet. 3.1 Ett klimatneutralt Finland som tryggar den biologiska mångfalden. (Hämtad 2.2.2021) <https://valtioneuvosto.fi/sv/marin/regeringen/regeringsprogrammet/klimatneutralt-finland-som-tryggar-den-biologiska-mangfalden>

VELMU-karttjänsten 2019. Material i VELMU-karttjänsten. Hämtad 19.12.2019. <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>

Portalen för invasiva arter. Webb sida. Hämtad 18.2.2021 <https://vieraslajit.fi/>

Vieraslajit.fi. Hämtad 24.3.2021. Svartmunnad smörbult. <https://vieraslajit.fi/lajit/MX.53000>

Visit Lovisa 2021. Sjöfästningen Svartholm. Hämtad 1.2.2021. <https://www.visitloviisa.fi/sv/se-och-upplev/sjofastningen-svartholm/>

VTT 2014. Miljökonsekvensbeskrivning. Nedläggning av forskningsreaktorn FIR 1. Teknologiska forskningscentralen VTT. Oktober 2014.

VTT 2021. Nyheter, pressmeddelande 10.02.2021. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/otaniemen-puret-tavan-tutkimusreaktorin-polttoaine-jatkokayttoon-usassa>

Vuolio, R. 1999. Räjätystytöt. Suomen Maarakentajien Keskusliitto r.y.

Vuori, S., Lautkaski, R., Lehtilä, A., Suolanen, V. 2002. Katsaus eri energiantuotantomuotojen ympäristövaikutuksiin. VTT Meddelanden - Research Notes 2127. VTT Processer, 2002.

Trafikledsverket 2020. Trafikmängdskartor. Hämtad 3.2.2021. <https://vayla.fi/sv/trafikleder/material/kartor/vagkartor/trafikmangdskartor>

Miljöministeriet 2015. Anvisning om muddring och depnering av muddermassor. Miljöförvaltningens anvisningar 1/2015. Finns på: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ÅF-Consult Oy 2018. Loviisan voimalaitos. Jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu vuonna 2017.

ÅF-Consult Oy 2019. Loviisan voimalaitos. Jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu vuonna 2018.



Ordlista och förkortningar

Ordlista och förkortningar	
Aktiveringsprodukter	Radioaktiva ämnen som uppstår till följd av neutronstrålning (t.ex. orenheter som följer med in i reaktorn med vattnet, i materialen inuti reaktorn och tryckkärlet eller i materialen i utvändiga konstruktioner i närheten av reaktorn). Aktiveringsprodukter som följer med vattnet kan överföras från reaktorn till övriga system och medföra att de kontamineras.
Underkriticitet	Ett tillstånd där ingen kedjereaktion upprätthålls av neutroner som frigörs vid fission.
RFV	Regionförvaltningsverket
Becquerel (Bq)	Mätenhet för aktivitet som innebär ett atomsönderfall per sekund. Halten av radioaktiva ämnen anges som becquerel per massa- eller volymenhet (Bq/kg eller Bq/l). Multiplar för becquerel är till exempel kilobecquerel (kBq), som är tusen becquerel, megabecquerel (MBq), som är en miljon becquerel samt terabecquerel (TBq) som är tusen miljarder becquerel.
dB	Decibel, det vill säga enheten för ljudtrycksnivå, vars skala är logaritmisk. En ökning med 10 dB innebär att bullret tiofaldigas.
Dekontaminering	Rengöring från radioaktiv orenhet (kontamination).
Dosimeter	Stråldosmätare
Ekvivalent	Motsvarande, likvärdig
Extensiometer	En apparat som kan användas för att mäta bl.a. rörelser i berget.
NTM-central	Närings-, trafik- och miljöcentral.
Esbokonventionen	Konvention från Förenta nationernas ekonomiska kommission för Europa för att bedöma gränsöverskridande miljökonsekvenser. Esbokonventionen definierar allmänna skyldigheter att höra medlemsländers myndigheter och medborgare i alla projekt som sannolikt medför betydande gränsöverskridande miljökonsekvenser. https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1997/19970067
FIR 1	VTT:s forskningsreaktor av typen TRIGA Mark II som finns i Otnäs i Esbo.
Fissionsprodukter	Radioaktiva ämnen som uppstår när fissila atomkärnor (t.ex. U-235, Pu-239) klyvs till lättare ämnen. Fissionsprodukterna stannar i huvudsak kvar i det använda bränslet. De kan emellertid föras till övriga processsystem från reaktorn till följd av bränsleläckage och kontaminera dessa system.
Fissurometer	Bergteknisk mätanordning som mäter förändringar i avstånd mellan förankringspunkter och som kan användas av att följa exempelvis rörelserna av en spricka i berget.
Diffus belastning	Sådan kemisk belastning i miljön vars ursprung inte är helt känd, t.ex. näringsbelastningen i jordbrukets avrinningsområde.
Projektområde	Med projektområde avses Hästholmen, där kraftverkets nuvarande verksamhet och de planerade förändringarna finns.
Projektansvarig	Fortum Power and Heat Oy, det vill säga verksamhetsutövaren, som ansvarar för genomförandet av det projekt som granskas i MKB-förfarandet.
Moderator	Ämne som används för att bromsa neutronerna som uppstår vid kärnreaktionen. Moderatorns uppgift är att upprätthålla kedjereaktionen. Som moderator i lättvattenreaktorer används vanligt vatten (lättevatten).
HP/CORD UV-dekontamineringsmetod	En metod som kan användas för att kemiskt dekontaminera primärkretsen i stor skala för att sänka strålningsnivåerna på anläggningen och aktiviteten i komponenter. HP = Permangansyra, CORD = Chemical Oxidation Reduction Decontamination (kemisk oxiderings- och reduktionsdekontaminering), UV = UV-ljus.
Serviceavfall	Kärnavfall som uppstår vid service och reparationer av kärnanläggningar. Serviceavfallet utgörs bl.a. av kontaminerat skydds- och isoleringsmaterial, skadade komponenter och använda verktyg. Serviceavfallet är i huvudsak lågaktivt avfall.
Hall för serviceavfall	Hall i slutförvaret för LOMA för lagring av låg- eller medelaktivt avfall. Det finns tre hallar för serviceavfallet i slutförvaret för LOMA vid Lovisa kraftverk (HJT1, HJT2 och HJT3).

IAEA	International Atomic Energy Agency (IAEA) är den internationella atomenergiorganet.
IBA- och FINIBA -områden	IBA-områden är internationellt viktiga fågelområden och FINIBA-områden nationellt viktiga fågelområden i Finland. För kartläggningen av områdena ansvarar Finlands miljöcentral och BirdLife Finland rf.
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) är en skala som används för att klassificera olika händelser på kärnkraftverk och vid användning av strålning för att beskriva hur allvarliga utsläppen av radioaktivt material och strålningsexponeringen är.
Anläggningsdelar som blir självständiga	De anläggningsdelar som blir självständiga från kraftverket är mellanlagret för använt kärnbränsle, lagret för vätskeformigt avfall och solidifieringsanläggningen. Användningen av dessa fortsätter efter att kraftverksenheterna avvecklats. Utöver dessa fortsätter även användningen av slutförvaret för LOMA. Med att de blir självständiga avses att vissa funktioner, såsom kylning och ventilation, avskiljs från kraftverksenheternas system, så att de anläggningsdelar som blir självständiga kan fungera utan kraftverksenheterna.
Kylvatten	Kylvatten är havsvatten som används i kraftverkets kondensor för att kyla av ångan från turbinerna till vatten, som åter pumpas in till ånggeneratorerna. Kylvattnet kommer inte i kontakt med kärnkraftverkets processvatten, vattnet i primär- eller sekundärkretsarna och blandas heller aldrig med detta vatten.
Internationellt samråd	Hörande inom ramen för bedömningen av gränsöverskridande miljökonsekvenser enligt Esbokonventionen. I samrådet kan olika målstater delta.
Medelaktivt avfall	Kärnavfall vars aktivitet är så stor att effektiva strålskyddsarrangemang behövs vid hantering. I regel ligger avfallets aktivitetshalt mellan 1 MBq/kg och 10 GBq/kg. Medelaktivt avfall uppstår såväl när kraftverket är i drift som under avvecklingen.
Lättvattenreaktor	Reaktortyp där vanligt vatten används som kylmedel och moderator i reaktorhärden. De flesta av världens kärnkraftsreaktorer är lättvattenreaktorer.
Solidifierat avfall	Fast radioaktivt avfall som åstadkommits genom att blanda vätskeformigt radioaktivt avfall med ett lämpligt bindemedel (t.ex. cement och andra bindemedel).
Hall för solidifierat avfall	Hall i slutförvaret för LOMA för lagring av solidifierat avfall.
Solidifieringsanläggning	Anläggning, där vätskeformigt radioaktivt avfall omvandlas till fast form genom att blanda det med ett lämpligt bindemedel. I solidifieringsanläggningen vid Lovisa kraftverk blandas det vätskeformiga avfallet med cement och andra bindämnen.
Kilovolt (kV)	Volt (V) är enheten för spänning i SI-systemet. 1 kV=1000 V.
Kollektiv strålningsdos	Med kollektiv (strålnings)dos avses den sammanlagda effektiva strålningsdosen för individer som utsatts för strålning.
Kontamination	Radioaktiv förorening.
Konventionell	Vanlig, inte förknippad med radioaktivitet.
Vanligt (icke-radioaktivt) avfall	Vanligt och farligt avfall som inte är radioaktivt.
Konvergensmätning	Mätning av förändringen av avståndet mellan fasta punkter. Används ofta för att mäta formförändringen hos bergsgrottor.
Kriticitet	Med kriticitet avses ett tillstånd där uppkomsten och förlusten av neutroner som uppstår vid fission och upprätthåller en kedjereaktion ligger i balans på så sätt att kedjereaktionen hålls jämn.
Kriticitetssäkerhet	Kriticitetssäkerhet avser de metoder och begränsningar som används för att hantera kriticiteten i en kärnreaktor och förhindra överkriticitet. Avsikten är att förhindra oavsedd kriticitet eller uppkomsten av geometrisk ordning för överkriticitet.
Torrсило	En konstruktion som finns i golvet i reaktorhallen och som utgörs av 153 stålrör. I stålrören i torrsilon lagras medelaktivt torrt avfall såsom urbruktagna mellanstänger för styrstavarna.
Hanteringsutrymmen för torrt avfall	Utrymmen vid Lovisa kraftverk där man behandlar och förpackar annat radioaktivt avfall än vätskeformigt radioaktivt avfall.
Använt kärnbränsle	Kärnbränsle som tagits ur kärnreaktorn efter användning. Använt kärnbränsle innehåller fissionsprodukter och är starkt strålände.

Mellanlager för använt kärnbränsle	Vattenbassänglager på Lovisa kraftverksområde där man lagrar högaktivt använt kärnbränsle som tagits ur reaktorn. Mellanlagret består av två vattenbassänglager, KPA1 och KPA2. Från mellanlagret transporteras det använda kärnbränslet till Posiva för inkapsling och slutförvaring.
Avveckling	Nedmontering av en slutgiltigt stängd kärnanläggning så att de radioaktiva ämnen som härstammar från den nedmonterade anläggningen inte kräver några särskilda åtgärder på anläggningsplatsen. Till avvecklingen hör också behandling, mellanlagring och slutförvaring av låg- och medelaktivt avfall (avvecklingsavfall) som uppstår vid rivningen. Dessutom kan vanligt rivningsavfall uppstå vid avvecklingen.
Avvecklingsavfall	Avfall med olika grader av radioaktivitet som uppkommer vid avveckling av ett kraftverk eller andra kärnanläggningar och som slutförvaras i slutförvaret för LOMA. Se rivningsavfall.
LAeq	Genomsnittlig ljudnivå under en viss tidsperiod. Används för att uppskatta intensiteten på varierande buller.
Litoral	Strandzon.
Slutförvaring	Permanent förvaring av radioaktivt avfall så att förvaringsplatsen inte behöver övervakas och avfallet inte utgör en fara för människor eller miljö.
Slutförvarsanläggning	Kärnanläggning som är avsedd för slutförvaring av radioaktivt avfall. T.ex. slutförvar för LOMA.
Slutförvarshall	Hall i en slutförvarsanläggning, där man lagrar/slutförvarar radioaktivt avfall. I slutförvaret för LOMA i Lovisa är slutförvarshallar till exempel hallar för serviceavfall och hall för solidifierat avfall.
Lovisa kärnkraftverk/kraftverk	Kärnkraftverket och tillhörande verksamhet på Hästholmen i Lovisa.
Mansievert (manSv)	Enhet för kollektiv stråldos.
Lågaktivt avfall	Kärnavfall med så låg aktivitet att det kan hanteras utan några särskilda strålskyddsarrangemang. Avfallets aktivitetshalt är i regel högst 1 MBq/kg. Lågaktivt avfall uppstår såväl när kraftverket är i drift som under avvecklingen.
Millisievert (mSv)	Tusendel av stråldosenheten sievert (se sievert).
MW	MW eller megawatt. Watt är enheten för effekt och strålningsflöde i SI-systemet. 1 MW = 1 000 000 W.
Natura 2000	Europeiska unionens program för skyddsområden och vars syfte är att skydda kärnområdena för arter och naturtyper enligt habitat- och fågeldirektiven.
Lager för vätskeformigt avfall	Utrymme i Lovisa kraftverk där man lagrar vätskeformigt radioaktivt avfall.
Tryckvattenreaktor	En typ av lättvattenreaktor där vatten används som kylmedel och moderator i reaktorn. Trycket på vattnet hålls så högt att det inte kokar trots hög temperatur. Vattnet som passerar reaktorhärden avger värme via separata ånggeneratorer till vattnet i sekundärkretsen, där vattnet förångas och leds vidare för att driva kraftverkets turbin.
Långtidssäkerhet	Säkerheten av slutförvaringen av radioaktivt avfall med tanke på strålningsexponering för människa och miljö efter att slutförvarsanläggningen har förslutits. Beroende på aktiviteten i avfallet är bedömningstiden från hundratals upp till hundratusentals år.
Säkerhetsbevisning för långtidssäkerheten	En helhet av handlingar med vilken man påvisar att kraven beträffande långtidssäkerheten vid slutförvaring av kärnavfall uppfylls.
Bränslets integritet	En situation där en bränslestav hålls hel och radioaktivt ämne inte frigörs från dess innanmäte. Med bränsleskada avses en situation där en bränslestav förlorar sin täthet (integritet).
PRA	Probabilistic Risk Assessment (PRA), sannolikhetsbaserad riskanalys
Primärkrets	Kylkrets som används för att föra bort värme från en energikälla såsom reaktorhärden.
Processavloppsvatten	Avloppsvatten som uppstår i kraftverkets processer.
Rivningsavfall	Allmän term för avfall som uppstår i samband med avveckling och rivning av en kärnanläggning. Rivningsavfallet omfattar både radioaktivt avvecklingsavfall och vanligt icke-radioaktivt avfall.

Radioaktivt ämne	Ämne som sonderfaller av sig självt till andra ämnen och samtidigt avger joniserande strålning.
Radioaktivt avfall	Med radioaktivt avfall avses radioaktiva ämnen samt anordningar, saker eller ämnen som är förorenade av radioaktiva ämnen och som det inte finns någon användning för och måste oskadliggöras på grund av sin radioaktivitet.
Reaktortryckkärl	En tank som tål tryck från insidan och i vilken reaktorn finns.
SAC	Ett område för speciella skyddsåtgärder i Natura 2000-programmet. (Special Area of Conservation.)
SCI	Ett område som gemenskapen anser att är viktigt med anknytning till Natura 2000-programmet. (Sites of community importance.)
Sekundärkrets	Kylkrets som för bort värme från primärkretsen.
Sievert (Sv)	Stråldosenhet som anger strålningens hälsofarlighet. Multiplar är till exempel millisievert (mSv), som är en tusendels sievert, och mikrosievert (µSv), som är en miljondels sievert.
SPA	Ett särskilt skyddsområde enligt fågeldirektivet som har anknytning till Natura 2000-programmet. (Special Protection Area.)
STUK	Strålsäkerhetscentralen. Myndighet som övervakar säkerheten, forskningsanstalt och expertorganisation i Finland.
Styrstav Absorbator för styrstav Mellanstång för styrstav	Styrstav: En rörlig komponent som finns i reaktorhärden mellan bränsleknippen eller -stavar. Används för att reglera reaktiviteten i härden. Styrstavarnas reglerande förmåga baseras på deras neutronabsorberande egenskap. I regel har styrstavarna grupperats i reaktorn i styrstavar som används för snabbstopp och stavar som används för reglering när reaktorn är i drift. I stora reaktorer delas de reglerande stavarna ytterligare upp i flera grupper som deltar i regleringen på olika sätt. Absorbator (neutronabsorbator): Medium eller stycke som absorberar fria neutroner. Styrstavarna är neutronabsorbatorer och när de skjuts in i reaktorhärden minskar reaktiviteten. I VVER-440-reaktorn består styrstavarna av en med mellanstång sammanlänkad absorbatordel och en bränsleförlängning ovanpå vilken absorbatorn finns. Absorbatorns uppgift är att absorbera neutroner och därigenom minska reaktiviteten när styrstavens absorbatordel är inskjuten i reaktorhärden.
Sanitärt avloppsvatten	Avloppsvatten som härrör från vattenklosetter, kök, tvätttrum och motsvarande rum och anordningar i bostäder, kontor, byggnader och anläggningar samt från näringsverksamhet.
Eftersträvad dosrestriktion	En kärnanläggning ska tillämpa dosgränser som är mindre än de som anges i statsrådets förordning om joniserande strålning.
ANM	Arbets- och näringsministeriet. Kontaktmyndighet för förfarandet vid miljökonsekvensbedömning.
Termoklin	Temperatursprångskikt inom vilket vattentemperaturen sjunker snabbt.
Terabecquerel	Enheten för radioaktivitet, se becquerel.
Transuraner	Transuraner är ämnen som är tyngre än uran och som uppkommer bl.a. när U-238 kapar neutroner. I normala situationer hålls de inuti bränslestavens skyddsskal men vid bränsleläckage kan transuraner frigöras till systemen på anläggningen.
TWh	Terawattimme. Energienhet som används för att uttrycka mängden producerad energi, el och värme.
Farligt avfall	Farligt avfall är ett ämne eller föremål som inte längre används och som kan orsaka särskild fara eller olägenhet för hälsan eller miljön. Farligt avfall är till exempel energisparlampor och andra lysrör. Kallades tidigare för problemavfall.
Friklassning (befrielse från tillsyn)	Om aktiviteten i det avfall som uppstår på det kontrollerade området inte överskrider de aktivitetsgränser som fastställts av myndigheten, kan avfallet friklassas. Friklassat avfall kan behandlas som vanligt avfall.
Kontrollerat område	Med kontrollerat område avses ett arbetsområde, där man måste följa särskilda skyddsanvisningar för att skydda sig mot strålning och till vilket tillträdet kontrolleras. Det kontrollerade området ska åtminstone omfatta de rum i anläggningen, där den externa dosraten kan överskrida 3 µSv/h eller där 40 timmars vistelse per vecka kan orsaka en intern stråldos på över 1 mSv per år från radionuklider som härstammar från kärnanläggningen. (YVL C.2)

Friklassningsnivå	Gränsvärde som uttrycks som aktivitetshalt och om man ligger på eller under den nivån kan material som härstammar från tillståndspliktig verksamhet friklassas från övervakningen.
Barriär	Teknisk eller naturlig konstruktion eller material som används för att åstadkomma säkerhetsfunktioner för långtidssäkerheten, det vill säga för att förhindra att radioaktiva ämnen frigörs i miljön.
Slutförvar för LOMA	Slutförvarsanläggning för låg- och medelaktivt avfall vid Lovisa kraftverk. Förkortningen LOMA står för låg- och medelaktivt avfall. LOMA är en föråldrad term och numera används termen driftavfall.
Kraftverksområde	Ett område som kärnkraftverksenheter samt andra kärnanläggningar som är belägna inom samma område använder och som omger anläggningen och där rätten att färdas och vistas inom området har begränsats genom en förordning som utfärdats av inrikesministeriet med stöd av 9 kap. 8 § i polislagen (872/2011) (STUK Y/2/2018). Lovisa kraftverksområde omfattar öarna Hästholmen och Tallholmen samt det närliggande havsområdet, bron över Kirmosund och entrébyggnaden.
VTT	Teknologiska forskningscentralen VTT Ab
Infiltrerat vatten	Grundvatten som samlas i tunnlar eller schakt som byggts eller schaktats i berggrunden. Vid Lovisa kraftverk samlas infiltrerat vatten i slutförvaret för LOMA.
WANO	World Association of Nuclear Operator (WANO), världsförbundet för kärnkraftverksanvändare.
Weser	Den så kallade Weserdomen (C-461/13) är EU-domstolens beslut som an knyter till floden Weser i Tyskland och i vilken domstolen avgjorde att miljömålen för vattenvården är rättsligt bindande i den tillståndsprövning som rör projekten. Enligt Weserdomen får tillstånd inte beviljas ett projekt om följden av projektet är att statusen i en ytvattenförekomst kan försämras.
Kärnämne	Särskilda klyvbara material och atområbränslen, såsom uran, torium och plutonium, som lämpar sig för utvinning av kärnenergi.
Kärnavfall	Allmän benämning för radioaktivt avfall som uppkommer vid användningen eller avvecklingen av en kärnanläggning eller som en följd av dessa. Kärnavfallet är låg- eller medelaktivt avfall eller högaktivt använt kärnbränsle.
Kärnanläggning	Med kärnanläggning avses anläggningar för utvinning av kärnenergi, forskningsreaktorer medräknade, anläggningar för slutförvaring av kärnavfall i stor skala samt anläggningar som brukas för tillverkning, produktion, användning, behandling eller lagring av kärnämne eller kärnavfall i stor skala. Vid Lovisa kärnkraftverk bildar exempelvis de anläggningsdelar som blir självständiga när kraftverksenheterna har avvecklats en kärnanläggning.
Driftavfall	Låg- och medelaktivt avfall som uppkommer under driften av en kärnanläggning, till exempel ett kärnkraftverk. Driftavfall uppkommer bland annat vid behandlingen av radioaktiva vätskor och gaser samt vid service och reparationer på det kontrollerade området.
Kärnbränsle	Uran (eller plutonium) som är avsett att användas i reaktorn i ett kärnkraftverk. Kärnbränslet förbränns inte i det avseendet att det skulle förenas med syre (liksom vid förbränning av kol eller trä), utan det alstrar värme då urankärnorna klyvs i en kedjereaktion. "Förbränningsprodukterna" är isotoper av lättare grundämnen som uppstår i kedjereaktionen. De flesta av dem är radioaktiva. I det kärnbränsle som används på Lovisa kraftverk är uranet i formen urandioxid (UO2).
Kärnkraftverk	Med kärnkraftverk avses en kärnanläggning som är avsedd för produktion av el eller värme och är försedd med en kärnreaktor eller en anläggningshelhet som utgörs av flera kärnkraftverksenheter och i anslutning till dem andra kärnanläggningar vilka är förlagda till samma anläggningsplats. Ett kärnkraftverk består av en eller flera kärnkraftverksenheter. Var och en av enheterna har en reaktor samt en eller två turbiner och generatorer.
Kärnkraftverksenhet/ kraftverksenhet enhet	Lovisa kraftverk består av två kärnkraftverksenheter, Lovisa 1 och Lovisa 2.
Kontaktmyndighet	Kontaktmyndighet för detta MKB-förfarande är arbets- och näringsministeriet (ANM).
MM	Miljöministeriet. Kontaktmyndighet i Finland för det internationella samrådet.
MKB	Miljökonsekvensbedömning
YVL-direktiv	Kärnsäkerhetsdirektiv, myndighetsdirektiv publicerade av Strålsäkerhetscentralen. I dem beskrivs detaljerade säkerhetskrav som gäller användningen av kärnenergi.

BILAGA 1

Sakkunniga i anknytning till MKB-programmet

Miljökonsekvensbeskrivningen har utarbetats av Ramboll Finland Ab tillsammans med den projektansvarige, Fortum Power and Heat Oy. Följande sakkunniga har deltagit i utarbetandet av beskrivningen:

Sakkunnig	Uppgifter och kompetens
Antti Lepola Projektledare	AFM (skogsbruksplanering) Lepola har 30 års erfarenhet av miljöforskning och planering. Hans kärnkompetensområde är miljökonsekvensbedömning (MKB), vatten-, miljö- och kemikalietillståndsansökningar och tillhörande utredningar. Lepola har stor erfarenhet av miljökonsultering inom energiproduktionen och miljökonsekvenser inom industrin. Lepola har deltagit i mer än 70 MKB-förfaranden och varit projektchef i mer än 30 MKB-förfaranden.
Anna-Katri Räihä MKB-projektchef och sakkunnig (underkonsult)	AFM (miljöekonomi) Räihä har mer än 10 års erfarenhet av miljökonsultering och projektledning för miljöprojekt inom olika industrinäringar. Hennes kärnkompetens är miljökonsekvensbedömningar, internationellt samråd vid MKB, miljölagstiftning och beräkningar av växthusgasutsläpp. Räihä har varit projektchef och projektkoordinator för flera omfattande MKB-förfaranden samt varit miljö-sakkunnig i flera miljökonsekvensbedömningar (bl.a. växthusgasutsläpp och klimatpåverkan, trafikkonsekvenser, konsekvenser vid utnyttjande av naturresurser). Hennes specialkompetens inom MKB omfattar också olika delområden inom kommunikation och intressentdialog.
Sanna Sopanen MKB-koordinator, ytvatten	FD (akvatisk ekologi) Sopanen har en omfattande sakkunskap om utredningar om ytvattenkvalitet och vattenmiljö sedan 20 år tillbaka. Hon har specialkompetens inom interaktion i vattenkosystem och faktorer som påverkar detta både i inlandsvatten och i havsområden. Sopanen har deltagit i ett flertal miljökonsekvensbedömningar (MKB), tillstånds- och planläggningsprojekt, naturutredningar, Naturbedömningar och olika vattenutredningar som sakkunnig på konsekvenser för vattendrag.
Mikko Happonen hälsoeffekter	FD (miljöhälsa), docent (toxikologi inom förbränningsutsläpp) Till Happonens befattningsbeskrivning hör sakkunniguppgifter inom luftkvalitet samt utvecklingsuppgifter inom luftkvalitets- och hälsovårdstjänster. Till uppgifterna hör också experttjänster inom miljö- och hälsovårdssektorn och rapportering av dessa, i anknytning till luftkvalitet, luftutsläpp eller andra miljö- och hälsokonsekvenser.
Anne Kiljunen luftkvalitet	FM (oorganisk och analytisk kemi) Kiljunen fungerar som miljöexpert och har sju års erfarenhet av olika uppgifter som miljöexpert på luftkvalitet. Hon har erfarenhet av fältarbete, rapportering av mätningar, upprättande av miljö-tillståndsansökningar och miljökonsekvensbedömningar.
Kirsi Koivisto vibrationer	DI (grundläggning och jordmekanik) Koivisto har i mer än tio år arbetat med vibrationsutredningar och -undersökningar. Hon har bred erfarenhet av de metoder som används i Finland för att dämpa trafikvibrationer och av olika vibrationsutredningar. Koivistos specialområde är planering, forskning och utveckling av dämpningsmetoder samt bedömning av vibrationskonsekvenser.
Heini Koutonen Utsläpp av växthusgaser	AFM (miljöekonomi) Koutonen verkar som miljökonsult i mångsidiga projekt som rör bedömningen av konsekvenserna för klimatet, utsläppskalkyler, livscykelbedömningar och materialflödesanalyser. Hon är insatt i framför allt beräkning av utsläpp av växthusgaser och kolsänkor och har i sina tidigare arbeten utarbetat vägkartor för koldioxidneutralitet, bedömningar av klimatkonsekvenser och utsläppskalkyler på såväl produktnivå, företagsnivå, projektnivå som på regional nivå.
Timo Laitinen landskap och markanvändning	SVM (samhällsgeografi) Laitinen har drygt sex års erfarenhet av MKB-förfaranden och tillhörande konsekvensbedömningar. Laitinen har deltagit i cirka 30 MKB-förfaranden som konsekvensbedömare (landskap och kulturmiljö, markanvändning och planläggning) och har fungerat som koordinator i tio MKB-förfaranden.
Otso Lintinen fiskfauna och fiske	AFM (fiskeri) Lintinen fungerar som projektchef i olika vattenforskningsprojekt. Lintinen har 11 års erfarenhet av motsvarande uppgifter. Hans specialområde är fiskeriundersökningar.

Sakkunnig	Uppgifter och kompetens
Timo Metsänen fågelfauna (underkonsult)	Miljöplanerare (YH), specialyrkesexamen för kartläggare av naturen Metsänen har över 20 års erfarenhet av olika fågelutredningar. Han är Ramboll Finlands underkonsult (firma Luontoselvitys Metsänen) i projektet.
Juho Mäkelä avfallshantering	Ing. YH (miljöteknik) Mäkelä har över 5 års erfarenhet av arbetsuppgifter inom materialeffektivitet, avfallshantering och markbyggnad. Han är planerare i projekt som gäller återanvändning av material. Dessutom har han varit oberoende kvalitetsgranskare för markbyggnadsobjekt som behöver miljötillstånd.
Jussi Mäkinen natur och fågelfauna	FM (humanekologi) Mäkinen har 16 års arbetserfarenhet av koordinering av naturvärden med markanvändningsplanering i samband med olika planläggnings- och byggprojekt. Mäkinen är specialiserad på konsekvensbedömningar i projekt med betydande miljökonsekvenser samt på utarbetande av behövliga natur- och miljöutredningar. Mäkinen hör till Finlands ledande experter i frågor som gäller Natura 2000-nätverket (bedömningar, undantagsförfaranden). Andra specialkompetensområden som han har är utredningar av ekologiska nätverk, ekologisk kompensation, ansökningar om undantag enligt naturvårdslagen samt olika artutredningar, särskilt fågelutredningar.
Ville Mäntylä rivningsverksamhet	Byggnadsritare Mäntylä fungerar som projektchef och expert på skadliga ämnen i byggprojekt. Han har 18 års erfarenhet av sådana uppgifter. Hans specialområde är rivningskonsultation samt kartläggningar av asbest och skadliga ämnen.
Pekka Onnila grundvatten, jordmån och berggrund	FM (markgeologi) Onnila har mångsidig erfarenhet av bedömningar av grundvattenrisker och -konsekvenser, bl.a. i anknytning till MKB-projekt, planläggning och miljötillstånd. Onnila ansvarar dessutom för grundvattenkontroller i anknytning till flera olika verksamheter och markanvändningsformer.
Venla Pesonen sociala konsekvenser	FM (miljövetenskap), Ing. YH (miljöteknik) Pesonen fungerar som interaktionsplanerare i interaktionsteamet i markanvändningsenheten. Hon har flera års mångsidig erfarenhet av bedömningar av konsekvenser för människor, planering och genomförande av intressentsamarbete, underlättande av evenemang samt metoder för interaktiv insamling av information, analysering och rapportering i diverse projekt.
Arttu Ruhanen buller	Ing. YH (miljöteknik) Ruhanen har över tio års erfarenhet av miljöutredningar. Varje år deltar han som planerare eller projektchef i flera tiotals bullerutredningar. Inom buller fokuserar Ruhanens specialkompetens på bullerutredningar inom industri, stenmaterial och vindkraft samt på olika bullermätningar.
Tiina Sainio Trafik	DI (byggnadsteknik) Sainio har över fem års erfarenhet av trafikutredningar. Hon arbetar som huvudplanerare i olika projekt med trafikutredningar och trafikplanering. Till Sainios specialkompetens hör trafiksäkerhet och trafikplanering för gator och olika industri- och serviceobjekt.
Heikki Savikko Regional ekonomi	DI (materialteknik, industriell ekonomi) Savikko har erfarenhet av konsekvens- och effektivitetsbedömning, modellering av ekonomiska effekter, material- och resurseffektivitet samt arbeten som är förknippade med livscykelbedömning. Han har bland annat modellerat penning-, resurs- och materialflöden på nationell och regional nivå och på företagsnivå, bildat kopplingar mellan resursflöden och miljö- och ekonomidata samt varit med och utvecklat mätpunkter och bedömningsmetoder för resurseffektivitet och resursvishet.

I utarbetandet av MKB-beskrivningen har dessutom följande sakkunniga från Fortum Power and Heat Oy deltagit:

Sakkunnig	Uppgifter och kompetens
Jarkko Ahokas	DI (energiteknik) Kärnsäkerhet
Nici Bergroth	DI (processteknik) Kärnteknik och -säkerhet
Tapani Eurajoki	DI (kärn- och energiteknik) Kärnavfall, långtidssäkerhet, externt avfall
Mika Harti	DI (energiteknik) Kärnsäkerhet
Juha-Pekka Jurvanen	FM (meteorologi) Beredskapsverksamhet, kylvattenspridning
Matti Kaisanlahti	DI (energiteknik) Externt avfall
Laura Kekkonen	DI (kärnteknik) Anskaffning av kärnbränsle, använt kärnbränsle
Pasi Kelokaski	FM (radiokemi) Avveckling av kraftverket
Markku Lahti	TD (vattenhushållning och hydrologi) Hydrologi och miljökonsekvenser, kylvattenmodellering
Jesse Lavonen	Ing. YH (energi- och miljöteknik) Avveckling av kraftverket, externt avfall
Maria Leikola	TD (materialteknik) Avveckling av kraftverket
Joni Niiranen	Ing. YH (miljöteknik) EHS-expert vid Lovisa kraftverk. Kraftverkets miljöaspekter
Satu Ojala	FM (limnologi) Aspekter som gäller vattendragen vid kraftverket
Maiju Paunonen	Ing. YH (miljöteknik) Använt kärnbränsle; lagring och slutförvaring
Anu Ropponen	DI (miljöteknik) Kraftverkets miljöaspekter
Tommi Ropponen	FT (fysik) Strålsäkerhet, olycksituationer
Teemu Seitomaa	DI (energiteknik) Avveckling av kraftverket

BILAGA 2

Arbets- och näringsministeriets utlåtande om programmet för bedömning av miljökonsekvenserna av kärnkraftverket i Lovisa

Fortum Power and Heat Oy tillställde den 13 augusti 2020 arbets- och näringsministeriet ett miljökonsekvensbedömningsprogram (MKB-program) enligt lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (252/2017). Bedömningsprogrammet gäller fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa i högst cirka 20 år efter att gällande drifttillstånd upphört att gälla, varefter avsikten är att avveckla kärnkraftverket. Ett annat alternativ är avveckling av kraftverket i Lovisa när de nuvarande drifttillstånden upphört att gälla.

1. Förfarandet vid miljökonsekvensbedömning och uppgifter om projektet

Syftet med lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (MKB-förfarandet) är att främja miljökonsekvensbedömningen och ett enhetligt beaktande av bedömningen vid planering och beslutsfattande samt samtidigt öka tillgången till information och möjligheterna att delta.

MKB-programmet är den projektansvariges plan för de utredningar som behövs och ordnandet av bedömningsförfarandet för bedömning av miljökonsekvenserna. Programmet innehåller en beskrivning av projektet, möjliga alternativ samt en utredning om miljöns aktuella tillstånd. I 3 § i statsrådets förordning om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (277/2017, MKB-förordningen) finns bestämmelser om programmets innehåll och de uppgifter som ska ingå.

I nästa skede av MKB-förfarandet sammanställer den projektansvarige en miljökonsekvensbeskrivning utifrån MKB-programmet och kontaktmyndighetens utlåtande om det. Kontaktmyndigheten delger miljökonsekvensbeskrivningen genom offentlig kungörelse, informerar om beskrivningen i åtminstone en tidning med allmän spridning inom projektets influensområde, begär utlåtanden om beskrivningen och erbjuder möjlighet att framföra åsikter. När kontaktmyndigheten har granskat att miljökonsekvensbeskrivningen är tillräcklig och uppfyller kvalitetskraven utarbetar myndigheten en motiverad slutsats om projektets betydande miljökonsekvenser och delger den genom en offentlig kungörelse. Miljökonsekvensbeskrivningen och den motiverade slutsatsen ska fogas till eventuella tillståndsansökningar som berör projektet enligt kärnenergilagen (990/1987).

Enligt 10 § i MKB-lagen är arbets- och näringsministeriet kontaktmyndighet i projekt som gäller kärnanläggningar som avses i kärnenergilagen.

1.1 PROJEKTANSVARIG

Projektansvarig är Fortum Power and Heat Oy (Fortum). Ramboll Finland Oy har varit Fortum Power and Heat Oy:s konsult för miljökonsekvensbedömningen.

1.2 PROJEKTET OCH DESS ALTERNATIV

Bedömningsprogrammet gäller fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa och alternativt avveckling av kärnkraftverket. De nuvarande drifttillstånden för kraftverksenheterna Lovisa 1 och Lovisa 2 samt de byggnader och förråd som behövs med tanke på kärnbränsleförsörjningen och kärnavfallshanteringen upphör 2027 och 2030. Programmet behandlar också användningen av slutförvaringsanläggningen för låg- och medelaktivt kärnavfall (slutförvaret för LOMA). Det nuvarande drifttillståndet för slutförvaret för LOMA upphör att gälla 2055. I programmet bedöms tre olika alternativ för fortsatt verksamhet.

Enligt alternativ 1 (ALT1) ska bolaget fortsätta driften av kraftverksenheterna Lovisa 1 och 2 i högst cirka 20 år efter att de nuvarande drifttillstånden upphört att gälla. Också driften av de byggnader och förråd som behövs med tanke på kärnbränsleförsörjningen och kärnavfallshanteringen i kärnkraftverksenheterna Lovisa 1 och 2 fortsätter med behövliga utvidgningar. Kärnkraftverket ska dessutom ha möjlighet att hantera, mellanlagra och slutförvara även små mängder radioaktivt kärnavfall som uppkommit någon annanstans i Finland.

Enligt alternativ 0 (ALTO) ska kärnkraftverket avvecklas när de nuvarande tillståndsperioderna har gått ut. Driften av de byggnader och förråd som behövs med tanke på kärnbränsleförsörjningen och kärnavfallshanteringen vid kärnkraftsenheterna ska fortsätta tills de blir onödiga och kan tas ur drift.

Alternativ 0+ (ALTO+) är i övrigt detsamma som i alternativ 0, men kärnkraftverket ska dessutom ha möjlighet att hantera, mellanlagra och slutförvara även små mängder radioaktivt kärnavfall som uppkommit någon annanstans i Finland.

1.3 PROJEKTETS ANKNYTNING TILL ANDRA PROJEKT

Enligt bedömningsprogrammet har projektet inte direkt anknytning till andra projekt som just nu pågår eller planerats för kraftverksområdet i Lovisa.

Det använda kärnbränslet från kraftverket i Lovisa ska enligt planerna slutförvaras vid Posiva Oy:s slutförvaringsanläggning för använt kärnbränsle i Olkiluoto. Projektet påverkar alltså Posiva Oy:s slutförvaringsanläggning för använt kärnbränsle och mängden använt kärnbränsle som kan förvaras där.

I bedömningsförfarandet granskas alternativ som omfattar möjligheten att hantera, mellanagra och slutförvara även små mängder radioaktivt kärnavfall som uppkommit någon annanstans i Finland. Projektet har alltså också anknytning till pågående projekt på andra håll i Finland, främst inom industrin, hälsovården och vid forskningsinstitut, där ovan nämnda låg- och medelaktiva kärnavfall uppkommer.

Projektet anknyter också till Teknologiska forskningscentralen VTT Ab:s projekt för avveckling av forskningsreaktorn FIR 1 samt nedläggningen av forskningslaboratoriet för radioaktiva konstruktionsmaterial på Otsvängen 3 (OK3). I bedömningsförfarandet har också beaktats möjligheten att mellanagra låg- och medelaktivt kärnavfall som uppkommit i samband med avvecklingsprojekten vid kärnkraftverket i Lovisa och slutförvara avfallet i slutförvaret för LOMA.

I förfarandet ingår dessutom beredskap för mellanlagring av använt och oanvänt kärnbränsle från forskningsreaktorn FIR 1 vid kärnkraftverket i Lovisa. Mellanlagringen fortsätter enligt planen till dess att VTT går vidare med beredningen av kärnbränslets fortsatta användning.

Projektet kan anknyta till olika planer och program för användningen av naturresurser och miljövård, såsom nationella målprogram och internationella åtaganden.

I programmet konstateras att projektet i framtiden kan inverka på den fortsatta användningen av de befintliga kraftledningarna samt på ett eventuellt utnyttjande av den värmeenergi (spillvärme) som anläggningen producerar. Dessa verkningar har inte granskats i det aktuella bedömningsförfarandet.

2. Tillståndsförfaranden

Driften och avvecklingen av en kärnanläggning förutsätter tillstånd enligt kärnenergilagen. Tillstånden beviljas av statsrådet. Projektet kan också förutsätta andra tillstånd enligt 21 § i kärnenergilagen. Dessa tillstånd beviljas av Strålsäkerhetscentralen.

De nuvarande drifttillstånden för kraftverksenheterna i kraftverket i Lovisa upphör att gälla 2027 (Lovisa 1) och 2030 (Lovisa 2). Drifttillstånden för de byggnader och förråd som hör till kärnkraftverksenheterna och som behövs med tanke

på kärnbränsleförsörjningen och kärnavfallshanteringen samt deras utvidgningar upphör att gälla 2030. Det nuvarande drifttillståndet för slutförvaringsanläggningen för kraftverksavfall (slutförvaret för LOMA) upphör att gälla 2055.

Om den projektansvarige vill fortsätta driften av kärnkraftverksenheterna behövs nya drifttillstånd för kraftverksenheterna. I annat fall måste den projektansvarige ansöka om avvecklingstillstånd för kärnanläggningen. Om den projektansvarige vill använda slutförvaret för LOMA längre än det nuvarande tillståndet tillåter krävs också för detta en ansökan om ett nytt drifttillstånd. Eftersom slutförvaret för LOMA har en längre drifttillståndsperiod än kärnkraftverksenheterna är det praktiskt att det kräver ett separat tillståndsbeslut.

Andra tillstånd som behandlats i bedömningsprogrammet är tillstånd enligt markanvändnings- och bygglagen (132/1999), miljötillstånd enligt miljöskyddslagen (527/2014), tillstånd för bruksvattentäkt enligt vattenlagen (587/2011) samt tillstånd enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005). Även olika anmälningsskyldigheter är förknippade med ovan nämnda lagar.

Den gällande detaljplanen för området möjliggör genomförandet av de alternativ som lagts fram i bedömningsprogrammet.

2.1 MILJÖKONSEKVENSBEDÖMNING

Fortum Power and Heat Oy tillställde arbets- och näringsministeriet bedömningsprogrammet den 13 augusti 2020. MKB-förfarandet inleddes när bedömningsprogrammet lämnades till ministeriet.

Fortum Power and Heat Oy sammanställer en miljökonsekvensbeskrivning utifrån MKB-programmet och kontaktmyndighetens utlåtande om det. Bolaget uppskattar att beskrivningen kommer att tillställas kontaktmyndigheten hösten 2021.

På projektet tillämpas också förfarandet för gränsöverskridande bedömning av eventuella gränsöverskridande miljökonsekvenser. I detta förfarande ges stater som omfattas av Esbokonventionen (67/1997) möjlighet att delta i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Miljöministeriet svarar för arrangemangen kring det internationella samrådet.

2.2 DRIFTTILLSTÅND

För att driva kärnkraftverksenheterna och de byggnader och förråd som behövs med tanke på kärnbränsleförsörjningen och kärnavfallshanteringen samt för att använda slutförvaret för LOMA krävs drifttillstånd som beviljas av statsrådet. Bestämmelser om dessa finns i 20 § i kärnenergilagen.

Tillstånd att driva en kärnanläggning kräver att anläggningen och driften av den uppfyller säkerhetskraven enligt kärnenergilagen, att de anställdas och befolkningens säkerhet samt miljöskyddet har beaktats på behörigt sätt.

Den sökande ska förfoga över tillräckliga och ändamålsenliga metoder för ordnandet av kärnavfallshanteringen samt behövlig sakkunskap. Den sökande bedöms ha ekonomiska och andra nödvändiga förutsättningar att driva verksamheten på ett säkert sätt och i enlighet med Finlands internationella avtalsförpliktelser. Dessutom ska kärnanläggningen och driften av den uppfylla bland annat principen om förenlighet med samhällets helhetsintresse.

2.3 AVVECKLINGSTILLSTÅND

När innehavaren av ett drifttillstånd enligt 20 § i kärnenergilagen har avslutat driften av en kärnanläggning ska denne inleda åtgärder för avveckling av anläggningen. Avvecklingen av anläggningen sker i enlighet med den avvecklingsplan och de krav som avses i 7 g § i kärnenergilagen. Dessutom ska innehavaren av drifttillståndet ansöka om tillstånd att avveckla kärnanläggningen. Tillstånd ska sökas i tillräckligt god tid, så att myndigheterna har tillräckligt med tid till sitt förfogande för prövning av ansökan innan kärnanläggningens drifttillstånd upphör att gälla. Två alternativa tidpunkter för avvecklingen läggs fram i bedömningsprogrammet. Enligt alternativ 1 ska anläggningen avvecklas 2050–2060. Enligt alternativ 0 och 0+ ska anläggningen avvecklas redan 2030–2040.

Tillstånd att avveckla en kärnanläggning kräver bland annat att den uppfyller säkerhetskraven enligt kärnenergilagen, att de anställdas och befolkningens säkerhet samt miljöskyddet har beaktats på behörigt sätt.

3. Information om bedömningsprogrammet och samråd

Arbets- och näringsministeriet informerade om bedömningsprogrammet enligt bestämmelserna i MKB-lagen och -förordningen inom projektets influensområden och ordnade samråd i frågan.

Samrådet kungjordes från och med den 27 augusti 2020 på ministeriets webbplats och webbplatserna för kommunerna inom influensområdet samt i följande tidningar: Helsingin Sanomat, Hufvudstadsbladet, Kymen Sanomat, Loviisan Sanomat, Uusimaa, Itäväylä, Östnyland och Nya Östis. MKB-programmet fanns till påseende mellan den 27 augusti och den 26 oktober 2020 på arbets- och näringsministeriets webbplats.

Tillsammans med den projektansvarige ordnade ministeriet ett möte för allmänheten i Lovisa den 3 september 2020. Sex personer var på plats under mötet för allmänheten och ytterligare cirka 50 personer deltog online.

Arbets- och näringsministeriet bad följande instanser om utlåtanden om bedömningsprogrammet: miljöministeriet, inrikesministeriet, försvarsministeriet, jord- och skogsbruks-

ministeriet, kommunikationsministeriet, social- och hälsovårdsministeriet, finansministeriet, Strålsäkerhetscentralen, Regionförvaltningsverket i Södra Finland, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland, Nylands förbund, Säkerhets- och kemikalieverket Tukes, Finlands miljöcentral, Östra Nylands räddningsverk, polisinspektionen i Östra Nyland, Lovisa stad, Mörskom kommun, Pyttis kommun, Borgå stad, Lapträsk kommun, Kouvola stad, AKAVA ry, Finlands Näringsliv rf, Finsk Energiindustri rf, Geologiska forskningscentralen, Greenpeace, Fennovoima Abp, Fingrid Oyj, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Museiverket, Natur och Miljö rf, Posiva Oy, Teknologiska forskningscentralen VTT Ab, Industrins Kraft Abp, Tjänstemannacentralorganisationen STTK rf, Finlands naturskyddsförbund rf, Företagarna i Finland rf, Finlands Fackförbunds Centralorganisation FFC rf och WWF Finland.

Utöver dessa har också andra instanser och medborgare haft möjlighet att framföra sin åsikt om projektet. De utlåtanden som begärdes och de åsikter som framfördes om MKB-programmet behandlas i en sammanfattning i punkt 4.

I en åtgärdsbegäran som arbets- och näringsministeriet skickade till miljöministeriet den 25 augusti 2020 ombads miljöministeriet ordna ett internationellt samråd enligt Esbokonventionen i anslutning till MKB-förfarandet för kärnkraftverket i Lovisa samt vidarebefordra erhållen respons till MKB-kontaktmyndigheten (ANM) för beaktande i utlåtandet om MKB-programmet.

I enlighet med konventionen skickade miljöministeriet underrättelser (notifikationer) om projektet med tillhörande material till Sverige, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tyskland, Danmark, Norge och Ryssland den 27 augusti 2020. Alla andra parter i Esbokonventionen informerades också om projektets MKB-förfarande. Österrike och Holland svarade att de önskade få en notifikation enligt Esbokonventionen. Notifikationer har skickats till båda länderna.

Kungörelsen, MKB-programmet samt de utlåtanden och åsikter som lämnats in finns på arbets- och näringsministeriets webbplats på <https://tem.fi/sv/lovisa-1-och-2-mkb-programmet>.

4. Sammanfattning av utlåtanden och åsikter

Ministeriet fick totalt 39 utlåtanden och åsikter med anknytning till det internationella samrådet. Museiverket meddelade att begäran om utlåtande hade vidarebefordrats till östra Nylands museum med regionalt ansvar (Borgå museum). Följande organisationer svarade inte på begäran om utlåtande: försvarsministeriet, kommunikationsministeriet, social- och hälsovårdsministeriet, Finlands miljöcentral, Mörskom kommun, Kouvola stad, AKAVA ry, Finlands Näringsliv rf, Finsk Energiindustri rf, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Företagarna i Finland rf och WWF Finland.

Enligt utlåtandena anses bedömningsprogrammet till största delen vara uttömmande. Remissinstanserna framför emellertid några enstaka kommentarer som bör beaktas och bedömas i samband med MKB-förfarandet. Kommentarerna gällde i synnerhet kärnkraftverkets konsekvenser för vattenmiljön och frågor med anknytning till olycksmodelleringen.

I utlåtandena togs också ställning till projekialternativen i programmet. Flera av remissinstanserna meddelade att de stöder fortsatt drift av kärnkraftverket med bland annat klimatmål och ekonomiska faktorer som motivering. Avvecklingsalternativet stöddes allmänt med motiveringen att man borde avstå från att använda kärnenergi eller att anläggningarna i Lovisa redan är gamla. Å andra sidan togs också moderniseringar upp i utlåtandena.

Vid det internationella samrådet enligt Esbokonventionen meddelade Sverige, Estland, Ryssland, Norge, Danmark, Litauen, Tyskland och Österrike att de deltar i projektets MKB-förfarande.

Lettland och Polen anser sig inte vara berörda parter och deltar inte i MKB-förfarandet. Länderna vill ändå få miljökonsekvensbeskrivningen för kännedom. Det kom in totalt 20 utlåtanden från EU- medborgare och -organisationer. Vid det internationella samrådet betonades riskerna för en allvarlig kärnkraftsolycka och dess följder.

Bulgarien, Kanada, Grekland, Rumänien och Ungern svarade på notifikationen om att projektets MKB-förfarande pågår. Länderna anser sig inte vara berörda parter och därmed finns det inget behov av att fortsätta förfarandet enligt Esbokonventionen. Rumänien och Ungern önskar få miljökonsekvensbeskrivningen för kännedom.

Utlåtandena och åsikterna är tillgängliga på arbets- och näringsministeriets webbplats.

4.1 BEGÄRDA UTLÅTANDEN AV MYNDIGHETER

4.1.1 Jord- och skogsbruksministeriet

Jord- och skogsbruksministeriet konstaterar att klimatförändringens konsekvenser borde ha beaktats redan i bedömningsprogrammet. Det är viktigt att beakta klimatförändringen i synnerhet ifall verksamheten i Lovisa avvecklas. Ministeriet påminner om att beaktandet av de risker som klimatförändringen medför ska utvecklas och främjas kontinuerligt i projekt som är förknippade med särskilda klimatrisker till följd av verksamhetens karaktär och den långa drifttiden.

Ministeriet konstaterar att översvämningar behandlas i programmet enbart som en risk orsakad av klimatförändringen. Emellertid är Lovisa redan nu ett betydande översvämningsriskområde, vilket bör beaktas i programmet. Enligt ministeriet bör programmet dessutom behandla eventuella skadeverkningar för fiskbestånden, fiskerinäringen och de marina däggdjuren med iakttagande av försiktighetsprincipen. Exempelvis ska åtgärder i mån av möjlighet undvikas i viktiga lek- och förekomstområden för fiskbestånden.

4.1.2 Geologiska forskningscentralen

Geologiska forskningscentralen (GFC) konstaterar att det i villkoren för miljötillstånd finns en övre gräns för temperaturen på kylvatten som leds till havet. Denna gräns får inte överskridas. Enligt GFC ska i samband med bedömningsförfarandet utredas hur 20 år av fortsatt drift i kombination med uppvärmningen av havsvattnet till följd av klimatförändringen påverkar möjligheterna att uppfylla tillståndsvillkoren. Frågan kan ha konsekvenser för kraftverkets produktion och möjliga framtida behov av ändringar i kylvattenssystemet, som man hänvisar till i programmet.

Slutförvaringen av avvecklingsavfallet förutsätter att slutförvaret för LOMA utvidgas avsevärt. MKB-programmet innehåller inte tillräckligt tydlig information om omfattningen av den schaktning som en fortsatt drift av kraftverksenheterna medför.

GFC påpekar att det i samband med bedömningen finns anledning att granska om Hästholmens berggrundsmodell behöver uppdateras, i synnerhet med tanke på de konstruktioner som leder vatten. En relativt stor utvidgning av slutförvaret för LOMA kommer troligtvis att öka antalet vattenläckor och därigenom också mängden vatten som pumpas ut i havet. För att kunna bedöma den ökade mängden pumpat vatten och dess konsekvenser på ett tillförlitligt sätt ska planeringen av utvidgningen (bland annat positionering och eventuell insprutning) grunda sig på aktuell strukturgeologisk och hydrogeologisk information.

Enligt GFC är det viktigt att granska hur alternativen som lagts fram påverkar behovet av att uppdatera uppföljningsprogrammen för miljökonsekvenser. GFC lyfter särskilt fram förändringarna i berggrunden och de hydrologiska förhållandena till följd av utvidgningen av slutförvaret för LOMA. Dessutom kan förändringar i utgångsläget före 2060 eller 2080 orsaka ytterligare uppvärmning av klimatet, förändringar i nederbördsmängden och kortare vintrar. Detta kan leda till krav på ökad övervakning av såväl miljön som de delar av anläggningen som blir självständiga.

4.1.3 Östra Nylands räddningsverk

Östra Nylands räddningsverk konstaterar att verket gör upp en extern räddningsplan för kärnkraftverket tillsammans med verksamhetsutövaren. Ifall anläggningen avvecklas är det räddningsverket som upprätthåller räddningsplanen och ordnar lagstadgade beredskapsövningar, tills objektet inte längre kan betraktas som ett objekt som medför särskild risk enligt 48 § i räddningslagen (379/2011).

Räddningsverket konstaterar att verksamhetsutövaren enligt projekialternativen ska uppfylla de tillståndsvillkor och krav på beredskapsarrangemangen som Strålsäkerhetscentralen och Säkerhets- och kemikalieverket fastställt. Räddningsverket ger på begäran de ansvariga myndigheterna utlåtanden i ärenden där räddningsväsendet har skyldighet att övervaka.

Planen för säkerhets- och beredskapsarrangemang ska lämnas till Strålsäkerhetscentralen när den tillståndssökande ansöker om avvecklingstillstånd. Räddningsmyndigheten ger vid behov utlåtanden om ovan nämnda planer i fråga om hur förutsättningarna för räddningsinsatser uppfylls.

4.1.4 Polisinrättningen i Östra Nyland

Polisinrättningen i Östra Nyland meddelar att projektet har antecknats för kännedom och dess konsekvenser för polisverksamheten har beaktats enligt lagstiftningen. I sitt utlåtande redogör polisinrättningen för sitt eget ansvarsområde, som omfattar bland annat regelbunden planering och granskning av olika beredskaps- och säkerhetsarrangemang samt övningsverksamhet i samarbete med övriga säkerhetsmyndigheter. Polisinrättningen betonar betydelsen av regelbundet och praktiskt samarbete mellan olika myndigheter, verksamhetsutövaren och kraftverkets personal i syfte att förebygga olika hot och farliga situationer.

I fråga om hotbilderna lyfter polisinrättningen fram till exempel den nationella strategin för bekämpning av terrorism 2018–2021, som behandlar risken för eventuella terroristdåd som använder kärnvapen eller andra radioaktiva ämnen. Polisinrättningen påminner också om att beredskap för storolyckor kräver utbildning, övning och förhandsplanering.

4.1.5 Borgå museum

Borgå museum anser att de utredningar som beskrivs i programmet är tillräckliga för en bedömning av alternativens konsekvenser för områdets kulturmiljö och landskap. Inom bedömningsområdet lyfter museet fram bland annat Svartholms sjöfästning med tillhörande kulturmiljö och fornlämningsområde av riksintresse samt de västra och södra delarna av Gäddbergsön som är av intresse för landskapet samt vattenområdet mellan dem.

4.1.6 Strålsäkerhetscentralen

Enligt Strålsäkerhetscentralen (STUK) uppfyller bedömningsprogrammet kriterierna för ett MKB-program enligt 16 § i MKB-lagen med tanke på strål- och kärnsäkerheten. STUK kommer att bedöma hur kraven med anknytning till säkerheten uppfylls i detalj i samband med behandlingen av ansökan om drifts- eller avvecklingstillstånd. I väntan på den kommande tillståndsprocessen förväntar sig STUK att den projektansvarige kompletterar vissa delområden i miljökonsekvensbeskrivningen och undersökningarna som ingår i bedömningsprogrammet.

Enligt STUK bör beskrivningen behandla hur principen om bästa tillgängliga teknik kan tillämpas för att minska utsläppen. Alla kända eller planerade nya lösningar och förfaranden bör behandlas åtminstone när det gäller alternativ 1.

STUK konstaterar att det inte framgår av bedömningsprogrammet vilka ämnen som ingår i undersökningen av skadliga ämnen i sedimenten på havsbotten. STUK förutsätter att mängderna konstgjorda radioaktiva ämnen i sedimenten inom muddringsområdet utreds och att konsekvenserna för att dessa frigörs i miljön i samband med muddringsarbetena bedöms. Enligt STUK bör man också utreda hur förändringar i flödesfälten inverkar på hur radioaktiva ämnen transporteras genom utloppet. Utredningarna kan göras i samband med kylvattenmodelleringen som beaktar den nya vallkonstruktionen och i expertbedömningarna som görs utifrån den.

I alternativ 1 uppkommer mer använt kärnbränsle än man tidigare har räknat med i tillståndsprocessen och besluten för Posivas slutförvaringsprojekt. I miljökonsekvensbeskrivningen får det gärna ingå en bedömning av hur det använda kärnbränslet som uppkommer i samband med alternativ 1, det vill säga fortsatt drift, påverkar de principbeslut som fattats och det byggnadstillstånd som beviljats Posiva.

I MKB-beskrivningen bör det också ingå följande uppgifter om avfall som kommer att transporteras till kraftverket i Lovisa från andra delar av Finland: den uppskattade graden av aktivitet, nuklidsammansättningen och de radioaktiva ämnenas fysikalisk/kemiska tillstånd.

STUK påpekar dessutom att man i stycke 3.1 hänvisar till aktivitetsgränser för utsläpp i vattnet som fastställts av myndigheterna. Myndigheten, det vill säga STUK, har dock inte fastställt gränsvärdena, utan endast bekräftat de gränsvärden som innehavaren av tillståndet lagt fram i enlighet med 7 c § kärnenergilagen.

4.1.7 NTM-centralen i Nyland

NTM-centralen i Nyland konstaterar att bedömningsprogrammet verkar vara korrekt uppgjort och att beskrivningarna av projektets och miljöns nuläge verka uttömmande. NTM-centralen föreslår att bland annat följande punkter kompletteras.

Enligt NTM-centralen bör de utredningar som görs i syfte att bedöma konsekvenserna beskrivas tillräckligt utförligt, vilket inte var fallet i fråga om konsekvenserna för ytvattnen. Utredningen av skadliga ämnen i sedimenten, hur vattenbyggnadsarbetena påverkar flödesförhållandena samt vilka metoder som använts för bedömningen av bland annat undervattensbuller borde ha beskrivits mer detaljerat. Även beskrivningen av kylvattenmodelleringen ska preciseras till exempel med uppgifter om preliminära antaganden och en känslighetsanalys. De olika alternativens konsekvenser för vattenkvaliteten och den ekologiska statusen i Lappomträsket bör bedömas.

NTM-centralen påpekar att miljökonsekvensbeskrivning- en ska innehålla en modell som grundar sig på de senaste undersökningarna av förhållandena i jordmånen, berggrun- den och grundvattnet samt en uppskattning av mängden läckvatten som samlas i bergrummen. Uppgifterna om de undersökningsmetoder som använts ska preciseras i be- skrivningen. Uppgifterna om brunnar i närområdet, inklusive jordvärmebrunnar, ska uppdateras regelbundet.

I utlåtandet lyfts fram de negativa konsekvenserna för fiskerinäringen till följd av en fortsatt drift av kraftverket och tillhörande vattenbyggnadsprojekt. Kondensvattnets inverkan på främmande arter och på den befintliga floran och faunan bör granskas i programmet mer detaljerat än för närvarande.

Enligt NTM-centralen är det viktigt att projektets klimat- konsekvenser beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen som en separat punkt samt att konsekvenserna av byggande och avveckling samt konsekvenserna på lång sikt anges separat. I bedömningen av klimatkonsekvenserna bör specificeras om konsekvenserna av kärnbränslets produktionskedja och slutförvaringen av det använda bränslet ingår i granskning- en. Det kan vara bra att ställa projektalternativens direkta klimatkonsekvenser i relation till både de nationella klimat- målen och de regionala målen. I beskrivningen bör ingå vilka konsekvenserna av fortsatt drift är för den inhemska elproduktionens struktur och utsläppen. Även de risker som klimatförändringen medför för kärnkraftverkets verksamhet bör inkluderas i beskrivningen.

NTM-centralen ber om preciseringar av vilka miljö- och vattentillstånd som krävs för projektet. Exempelvis om anläggningen avvecklas krävs ett tillstånd enligt vattenlagen för att avlägsna konstruktionerna för vattentäkt, vilket inte nämns i programmet.

I utlåtandet konstateras att också bedömningen av konsekvenser för trafiken samt buller- och vibrationskon- sekvenser ska preciseras. NTM-centralen lägger fram ett antal åsikter med anknytning till bland annat deltagandet i pandemiarrangemangen, influensområdet och invånare som exponeras, ikraftträdandet av etapplandskapsplanen för Nyland, användningen av schaktmassorna som uppkommer i samband med utvidgningen av slutförvaret för LOMA och objekten med förorenad mark. Dessutom bör miljökonse- kvensbeskrivningen klarlägga på vilket genomförande man baserar bedömningen av miljökonsekvenserna av den ökade mellanlagringskapaciteten för kärnbränsle.

4.1.8 Nylands förbund

Nylands förbund anser att bedömningsprogrammet ger tillräckliga förutsättningar för utarbetande av en miljökonse- kvensbeskrivning. Förbundet konstaterar att de projektal- ternativ som lagts fram i programmet uppfyller kriterierna i gällande landskapsplaner samt i etapplandskapsplanen

2050 för östra Nyland, som godkändes av landskapsfull- mäktige den 25 augusti 2020. I projektområdet gäller också en stranddelgeneralplan och en ändring och utvidgning av detaljplanen för Hästholmens kärnkraftverksområde. Land- skapsplanen gäller inte i områden med en generalplan eller detaljplan med rättsverkningar, men den tjänar som ledning när dessa utarbetas och ändras.

4.1.9 Lapträsk kommun

Lapträsk kommun anser det viktigt att beakta säkerhets- och beredskapsaspekterna i tillräcklig utsträckning inom projektets hela influensområde oberoende av kommun- gränserna.

4.1.10 Lovisa stad

Lovisas stadsstyrelse stöder fortsatt drift av kärnkraftverket och ser inga problem med anknytning till anläggningens sä- kerhet eller produktionskapacitet. Staden anser att kärnkraf- ten är ett oersättligt sätt att producera koldioxidutsläppsfri och inhemsk elektricitet för att tillgodose det växande behovet.

Staden konstaterar att infrastrukturen kräver och har krävt avsevärda investeringar, bland annat för att garantera en säker elöverföring. Om driften inte fortsätter och ett nytt kärnkraftverk byggs på annan ort, går dessa investering- ar till spillo. Staden hänvisar till anläggningens betydande konsekvenser för den lokala ekonomin, såsom för sysselsätt- ningen.

Enligt Lovisa stad är Hästholmen ett lämpligt område för en kärnkraftsanläggning, och staden har inga planer på eller behov av att ändra områdets planläggning på ett sätt som skulle ifrågasätta eller försvåra verksamheten.

Lovisa stads byggnads- och miljönämnd anser det viktigt att utreda och bedöma alla åtgärder, för att kunna minska den värmebelastning som avleds i havet om verksamheten fortsätter (ALT1).

Kylvattnet påverkar närmiljön lokalt, exempelvis genom övergödning av grunda havsvikar. I programmet behandlas möjligheten att sänka temperaturen på kylvattnet som av- leds i havet med hjälp av vattenbyggnadsarbeten.

Nämnden anser det viktigt att utreda effekterna av den befintliga vattentäkten och tillhörande reglering av vatten- ståndet på Lappomträsket och dess miljö samt på Lappom- viken. Bruksvattnet produceras för närvarande av råvatten som pumpas från Lappomträsket. Enligt programmet ska alternativa metoder att sköta bruksvattenförsörjningen (process-, släck-, tvätt- och skölvatten samt hushållsvatten) granskas.

4.1.11 Borgå stad

Borgå stad anser att bedömningsprogrammet huvudsakligen är uttömmande och att de viktigaste konsekvenserna har identifierats. Programmet var emellertid ställvis svårfatt- ligt, vilket bör beaktas när miljökonsekvensbeskrivningen utarbetas.

Enligt Borgå stad framgår inte av programmet om en fortsatt drift förutspås öka värmebelastningen i havet och hur man har för avsikt att bedöma konsekvenserna av en eventuell ökning av värmebelastningen. Staden påpekar också att man bör beakta den samlade effekten av olika belastningsfaktorer i samband med bedömningen av kon- sekvenserna för vattendragen, såsom värmebelastningen, grumlingen av vattnet på grund av vattenbyggnadsprojekt och kväveutsläppen som orsakas av hanteringen av indust- ningskoncentrat.

Borgå stad föreslår att programmets avsnitt om energi- marknaden och tryggad elförsörjning redogör för anlägg- ningens andel av Finlands elproduktion på ett mer genom- skådligt sätt. Avsnittet bör också inkludera en uppskattning av elproduktionen och Lovisa kärnkraftverks andel av den på lång sikt. Det underlättar jämförelsen av fortsatta drifttill- stånd med de ersättande alternativen. Metoden för beräk- ning av koldioxidutsläpp bör dessutom förtydligas senast i miljökonsekvensbeskrivningen.

4.1.12 Pyttis kommun (Kotka stads miljötjänster)

Pyttis kommun konstaterar att bedömningsprogrammet är uttömmande och att det identifierar projektets viktigaste miljökonsekvenser. Pyttis vill emellertid betona anläggning- ens närhet till Pyttis och viktiga bosättningscentrum (cirka 20 km från Lovisa). På grund av detta är det viktigt att iden- tifiera känsliga objekt och granska de viktigaste konsekven- serna regionalt i tillräcklig omfattning. För att åskådliggöra situationen och på så sätt också åtgärderna med anknytning till beredskapen kunde de känsliga objekten, avstånden och konsekvenserna presenteras med hjälp av en karta och ramar.

4.1.13 Inrikesministeriet, utrikesministeriet, finansministeriet, miljöministeriet, Regionförvaltningsverket i Södra Finland, Säkerhets- och kemikalieverket Tukes

Ovan nämnda myndigheter lämnade inget utlåtande med anknytning till projektet.

4.2 ÖVRIGA BEGÄRDA UTLÅTANDEN

4.2.1 Greenpeace

Greenpeace prioriterar Esbokonventionen och Århuskonven- tionen samt vikten av att följa EU:s direktiv om bedömning miljöpåverkan. Organisationen konstaterar att granskningen av de olika alternativen också bör beakta de totala ekonomis- ka konsekvenserna.

Bedömningsförfarandet bör enligt organisationen också inkludera ett scenario där kärnkraftverket körs ner i förtid på grund av ett fel i anläggningen. Granskningen bör även inkludera Finlands mål att vara klimatneutralt före 2035 och EU:s utsläppsminskningsmål för 2030 samt säkerställa att målen nås även om kraftverken körs ner i förtid eller driften inte fortsätter efter pågående tillståndsperiod.

Enligt organisationens förslag bör förfarandet inbegripa en bedömning av kraftverkets driftssäkerhet fram till slutet av en eventuell fortsatt drifttid. Bedömningen bör granska bland annat reaktorernas åldrande samt förändringar i na- turförhållandena och på elmarknaden. Enligt Greenpeace är modelleringen av en allvarlig kärnkraftsolycka samt bered- skapsplanen centrala delar av bedömningsförfarandet.

Ytterligare information om bakgrunden till utlåtandet lades fram i en bilaga till utlåtandet.

4.2.2 Fennovoima Abp

Fennovoima Abp meddelar att bolaget stöder fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa och litar på myndighetens förmåga att bedöma anläggningens driftsäkerhet. Bolaget motiverar sin ståndpunkt med bland annat en minskning av växthusgasutsläppen, försörjningsberedskap och kostnads- effektivitet. I sitt utlåtande nämner bolaget dessutom Lovisa kärnkraftverks utmärkta drifthistoria med tanke på säkerhet, brukbarhet och tillförlitlighet.

4.2.3 Natur och Miljö rf

Natur och Miljö rf anser att bedömningsprogrammet allmänt taget är omsorgsfullt uppgjort. Enligt organisationen borde MKB-förfarandet prioritera en säker förlängning av kärn- kraftverkens livslängd, trots att en granskning av avveck- lingsalternativet också är väsentlig. Med tanke på hantering- en av det radioaktiva avfall som uppkommer i Finland är det viktigt att också alternativ O+ är med i bedömningen och att Finland själv ansvarar för slutförvaringen av detta avfall.

Natur och Miljö konstaterar att riskanalysen med tanke på en kärnkraftsolycka är den viktigaste delen av MKB-förfa- randet och föreslår att flera olika olycksscenarion granskas. Organisationen anser också att den invånarenkät som nämns i programmet bör omfatta invånarna minst i hela södra Finland, eftersom en eventuell kärnkraftsolycka skulle beröra ett större område än de 20 kilometer som ingår i programmet.

Enligt organisationen bör bedömningsförfarandet beakta också bränsleförsörjningens miljökonsekvenser. Punkt 6.15 i programmet (utnyttjande av naturresurser) bör kompletteras med uppgifter om miljökonsekvenserna av produktionen av bränslestavar, för att konsekvenserna ska kunna beaktas i jämförelsen av projekialternativen.

Om kapaciteten för mellanlagring av använt bränsle utökas genom att kompaktera bränslet, ska detta alternativ läggas fram i samband med miljökonsekvensbeskrivningen i tillräcklig detalj för att bedöma säkerheten. I bedömningsprogrammet ska helst också läggas fram uppgifter om hur värmebelastningen från kylvattnet påverkar vattennaturen under en eventuell fortsatt drift. Även muddringsarbetet som läggs fram i programmet har negativa konsekvenser, som enligt organisationen kan minskas genom att välja rätt tidpunkt för muddringen.

Natur och Miljö uppger dessutom att organisationen är villig att delta i möten för intressentgrupper som ordnas i samband med projektet.

4.2.4 Posiva Oy

Posiva Oy konstaterar att de olika alternativen i bedömningsprogrammet inkluderar tillräcklig beredskap för slutförvaring av det använda kärnbränslet. Posiva Oy har fått principbeslut om slutförvaring av kärnbränsle och byggnadstillstånd för en mängd som motsvarar 6 500 uranton (tU). Baserat på Olkiluoto och Lovisa kraftverks nuvarande livslängd är mängden bränsle som ska slutförvaras cirka 5 500 tU. Om man beslutar att fortsätta driften av kraftverksenheterna Lovisa 1 och 2 i ytterligare 20 år blir den totala mängden använt kärnbränsle cirka 6 000 tU. Posiva Oy ser inget hinder för att fortsätta driften av kraftverksenheterna i Lovisa, eftersom det inte utgör någon risk för slutförvaringen och säkerheten.

4.2.5 STTK rf

STTK rf anser att programmet för bedömning av miljökonsekvenserna är tillräckligt uttömmande. De ändringsarbeten som föreslås i programmet är relativt små och påverkar inte nämnvärt miljön i området. STTK rf förhåller sig positivt till fortsatt drift av kärnkraftverket och motiverar sin åsikt med den höga nivån på kärnenergisäkerheten i Finland och utsläppsminskningens målen.

4.2.6 Finlands Fackförbunds Centralorganisation FFC rf

Finlands Fackförbunds Centralorganisation FFC rf (FFC) meddelar att organisationen starkt stöder fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa i 10–20 år, under förutsättning att verksamheten är säker enligt Strålsäkerhetscentralens bedömning. FFC motiverar sin ståndpunkt med att kärnkraften inte medför växthusgasutsläpp, att elförbrukningen ökar och att kärnkraft är ett energisäkert alternativ. Enligt organisationen stöder inhemsk el till ett rimligt pris den finländska industrins konkurrenskraft.

4.2.7 Finlands naturskyddsförbund

Finlands naturskyddsförbund påpekar att bedömningsprogrammet inte behandlar klimatförändringens inverkan på kraftverkets verksamhet under den planerade fortsatta drifttiden. Eventuella konsekvenser är till exempel en accelererad höjning av havsnivån, fler översvämningar, stigande havsvattentemperaturer och massförekomster av nya arter samt exempelvis ökad avrinning av sediment till följd av kraftigare nederbörd. Programmet bör bedöma den samlade effekten av klimatförändringen och kraftverkets konsekvenser på vattendragen och dess organismer (bland annat förekomsten av skadliga främmande arter).

Finlands naturskyddsförbunds anser att bedömningen av miljökonsekvenserna bör grunda sig på de förutspådda förhållandena närmare slutet av den planerade fortsatta drifttiden. I programmet bör göras en bedömning av hur förhållanden kan komma att förändras och vilka svårigheter och risker det kan medföra under 20–50 år, med iakttagande av försiktighetsprincipen.

4.2.8 Teknologiska forskningscentralen VTT Ab

Teknologiska forskningscentralen VTT Ab (VTT) anser att bedömningsprogrammet är tillräckligt uttömmande med tanke på MKB-lagen. VTT anser att utredningen av en eventuell fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa är bra med tanke på de nationella och internationella klimatmålen.

VTT redogör i sitt utlåtande för att Fortums MKB-program inkluderar en bedömning av miljökonsekvenserna av radioaktivt avfall som kommer från VTT, och VTT anser att avfallet har beaktats på ett lämpligt sätt i programmet. VTT anger att man i mars 2020 ingått ett avtal med Fortum om avveckling av forskningsreaktorn FIR 1 samt om hantering av radioaktivt avfall från forskningsreaktorn och ett forskningslaboratorium som läggs ned (Otsvängen 3). VTT:s radioaktiva avfall uppkommer i samband med dessa rivningsarbeten. I Fortums MKB-program hänvisas också till den miljökonsekvensbedömning av avvecklingen av forskningsreaktorn FIR 1 som gjordes redan tidigare åren 2013–2015.

VTT förstår att det radioaktiva avfall som uppkommit på andra håll i Finland och som eventuellt ska slutförvaras vid kraftverket i Lovisa (högst 2 000 m³) även inkluderar annat radioaktivt avfall från VTT som kräver slutförvaring, det vill säga minst det avfall som uppkommer av verksamheten i VTT:s kärnsäkerhetshus. Hur stor den mängden av radioaktivt avfall är har ännu inte preciserats och inga avtalsförhandlingar har förts. VTT anser att den maximala mängd som Fortum föreslår utgör tillräcklig beredskap.

Enligt VTT är det dessutom en utmärkt idé att utvidga slutförvaret för LOMA för att få rum för radioaktivt avfall också från andra delar av Finland. Enligt organisationen är det mycket positivt med tanke på ned nationella hanteringen av radioaktivt avfall.

4.2.9 Fingrid Oyj, Industrins Kraft Abp

Fingrid Oyj och Industrins Kraft Abp lämnade inget utlåtande med anknytning till projektet.

4.3 UTLÅTANDEN FRÅN DET INTERNATIONELLA SAMRÅDET

4.3.1 Österrike

Österrikes ministerium för klimatskydd, miljö, energi, rörlighet, innovation och teknik meddelade att Österrike deltar i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Enligt ministeriet kan risken för att betydande miljökonsekvenser berör också Österrike inte uteslutas, i synnerhet inte i fall av en allvarlig olycka. Ministeriet önskar att Finland i ett senare skede skickar miljökonsekvensbeskrivningen samt uppgifter om det offentliga samrådet och deltagandet i förfarandet till Österrike.

Som bilaga till utlåtandet skickar ministeriet ett utlåtande från experter vid Österrikes miljömyndighet. I utlåtandet tar man ställning till flera delområden i miljökonsekvensbeskrivningens innehåll. Enligt utlåtandet bör bedömningen av projekialternativen beakta scenarion för framtidens elektricitetsbehov, energieffektivitet, energisparande och andra alternativ till elproduktion.

MKB-beskrivningen bör inkludera tidtabeller och alternativa arrangemang för hanteringen av kärnavfallet ifall nödvändig kapacitet saknas för slutförvaring av låg- och medelaktivt kärnavfall samt använt kärnbränsle som uppkommit till följd av fortsatt drift. I beskrivningen bör också tas ställning till hur väl KBS-3-metoden fungerar med tanke på kopparkorrosion.

I utlåtandet behandlas långvarig drift av reaktortypen VVER 440 och åsikter med anknytning till åldrandet. Det lyfter också fram flera utredningar som olika instanser har gjort i ämnet. Enligt utlåtandet ska MKB-beskrivningen ge en uttömmande bild av den aktuella nivån på vetenskapen och tekniken samt redogöra för alla fall där man avviker från dessa. I beskrivningen bör också anges bland annat alla åtgärder som vidtagits för att förbättra livslängden och förebygga en allvarlig reaktorolycka. Dessutom bör risken för strålningsförsprödning av tryckkärlet behandlas.

Analysen av en olyckssituation ska uppdateras enligt en aktuell sannolikhetsbaserad riskanalys, eftersom den källterm som används i programmet är för liten. Källtermen anses för liten också med tanke på bedömningen av konsekvenser som eventuellt kan sträcka sig till Österrike. I MKB-beskrivningen bör utredas hur man löst säkerhetsfrågorna med anknytning till att innesluta härdsmltan i tryckkärlet. I utlåtandet konstateras att situationer med anknytning till jordskalv, översvämningar och extrema väderfenomen (inklusive säkerhetsmarginaler, extrema följder samt planerade

åtgärder för att förebygga dessa) ska inkluderas i MKB-beskrivningen. I samband med granskningen av olyckssituationer ska man dessutom granska en situation där kärnkraftverket utsätts för attack av en tredje part.

Anti Atom Beauftragter des Landes Oberösterreich (delstatsmyndighet) framför i sitt utlåtande 12 motiveringar till sin åsikt att drifttiden för kraftverksenheterna i Lovisa inte borde förlängas. I flera av dessa motiveringar konstaterar myndigheten att uppgifterna som lämnats är bristfälliga samt kräver att bättre och mer fullständiga uppgifter lämnas i MKB-beskrivningen. Som främsta motivering anges att en förlängning av kärnkraftverkens livslängd höjer riskerna som kärnenergin medför i Europa, eftersom största delen av de europeiska kärnkraftverken är kärnsäkerhetstekniskt föråldrade. Som exempel på fenomenet med föråldrade anläggningar har man angett strålningsförsprödning av reaktorernas tryckkärn i VVER-kraftverk, vilket gäller också tryckkärnen i kärnkraftverket i Lovisa. I utlåtandet konstateras att en glödning av reaktortanken genomfördes 1996 i Lovisa 1 och under det fortsatta MKB-förfarandet krävs ytterligare uppgifter om planerna för hantering av reaktortryckkärnlens livslängd vid kärnkraftverket. Även för avvecklingen av hela anläggningen krävs mer konkreta och fullständiga uppgifter om avvecklingsåtgärderna i MKB-beskrivningen.

4.3.2 Lettland

Lettlands miljömyndighet meddelar att Lettland inte deltar i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning, men önskar få information om resultaten av bedömningsförfarandet.

4.3.3 Litauen

Litauens miljöministerium meddelar att Litauen deltar i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Ministeriet påpekar att förfarandet bör fokusera i synnerhet på hur kärnkraftverkets åldringshantering ska verkställas och främjas. Säkerhetsaspekterna med anknytning till detta bör behandlas enligt Esbokonventionen.

4.3.4 Norge

Norges miljöministerium har inga synpunkter på programmet för bedömning av miljökonsekvenserna, men meddelar att man deltar i förfarandet i ett senare skede.

4.3.5 Polen

Polens miljömyndighet meddelar att Polen inte har för avsikt att delta i miljökonsekvensbedömningen, men önskar få information om förfarandet och i synnerhet om resultaten av olycksmodelleringen. Miljömyndigheten framför att man beaktat de skyddade arterna och habitaterna i Finska viken och Natura 2000-områdena samt att man bedömt strålnings exponeringen i händelse av en störningssituation.

4.3.6 Sverige

Svenska Naturvårdsverket meddelar att Sverige önskar delta i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Verket begärde utlåtanden om bedömningsprogrammet från myndigheter, organisationer och medborgare. Sammanfattningar av utlåtandena från organisationer och medborgare finns i punkt 4.4. Övriga utlåtanden och åsikter.

Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten i Sverige är en allvarlig olycka vid kärnkraftverket mycket osannolik, men om en sådan olycka skedde skulle den påverka radioaktiviteten i marken också i Sverige. Därför är det viktigt att Sverige deltar i bedömningsförfarandet. Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten är bedömningsprogrammet välplanerat. Enligt utlåtandet kunde programmet dock betona den ökade mellanlagringen av använt bränsle, eftersom den ökar risken för frigörelse av långlivade nuklider (till exempel Cs-137). Bästa tillgängliga teknik bör användas vid en förlängning av kraftverkets livslängd för att minska utsläppen. Enligt utlåtanden kunde programmet dessutom klarlägga att också de expertutlåtanden som använts i förfarandet grundar sig på olika utredningar och mätningar.

Jordbruksverket konstaterar att förfarandet bör granska på vilka sätt radioaktiva ämnen som frigörs i samband med en olycka påverkar jordbruket, djurhållningen, fisket, renskötsel, odlingen, landsbygden och skogsbruket i Sverige.

Havs- och vattenmyndigheten konstaterar att olyckssituationer som kan ha följder för arterna och naturtyperna i Östersjön betonas i bedömningen av gränsöverskridande miljökonsekvenser. I utlåtandet konstateras också att den normala verksamheten påverkar vattenmiljön i samband med intaget och utsläppet av kylvatten. Myndigheten anser det dock inte nödvändigt att delta i bedömningsförfarandet.

Sametinget lyfter fram frågan om hur en eventuell olycka påverkar renskötseln. I en olyckssituation kan radioaktiva utsläpp samlas i renarna och då måste de avlivas på grund av för höga halter av skadliga ämnen, vilket innebär ekonomisk skada. Det hände till följd av kärnkraftsolyckan i Tjernobyl. Programmet bör utreda vilka konsekvenser en olycka kan ha för renskötselområdet, vilka åtgärder kan vidtas för att minska skadorna samt vem som har ansvaret för att ersätta skadorna.

Följande instanser svarade på begäran om utlåtande men hade inga synpunkter på bedömningsprogrammet: Totalförsvarets forskningsinstitut, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Länsstyrelsen i Uppsala, Länsstyrelsen i Stockholm.

4.3.7 Tyskland

Tysklands utlåtande kommer i första hand från delstaten Mecklenburg-Vorpommern. Delstaten Mecklenburg-Vorpommern meddelar att man stöder en avveckling av kraftverket med hänvisning till kärnkraftsolyckor. Enligt delstaten bör bedömningen av konsekvenserna av fortsatt drift av kärnkraftverket (ALT1) beakta risken för strålningsförspredning av tryckkärlen.

Även delstaten Rheinland-Pfalz lämnade ett utlåtande, där man konstaterar att EU-länderna har rätt att välja sina egna energikällor. Finland har valt att fortsätta att bygga ut kärnenergin. Delstaten anser att energisparande och förnybara energikällor är ett bättre val. Rheinland-Pfalz förhåller sig negativt till en fortsatt drift av kraftverket i Lovisa, det vill säga delstaten förespråkar avveckling som bästa alternativ i MKB-programmet. I utlåtandet påpekas att på grund av högrisktekniken kan en olycka i Lovisa efter bara några timmar påverka delstaten som ligger 1 800 kilometer från kraftverket.

4.3.8 Danmark

Danska Beredskapsstyrelsen meddelar att Danmark önskar delta i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Enligt Beredskapsstyrelsen bör en mer realistisk källterm användas och olika isotopblandningar granskas när man beräknar hälso- och miljökonsekvenserna av den allvarlig olycka som läggs fram i bedömningsprogrammet. De värden som nu används (100 TBq av nukliden Cs-137) är enligt myndigheten ett godtagbart sätt att underlätta beräkningen. De motsvarar dock inte de verkliga konsekvenserna av en olycka, eftersom olika isotoper till exempel påverkar olika typer av vävnader. Dessutom förväntar sig myndigheten att den projektansvarige ska komplettera kapitlet om förebyggande och lindring av negativa konsekvenser även med tanke på hur radioaktiva ämnen frigörs.

4.3.9 Ryssland

Ryska federationens naturresurs- och miljöministerium meddelar att Ryssland önskar delta i de internationella konsultationerna angående MKB-förfarandet för kärnkraftverket i Lovisa, trots att landet inte är part i Esbokonventionen.

4.3.10 Estland

Estlands miljöministerium meddelar att Estland deltar i förfarandet vid miljökonsekvensbedömning. Miljöministeriet berättar att man ordnat ett offentligt samråd i frågan, som dock inte gett några kommentarer med anknytning till bedömningsprogrammet.

Som bilaga till miljöministeriets utlåtande bifogades ett utlåtande från miljökommittén (Environmental Board). I utlåtandet konstateras att de alternativ som läggs fram i programmet inte orsakar större miljökonsekvenser eller risker än nuläget. Miljökommittén stöder fortsatt drift av kraftverket och konstaterar att det är den mer ändamålsenliga lösningen för både Finlands och Estlands del. I utlåtandet behandlas det smidiga samarbetet med STUK och konstateras att bedömningen av exceptionella situationer och olyckor följer programmet.

4.4 ÖVRIGA UTLÅTANDEN OCH ÅSIKTER

4.4.1 Common Earth, Friends of the Earth Austria, Friends of the Earth Bulgaria, Friends of the Earth (FoE) Finland, Southbohemian Mothers, Verein Lebensraum Waldviertel, Wiener Plattform Atomkraftfrei

Ovan nämnda organisationer framförde samma åsikt till ministeriet. Enligt utlåtandena bör miljökonsekvensbeskrivningen inkludera ett alternativ baserat på förnybar energi samt en prognos för Finlands energibehov på lång sikt. Enligt organisationerna bör riskbedömningen för kärnolyckor preciseras i beskrivningen. Källtermen och influensområdet bör vara större. I utlåtandena hänvisas till forskningsprojektet flexRISK. Organisationerna för fram åsikten att beskrivningen bör behandla också konsekvenserna av risker såsom anläggningens åldrande samt exempelvis terrorism och klimatförändringen. Dessutom konstaterar organisationerna att bedömningsprogrammet bör ta ställning till forskningen i kopparkorrosion med anknytning till slutförvaringen av använt kärnbränsle.

4.4.2 Folkkampanjen mot Kärnkraft & Kärnvapen

Den svenska organisationen Folkkampanjen mot Kärnkraft & Kärnvapen stöder alternativet att avveckla kärnkraftverket utan möjlighet att ta emot avfall från andra delar av Finland (ALTO). Organisationen motiverar sin ståndpunkt med de säkerhetsrisker som orsakas av kärnkraftverkets åldrande, med att förnybara energikällor bli allt vanligare och förmånligare samt med behovet av att skydda Östersjön mot föroreningar och radioaktiva utsläpp.

4.4.3 De Gröna i Lovisanejden rf

De Gröna i Lovisanejden rf anser att miljökonsekvensbeskrivningen bör inkludera en tabell där koldioxidutsläppen från olika elproduktionsformer jämförs med beaktande av hela livscykeln, inklusive bränslehanteringen. I förfarandet bör granskas också ett alternativ där kraftverket i Lovisa får fortsatt drifttillstånd, men radioaktivt avfall som uppkommer på andra håll i Finland inte hämtas till anläggningen. En bedömning av hur fortsatt drift av kraftverket påverkar ekosystemet i Lovisas havsområde, såsom fiskbeståndet, plankton och bottendjur, bör ingå i förfarandet.

4.4.4 Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning

Enligt organisationen Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) innebär en förlängning av kärnkraftverkets livslängd en avsevärd risk för Sverige, eftersom risken för en olycka ökar när anläggningen blir äldre. MKG hänvisar till undersökningen flexRISK, enligt vilken källtermen och influensområdet som använts i olycksmodelleringen är för

små. Organisationen konstaterar att anläggningens livslängd inte bör förlängas om det inte finns garantier för en hållbar hantering av det kärnavfall som uppkommer. MKG hänvisar till KBS-3-metoden och forskningen med anknytning till kopparkorrosion.

4.4.5 Miljövänner för kärnkraft

Miljövänner för kärnkraft anser att bedömningsprogrammet är uttömmande och litar på säkerhetskulturen inom kärnkraftsbranschen i Finland. Organisationen anger att man förväntar sig en förlängning av anläggningarnas drifttillstånd med bland annat avsaknaden av växthusgasutsläpp som motivering. I utlåtandet lyfter organisationen fram globala erfarenheter av att tryck- och lättvattenreaktorers livslängd är längre än man ursprungligen beräknat. I utlåtandet konstateras att Sverige enligt organisationens åsikt inte behöver delta i bedömningsförfarandet.

4.4.6 Kvinnor mot kärnkraft och Kvinnor för fred

Enligt organisationerna Kvinnor mot kärnkraft och Kvinnor för fred bör kärnkraftverket i Lovisa inte få fortsatt drifttillstånd. Organisationerna motiverar sin ståndpunkt med bland annat anläggningens åldrande och riskerna som klimatförändringen medför. Organisationerna ifrågasätter också slutförvaringsmetodernas säkerhet.

Enligt deras utlåtande bör bedömningsprogrammet inkludera en riskrapport som jämför de åtgärder som vidtagits och planerats för att förlänga livslängden med säkerhetsskraven för nya reaktorer.

Organisationerna betonar att risken för en kärnkraftsolycka ska behandlas öppet och att bedömningen också bör inkludera granskning av den allvarligaste tänkbara olyckan. Organisationerna vill veta hur programmet har beaktat EU:s princip om bästa tillgängliga teknik och på vilka energiförbrukningsprognoser behovet av att förlänga kraftverkets livslängd grundar sig. I sitt utlåtande lyfter organisationerna också fram klimatförändringens möjliga konsekvenser för verksamheten och hur bränsleproduktionen påverkar miljökonsekvenserna.

4.4.7 Suomen Ekomodernistit ry

Suomen Ekomodernistit ry stöder fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa i 10 eller 20 år, under förutsättning att driften är säker. Enligt organisationen spelar kärnkraftverket i Lovisa en viktig roll i Finlands energiförsörjning liksom i arbetet med att minska växthusgasutsläppen mellan 2030 och 2050. Som ytterligare motiveringar lyfter organisationen fram industrins växande behov av utsläppsfri elektricitet, elektrifieringen av trafiken samt avvecklingen av annan jämn och flexibel produktionskapacitet.

4.4.8 Teknologiindustrin rf

Enligt Teknologiindustrin rf är bedömningsprogrammet korrekt uppgjort och uppfyller kraven i lagstiftningen. Organisationen meddelar att den stöder fortsatt drift av kraftverket, eftersom Finland kommer att behöva mer klimatneutral elektricitet under de kommande decennierna. Organisationen konstaterar att driftskoefficienterna för kraftverksenheterna i Lovisa är höga och att enheterna efter moderniseringsarbeten och förnyande av automationssystemen är som nya.

4.4.9 Vesiluonnon puolesta ry

Vesiluonnon puolesta ry tar ställning för en utredning av miljökonsekvenserna av radioaktiva ämnen och miljögifter. Förfarandet bör bedöma konsekvenserna av transporten och produktionen av kärnbränsle tillräckligt noggrant. Enligt organisationen är det viktigt att skydda de levande organismerna i området till exempel i samband med intaget av kylvatten.

4.4.10 Privatpersoners åsikter

Åsikt 1 stöder fortsatt drift av kärnkraftverket i Lovisa, eftersom det främjar uppnåendet av Finlands klimatmål på ett kostnadseffektivt sätt.

Åsikt 2 behandlar övergödningen och sänkningen av vattennivån i Lappomviken och Lappomträsket samt att fågelbeståndet i trakten försvinner. Enligt författaren har Fortum försummat sina skyldigheter enligt vattentillståndet i fråga om den utloppsback som rinner från Lappomträsket till Lappomviken samt utloppsdiket i Sundet. Författaren föreslår att bruksvatten till kraftverket ska tas från Valkom i Lovisa och betonar behovet av att höja statusen i Lappomviken så snabbt som möjligt.

Åsikt 3 är skriven av två medborgare. I utlåtandet tas ställning till övervakningsprogrammet för det vattenområde som hör till NTM-centralens ansvarsområde, och som enligt författarnas åsikt är för begränsat. I utlåtandet konstateras att kondensvattnet från kraftverket påverkar vattnen också längre bort på Hästholmsfjärden och kring Kristianslandet. I utlåtandet hänvisas till högsta förvaltningsdomstolens beslut (508/2017), där Fortum ålades att betala ersättningar då rekreationsanvändningen försvårades för ägarna av strandfastigheter i området.

Vid det internationella samrådet enligt Esbokonventionen hade 11 medborgare i Tyskland och Belgien undertecknat ett utlåtande med identiskt innehåll (åsikt 1–9). I utlåtandet hänvisades till kärnkraftsolyckor som skett och konstaterades att riskerna ökar när kärnkraftverket blir äldre. Enligt utlåtandet kan kärnavfall inte lagras säkert i miljontals år. Kärnkraften är inte klimatvänlig när man beaktar produktions hela livscykel. I utlåtandet stöds investeringar i förnybara energikällor.

I åsikt 10 konstateras att kärnkraftverket i Lovisa bör avvecklas så snabbt som möjligt. Slutförvaret för LOMA och övriga förråd som hör till anläggningen bör flyttas bort från kusten. I utlåtandet ifrågasätts också säkerheten hos slutförvaringen av använt bränsle.

I åsikt 11 motsätter sig författaren en förlängning av kärnkraftverkets livslängd. Författaren hänvisar till att riskerna ökar när kärnkraftverket blir äldre, till flexRISK-undersökningen samt till osäkerheten med anknytning till metoden för slutförvaring av använt bränsle.

4.5 OBSERVATIONER UNDER MÖTET FÖR ALLMÄNHETEN

Den 3 september 2020 ordnade arbets- och näringsministeriet ett möte för allmänheten där man behandlade bedömningsprogrammet. Fortum ansvarade för de praktiska arrangemangen inför evenemanget. Sex personer var på plats under mötet för allmänheten och ytterligare cirka 50 personer följde evenemanget online. Under mötet behandlades bland annat eventuella investeringsbehov, mottagningen av radioaktivt avfall som uppkommer på andra håll i Finland samt anläggningens öde efter avvecklingen. Allmänheten ställde också en fråga om de olika alternativens konsekvenser för värdet på fastigheterna i närområdet.

5. Kontaktmyndighetens utlåtande

Arbets- och näringsministeriets utlåtande grundar sig på kraven i MKB-lagen och -förordningen (MKBK 16, 18 §, MKBF 3 §) samt på utlåtanden och åsikter som inkommit om bedömningsprogrammet.

Det MKB-program som Fortum Power and Heat Oy utarbetat uppfyller kraven på innehållet enligt 3 § i MKB-förordningen. Enligt de inlämnade utlåtandena anses bedömningsprogrammet till största delen vara uttömmande. Ministeriet anser att bedömningsprogrammet är en tillräckligt omfattande och noggrann plan för bedömning av projektets miljökonsekvenser, under förutsättning att de omständigheter som tas upp i detta utlåtande beaktas när projektet framskrider och i de senare skedena av MKB-förfarandet. I utlåtandena och åsikterna har dessutom framförts andra frågor, observationer och åsikter som den projektansvarige gör klokt i att beakta.

Den projektansvarige utreder konsekvenserna av projektet och dess alternativ utifrån bedömningsprogrammet och kontaktmyndighetens utlåtande. I miljökonsekvensbeskrivningen ska enligt 4 § 15 punkten i MKB-förordningen ingå en utredning av hur kontaktmyndighetens utlåtande om bedömningsprogrammet har beaktats.

5.1 PROJEKTBESKRIVNING OCH ALTERNATIV

Enligt 3 § i MKB-förordningen ingår i bedömningsprogrammet en beskrivning av projektet, dess syfte, planering, lokalisering, storlek, markanvändningsbehov och projektets anknytning till andra projekt. Programmet innehåller också uppgifter om den projektansvarige, en uppskattning av tidsplanen för planering och genomförande av projektet och uppgifter om de planer och tillstånd som genomförandet av projektet förutsätter.

Enligt MKB-förordningen ska bedömningsprogrammet innehålla uppgifter om sådana skäliga alternativ som är beaktansvärda vad gäller projektet och dess säregenskaper. Ett alternativ ska vara att avstå från att genomföra projektet. Fastställandet och granskningen av alternativen är centrala delar av MKB-förfarandet, eftersom avsikten är att producera information om konsekvenserna av de alternativa lösningarna och försöka minska de skadliga miljökonsekvenserna som projektet orsakar.

5.1.1 FORTSATT DRIFT

Projektalternativ 1 omfattar fortsatt drift av kraftverket i maximalt cirka 20 år. I bedömningsprogrammet anges att verksamheten vid kraftverket ska vara av samma typ som i nuläget och att inga höjningar av den termiska effekten planeras.

Fortsatt drift kan emellertid kräva vissa moderniserings- och byggarbeten. Mellanlagringen av använt bränsle ska utvidgas eller dess kapacitet ska höjas. I anslutning till kylvattenintaget ska vissa vattenbyggnadsarbeten eventuellt göras för att sänka temperaturen på kraftverkets kylvatten. En del gamla byggnader, såsom mottagningslagret och avloppsreningsverket kan komma att ersättas med nya byggnader, och ändringar av kraftverkets bruks- och avloppsvattenanslutningar kan komma i fråga.

I alternativ 1 beaktas också förberedelser inför avveckling av kraftverket, som inkluderar bland annat en utvidgning och användning av slutförvaret för LOMA fram till cirka 2090 innan det tas ur drift, samt beredning och drift av de delar av anläggningen som blir självständiga samt till slut deras avveckling.

5.1.2 Nollalternativ

Bedömningsprogrammet innehåller två nollalternativ (ALTO, ALTO+), enligt vilka kärnkraftverket i Lovisa ska avvecklas när de nuvarande drifttillstånden upphör att gälla. Alternativen är i övrigt desamma, men i alternativet O+ ska kärnkraftverket dessutom ha möjlighet att hantera, mellanagra och slutförvara även små mängder radioaktivt kärnavfall som uppkommit någon annanstans i Finland.

I MKB-programmet avses med avveckling rivning av kraftverkets radioaktiva system och apparatur samt slutförvaring av avvecklingsavfallet som uppkommer. Förberedelser för avvecklingen görs under driften bland annat genom att utvidga slutförvaret för LOMA så att radioaktivt avfall som uppkommer vid avvecklingen kan slutförvaras där. Dessutom ska vissa funktioner och anläggningar med anknytning till avfallshanteringen göras självständiga i samband med avvecklingen. Enligt bedömningsprogrammet ska avvecklingen av kraftverksenheterna förläggas till åren 2030–2040.

Driften av slutförvaret för LOMA fortsätter till cirka 2065. För avvecklingen av kraftverket behövs ett avvecklings-tillstånd. Bestämmelser om avvecklingen finns i kärnenergilagen och -förordningen samt i Strålsäkerhetscentralens föreskrifter och anvisningar.

5.1.3 Jämförelse av alternativen

Jämförelsen av projektalternativen och deras miljökonsekvenser är en viktig del av MKB-förfarandet. I bedömningsprogrammet anges att man under förfarandet kommer att jämföra miljökonsekvenserna av att genomföra projektet eller låta bli att genomföra det samt skillnaderna mellan dessa. I bedömningsarna av miljökonsekvensernas betydelse beaktas både förändringens storlek och det påverkade objektets känslighet. Konsekvenserna grupperas enligt betydelse i ringa, relativt stora, stora och mycket stora konsekvenser. Konsekvenserna kan vara antingen positiva eller negativa med tanke på miljön.

5.2 KONSEKVENSER OCH UTREDNING AV DESSA

I bedömningsprogrammet beskrivs nuläget och utvecklingen av miljön inom projektets sannolika influensområde. I programmet har specificerats preliminära bedömnings- och influensområden, vars omfattning har bedömts enligt deras inverkan.

Bedömningsprogrammet innehåller förslag till miljökonsekvenser som identifierats och ska bedömas, inklusive gränsöverskridande miljökonsekvenser och samarbete med andra projekt samt motiveringar till avgränsningen av bedömningsområdena.

Utifrån de preliminära planeringsuppgifterna är den mest betydande miljökonsekvensen vid fortsatt drift enligt programmet värmebelastningen från kraftverkets kylvatten för det omgivande havsområdet. På motsvarande sätt har den mest betydande miljökonsekvensen vid förberedelserna inför avveckling preliminärt identifierats som inverkan av schaktningen vid utvidgningen av slutförvaret för LOMA. De viktigaste miljökonsekvenserna av avvecklingen uppkommer enligt en preliminär bedömning vid rivning av radioaktiva anläggningsdelar samt vid hantering, transport och slutförvaring av avfall.

De utredningar av miljökonsekvenser som utarbetats och planerats samt de metoder som använts och tillhörande antaganden beskrivs i programmet. Utöver att använda tidigare gjorda utredningar görs också särskilda utredningar som en del av bedömningen. Sådana utredningar är till exempel en utredning av skadliga ämnen i sedimentet på botten samt en bedömning av de regionalekonomiska konsekvenserna. Enligt bedömningsprogrammet är osäkerhetsfaktorer förknippade med bedömningen och dessa faktorerers betydelse beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen, där det dessutom ingår en utredning av hur man förebygger och lindrar negativa konsekvenser. I samband med bedömningen av miljökonsekvenserna granskas och uppdateras vid behov det befintliga uppföljningsprogrammet för miljökonsekvenser.

Därefter lägger ministeriet fram några detaljer som den projektansvarige gör klokt i att beakta när arbetet med projektet fortsätter.

5.2.1 Fortsatt drift och anläggningens åldringshantering

Projektalternativ 1 omfattar fortsatt drift av kraftverket i maximalt cirka 20 år. I bedömningsprogrammet anges att man förbereder sig inför åldrandet av system, konstruktioner och anordningar med lösningar i planeringsskedet, genom övervakning under lyftes och genom att hålla anläggningen driftduglig tills den avvecklas. I bedömningsprogrammet nämns också de åtgärder som på senare år har vidtagits för att modernisera anläggningen och konstateras att kraftverket har utmärkta tekniska och säkerhetsmässiga förutsättningar att fortsätta driften efter den nuvarande drifttillståndspanperioden.

I utlåtandena förekom varierande åsikter om den fortsatta driften. En stor del av de finländska remissinstanserna uppgav att de stöder fortsatt drift för kraftverket. Ståndpunkten motiverades bland annat med anläggningens utmärkta drifthistoria, högklassiga säkerhetskulturer, tidigare moderniseringsåtgärder, utsläppsminskningens mål och sysselsättningseffekten.

I utlåtandena från Österrike och de tyska delstaterna samt i medborgarorganisationernas och medborgarnas ställningstaganden motsatte man sig en fortsättning på driften. Som motiveringar lyftes fram i synnerhet de ökade kärnsäkerhetsriskerna på grund av anläggningens ålder, såsom strålningsförspridningen av tryckkärlet. Enligt Greenpeace borde bedömningsförfarandet inkludera ett scenario där kärnkraftverket körs ner i förtid på grund av ett fel i anläggningen. Även Litauen betonade vikten av åldringshantering i sitt utlåtande.

Enligt STUK och den svenska strålsäkerhetsmyndigheten borde i miljökonsekvensbeskrivningen behandla hur principen om bästa tillgängliga teknik kan tillämpas för att minska utsläppen, i synnerhet om anläggningens drift fortsätter. Enligt Österrikes utlåtande ska MKB-beskrivningen inkludera en beskrivning av den aktuella nivån på vetenskapen och tekniken samt en redogörelse för alla fall där man avviker från dessa. I beskrivningen bör också listas alla planerade åtgärder för att främja livslängden och säkerheten.

Enligt arbets- och näringsministeriet är det viktigt att riskfaktorerna med anknytning till fortsatt drift eller avveckling samt konsekvenserna av anläggningens åldrande utreds samt att metoderna för att förebygga och lindra negativa konsekvenser bedöms omsorgsfullt. STUK bedömer säkerheten i fråga om fortsatt drift eller avveckling senare, i samband med behandlingen av tillståndsansökan.

Ministeriet anser att beskrivningen ska innehålla detaljer om de metoder som används till att övervaka och minska följderna av åldrandet. Särskilt viktigt är det att beskriva metoden som används till att förebygga eventuella risker för en olycka och till följd av den för stora utsläpp, såsom tryckkärlets ålder. Beskrivningen bör också behandla hur principen om bästa tillgängliga teknik kan tillämpas för att minska eller förebygga utsläpp.

5.2.2 Kylvattenintag, vattenbyggande, konsekvenser för vattenmiljön och alla levande organismer i den

Enligt bedömningsprogrammet är den mest betydande miljökonsekvensen vid fortsatt drift värmebelastningen från kraftverkets kylvatten för det omgivande havsområdet. I samband med alternativ 1 berättas om eventuella vattenbyggnadsarbeten utanför kylvattenintaget och i det omgivande havsområdet. Syftet är att sänka temperaturen på kylvattenintaget och eventuellt också på utloppet. I programmet identifieras att miljökonsekvenser kan uppkomma av muddring, schaktning och byggandet av en ny vallkonstruktion i samband med vattenbyggnadsarbetena.

Konsekvenserna med anknytning till kylvattenintaget lyftes fram i flera utlåtanden. Lovisa stads byggnads- och miljönamnd anser det särskilt viktigt att bedöma alla åtgärder i förfarandet, för att kunna minska den värmebelastning som avleds i havet. Enligt Geologiska forskningscentralen är det viktigt att beakta inverkan av uppvärmningen av havsvattnet till följd av klimatförändringen på temperaturen på vattnet som avleds i havet.

STUK förutsätter att man inom förfarandet utreder mängderna konstgjorda radioaktiva ämnen i sedimenten inom muddringsområdet och bedömer om dessa eventuellt frigörs i miljön i samband med muddringsarbetena. I kylvattenmodelleringen som beaktar den nya vallkonstruktionen bör man fästa uppmärksamhet vid hur förändringar i flödesfälten inverkar på hur radioaktiva ämnen transporteras genom utloppet. NTM-centralen i Nyland anser också att beskrivningen bör precisera uppgifterna om skadliga ämnen i sedimenten, vattenbyggnadsarbetenas inverkan på flödesförhållandena samt kylvattenmodelleringen.

Borgå stad påminner om att bedömningen av konsekvenserna för vattenmiljön bör beakta den samlade effekten av olika faktorer, såsom värmebelastningen, grumlingen av vattnet och kväveutsläppen. I jord- och skogsbruksministeriets samt NTM-centralens utlåtande fästs uppmärksamhet vid konsekvenserna för alla levande organismer i vattenmiljön. I utlåtandet uppmanar myndigheterna till att iaktta försiktighetsprincipen och konstaterar att åtgärder bör undvikas exempelvis i viktiga lek- och förekomstområden för fiskbestånden.

Bruksvattnet som används vid kärnkraftverket i Lovisa tas för närvarande från Lappomträsket. Lovisa stads byggnads- och miljönamnd samt NTM-centralen i Nyland anser det viktigt att utreda konsekvenserna av de olika projektalternativen på Lappomträsket, dess omgivning och Lappomviken. Området lyftes fram också i ett utlåtande från en medborgare, som behandlade övergödningen och sänkningen av vattennivån i Lappomviken och Lappomträsket samt att fågelbeståndet i trakten försvinner.

I utlåtandena togs också ställning till storleken på övervakningsområdet för kondensvattnet samt till hur olägenheterna av muddringen kan minskas genom valet av tidpunkt, hur de levande organismerna i området kan skyddas och hur konsekvenserna för det marina ekosystemet kan bedömas.

Ministeriet anser att kylvattnets verkningar utgör den viktigaste miljökonsekvensen vid kärnkraftverkets normala drift. I de modelleringar som ska göras på grund av detta ska man dra nytta av all tillgänglig information i samband med granskningen av värmebelastningens miljökonsekvenser. I modelleringen ska också beaktas klimatförändringens inverkan på den belastning som anläggningen orsakar miljön. Beräkningen av den miljöbelastning som kylvattnet orsakar ska göras konservativt och resultaten ska presenteras på ett åskådligt sätt. Ministeriet konstaterar också att bedömningen av miljökonsekvenser i vattenmiljön inte ska begränsas till endast kylvatten, utan konsekvenserna ska bedömas med hela anläggningens verksamhet i åtanke.

5.2.3 Exceptionella situationer och olyckor

Enligt bedömningsprogrammet ska MKB-beskrivningen inkludera en modellering av en allvarlig reaktorolycka, där man antar att 100 TBq av nukliden Cs-137 frigörs vid olyckan. Mängden motsvarar gränsvärdet för en allvarlig olycka enligt kärnenergiförordningen. Bedömningsområdet i olycksmodelleringen som ingår i bedömningsprogrammet sträcker sig 1 000 km från kraftverket. I beskrivningen är avsikten att behandla också andra exceptionella situationer, såsom bränder eller risksituationer med anknytning till transporter samt konventionella miljö- och säkerhetsrisker.

Flera olika remissinstanser fäste uppmärksamhet vid olycksmodelleringen som ingår i bedömningsprogrammet. I utlåtandena från bland annat Österrike samt flera av medborgarorganisationerna och medborgarna ansågs källtermen och influensområdet som använts i modelleringen för små för bedömningen av miljökonsekvenserna. Medborgarorganisationerna hänvisade till forskningsprojektet flexRISK. Även danska Beredskapsstyrelsen lade i sitt utlåtande fram att en mer realistisk källterm bör användas och olika isotopblandningar behandlas i bedömningen av hälso- och miljökonsekvenserna. Beredskapsstyrelsen meddelar dock att man godkänner användningen av den valda källtermen för att underlätta beräkningen. Natur och Miljö rf anför att flera olika olycksscenarion bör granskas i bedömningsförfarandet.

Svenska Jordbruksverket konstaterar att förfarandet bör granska på vilka sätt radioaktiva ämnen som frigörs i samband med en olycka påverkar jordbruket, djurhållningen, fisket, renskötseln, odlingen, landsbygden och skogsbruket i Sverige. Sametinget betonar konsekvenserna av en eventuell olycka för renskötseln.

Arbets- och näringsministeriet konstaterar att i Finland (22 b § i kärnenergiförordningen) anges 100 TBq cesium-137 som gränsvärde för ett stort utsläpp och detta värde har använts som källterm, eftersom den beskriver en olycka i klass INES 6 i de finländska miljökonsekvensbedömningarna. I flera utlåtanden och åsikter har emellertid framförts önskemål om att en mer realistisk källterm ska inkluderas i granskningen av uppgifterna. Ministeriet anser det vara ändamålsenligt att den projektansvarige lägger till en jämförelse mellan

den använda källtermen och ett mer realistiskt utsläpp som beräknats för anläggningen som granskas. Samtidigt är det också till den projektansvariges fördel att klarlägga med vilka säkerhetsprinciper för anläggningen man försöker förhindra ett stort utsläpp i samband med allvarliga olyckor.

Dessutom konstaterar arbets- och näringsministeriet att man i bedömningar av konsekvenserna av exceptionella situationer och olyckor inte bör begränsa sig till endast skyddszonen eller beredskapsområdet för räddningsinsatser. I MKB-beskrivningen ska enligt MKB-förordningen ingå olycksscenarion som orsakar olika utsläpp och influensområdenas omfattning samt utsläppens konsekvenser för människorna och naturen ska beskrivas på ett åskådligt sätt.

5.2.4 Externa hot

I bedömningsprogrammet konstateras att de risker som klimatförändringen medför, såsom översvämningar och höjningen av havsnivån, kommer att behandlas i miljökonsekvensbeskrivningen. Jord- och skogsbruksministeriet, NTM-centralen i Nyland och Finlands naturskyddsförbund fäster uppmärksamhet vid den bristfälliga behandlingen av klimatförändringens konsekvenser i programmet.

Jord- och skogsbruksministeriet påminner om att beaktandet av de risker som klimatförändringen medför ska främjas i projekt som är förknippade med särskilda klimatrisker till följd av verksamhetens karaktär eller den långa driftstiden. Ministeriet konstaterar att översvämningens risker borde ha behandlats i programmet även som en separat faktor utan koppling till klimatförändringen.

Enligt Finlands naturskyddsförbund kan konsekvenserna av klimatförändringen inkludera till exempel en accelererad höjning av havsnivån, stigande havsvattentemperaturer, ökad avrinning av sediment till följd av kraftigare nederbörd, massförekomster av nya arter samt översvämningar.

Förbundet anser att bedömningen av miljökonsekvenserna bör grunda sig på de förutspådda förhållandena närmare slutet av den fortsatta drifttiden. Arbets- och näringsministeriet konstaterar att de externa hoten mot projektet samt riskerna till följd av klimatförändringen ska beaktas när projektets säkerhet bedöms. STUK bedömer projektets säkerhet senare, i samband med behandlingen av tillståndsansökan. Arbets- och näringsministeriet anser dock att en bedömning av fenomen som klimatförändringen orsakar vid anläggningen samt beredskapen för dessa bör ingå i beskrivningen.

5.2.5 Konsekvenser för klimatet

I bedömningsprogrammet konstateras att inverkan på klimatförändringen granskas utifrån de växthusgasutsläpp som verksamheten ger upphov till. I bedömningsprogrammet granskas dessutom koldioxidutsläppen av olika energiproduktionsformer utifrån bland annat undersökningar av livscykeln för olika bränslen.

NTM-centralen i Nyland konstaterar att det är viktigt att projektets klimatkonsekvenser beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen under en separat rubrik samt att konsekvenserna av byggande och avveckling samt konsekvenserna på lång sikt anges separat. I bedömningen av klimatkonsekvenserna bör det enligt NTM-centralen specificeras om konsekvenserna av kärnbränslets produktionskedja och slutförvaringen av det använda bränslet ingår i granskningen. Därutöver kan det också vara bra att ställa projektalternativens direkta klimatkonsekvenser i relation till både de nationella klimatmålen och de regionala målen.

I sina utlåtanden framförde Natur och Miljö, Vesiluonnon puolesta ry samt flera EU-medborgare att bedömningsförfarandet borde beakta också bränsleförsörjningens miljökonsekvenser. De Gröna i Lovisanejden rf anser att miljökonsekvensbeskrivningen bör inkludera en tabell där koldioxidutsläppen från olika elproduktionsformer jämförs med beaktande av hela livscykeln.

Enligt Borgå stad bör metoden för beräkning av projektets koldioxidutsläpp förtydligas i miljökonsekvensbeskrivningen. Jord- och skogsbruksministeriet betonar för sin del vikten av att beakta klimatförändringen i synnerhet ifall anläggningen avvecklas.

Ministeriet anser det ändamålsenligt att den projektansvarige granskar inverkan på klimatförändringen utifrån de växthusgasutsläpp som verksamheten ger upphov till samt jämför olika energiproduktionsformer med beaktande av olika bränslens livscykel.

5.2.6 Energimarknaden

Enligt bedömningsprogrammet granskas konsekvenserna för elmarknaden med beaktande av tidsplanen för de olika projektalternativen. I programmet konstateras att det är svårt att bedöma produktionsformen för ersättande el eller var den skulle vara placerad.

I utlåtanden tog organisationerna ställning till prognoserna gällande Finlands elproduktion och -förbrukning. NTM-centralen i Nyland och Borgå stad ansåg att bedömningsprogrammet bör redogöra för anläggningens andel av Finlands elproduktion på ett mer genomskådligt sätt.

Uppgifterna bör också inkludera en prognos för kraftverkets andel och utvecklingen av Finlands elmarknad på lång sikt. Enligt Borgå stad skulle det underlätta jämförelsen av olika energiproduktionsformer. Österrike framför att förfarandet bör behandla olika scenarion för framtidens elektricitetsbehov och olika alternativ till elproduktion.

Greenpeace tillägger att förfarandet också bör beakta de totala ekonomiska konsekvenserna av projektet.

Ministeriet anser att granskningen av konsekvenserna för elmarknaden med beaktande av tidsplanen för de olika projektalternativen är ändamålsenlig. Resultaten samt granskningens utgångspunkter ska uttryckas på ett klar och genomskådligt sätt. Ministeriet konstaterar också att den projektansvarige är ett företag som producerar och säljer elektricitet. Det är statsmaktens uppgift att göra riksomfattande granskningar av energiförsörjningen. Ministeriet påpekar dessutom att statsrådet under ledning av arbets-

näringsministeriet för närvarande bereder en ny klimat- och energistrategi, där målet i enlighet med statsminister Sanna Marins regeringsprogram är att Finland ska vara klimatneutralt före 2035.

5.2.7 Inverkan av fortsatt drift på kärnavfallshanteringen

Fortsatt drift av kraftverket ökar mängden låg- och medelaktivt kärnavfall som samlas samt den totala mängden använt kärnbränsle. Programmet bedömer att fortsatt drift i ungefär 20 år skulle ge upphov till ytterligare cirka 600 m³ förpackat lågaktivt och 2 400 m³ förpackat medelaktivt kärnavfall.

Kärnavfallshanteringens metoder skulle dock huvudsakligen förbli oförändrade och kapaciteten i slutförvaret för LOMA bedöms räcka till slutförvaring också av det kärnavfall som uppkommer under fortsatt drift. Enligt Geologiska forskningscentralen har omfattningen av schaktningen i fall av fortsatt drift dock framställts på ett otydligt sätt och bedömningsprogrammet ger inte tillräckligt tydlig information om vilka krav i synnerhet den ökade mängden medelaktivt avfall ställer på schaktningen av ytterligare utrymme i slutförvaret för LOMA.

Enligt en preliminär bedömning skulle den viktigaste förändringen med anknytning till kärnavfallshanteringen som orsakas av fortsatt drift inriktas på mellanlagringen av använt kärnbränsle vid kärnkraftverket i Lovisa. Mängden använt bränsle förväntas uppgå till 24 ton uran (UO₂) per år. Fortsatt drift i ungefär 20 år skulle öka mängden använt kärnbränsle med en mängd som motsvarar knappt 500 ton uran.

Enligt programmet ökas kapaciteten för mellanlagring av använt kärnbränsle genom en utvidgning av mellanlagret eller genom att kompaktera kärnbränslet mer än i nuläget i mellanlagrets bassänger. Kylningsbehovet för det använda kärnbränslet i mellanlagret förväntas inte öka nämnvärt trots den ökade mängde bränsle, eftersom bränslets värmeproduktion minskar kontinuerligt under tiden i mellanlagret. Vid behov är det dock möjligt att utöka kylningskapaciteten.

NTM-centralen i Nyland konstaterar att det är viktigt att miljökonsekvensbeskrivningen visar utifrån vilket alternativ miljökonsekvenserna av den ökade kapaciteten för mellanlagring av använt kärnbränsle bedöms. Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten i Sverige bör utökningen av mellanlagringen av använt kärnbränsle betonas i MKB-förfarandet, eftersom den ökar risken för frigörelse av långlivade nuklider. Natur och Miljö rf framhåller att om mellanlagringen av använt kärnbränsle förverkligas genom att kompaktera kärnbränslet mer än i nuläget i mellanlagrets bassänger, ska alternativet framställas i tillräcklig detalj i miljökonsekvensbeskrivningen för att bedöma säkerheten.

Avsikten är att det använda kärnbränslet efter mellanlagringen ska föras till slutförvaring vid Posiva Oy:s slutförvaringsanläggning i Olkiluoto i Euraåminne. I sitt utlåtande lyfter Strålsäkerhetscentralen fram möjligheten att det vid eventuell fortsatt drift uppkommer mer använt bränsle än tidigare beaktats i tillståndsförfarandena för Posivas slutförvaringsprojekt. I sitt eget utlåtande konstaterar Posiva Oy dock att principbeslutet och byggnadstillståndet som

beviljats för slutförvaringsprojektet möjliggör slutförvaring av bränslet med beaktande av ovan nämnda tillägg.

I Österrikes utlåtande samt i flera organisationers och medborgares ställningstaganden ifrågasätts säkerheten vid slutförvaringsanläggningen för använt kärnbränsle. I synnerhet den forskning i kopparkorrosion som gjorts med anknytning till KBS-3-metoden tas upp. Enligt Österrike bör man ta ställning till detta i miljökonsekvensbeskrivningen. Greenpeace framför dessutom att kärnavfallshanteringen i allmänhet bör behandlas i större utsträckning i förfarandet, särskilt med tanke på slutförvaringen.

Arbets- och näringsministeriet konstaterar att metoderna för kärnavfallshantering trots den ökade mängden kärnavfall som fortsatt drift medför förblir huvudsakligen oförändrade och att det är möjligt att utöka kapaciteten vid behov. Ministeriet bedömer konsekvenserna av den ökade mängden låg- och medelaktivt kärnavfall och använt kärnbränsle regelbundet som en del av kärnavfallshanteringen vid kärnkraftverket i Lovisa som helhet. Den ökade mängden använt kärnbränsle och dess inverkan på Posiva Oy:s verksamhet ska beaktas vid behov.

STUK bedömer kärnavfallshanteringens säkerhet vid kärnkraftverket i Lovisa i samband med behandlingen av eventuella ansökningar om drifttillstånd. STUK bedömer också säkerheten vid slutförvaringsanläggningen för använt kärnbränsle i samband med behandlingen av Posivas ansökan om drifttillstånd. Enligt ministeriet räcker det i detta skede med att Fortum sköter om att utredningen med anknytning till kopparkorrosionen görs, till exempel av Posiva Oy som en del av förberedelserna för ansökan om drifttillstånd för inkapslings- och slutförvaringsanläggningen. I beskrivningen ska dessutom preciseras utifrån vilket alternativ man bedömer miljökonsekvenserna av den ökade kapaciteten för mellanlagring av använt kärnbränsle.

5.2.8 Avveckling samt självständig drift av mellanlagret för använt kärnbränsle, lagret för vätskeformigt avfall, solidifieringsanläggningen och slutförvaret för LOMA

Efter att drifttiden avslutats vid kärnkraftverket i Lovisa ska kraftverksenheterna avvecklas. Kärnkraftverkets avvecklingsstrategi är omedelbar rivning. Rivningen föregås dock av en förberedelsefas som pågår i några år. Två alternativa tidpunkter för avvecklingen läggs fram i bedömningsprogrammet. Enligt alternativ 1 ska anläggningen avvecklas 2050–2060. Enligt alternativen 0 och 0+ ska anläggningen avvecklas redan efter att det nuvarande drifttillståndet upphört att gälla 2030–2040.

Kärnkraftverket i Lovisa har en avvecklingsplan som följer avvecklingsstrategin. Avvecklingsplanen utgår för närvarande från att kärnkraftverkets livslängd är 50 år och att kraftverket avvecklas efter att det nuvarande drifttillståndet upphört att gälla 2030–2040. I avvecklingsplanen presenteras alla faser med anknytning till avvecklingen och de aktuella planerna för de olika faserna. Avvecklingsplanen utvärderas regelbundet och planen preciseras utifrån erfarenheter

från driften av kraftverket, respons från myndigheterna samt uppföljning inom ramen internationella projekt mot den slutliga avvecklingsplanen innan avvecklingen genomförs.

Själva avvecklingen genomförs i två faser. Under den första fasen görs driften av mellanlagret för använt kärnbränsle, lagret för vätskeformigt avfall, solidifieringsanläggningen och slutförvaret för LOMA självständiga, och kraftverksenheterna rivs. Under den andra fasen, efter att mellanlagringen av använt kärnbränsle har upphört, det vill säga tidigast på 2060-talet, rivs de återstående anläggningarna och slutförvaret för LOMA försluts.

Avvecklingen och rivningen av kärnkraftverket i Lovisa producerar stora mängder låg- och medelaktivt avfall, men efter drifttiden samlas inte längre mer använt bränsle. Avvecklingen medför en stor mängd arbete med att sortera, packa, transportera och slutförvara avfallet. Enligt programmet är den totala mängden avvecklingsavfall som ska slutförvaras cirka 25 000 m³.

I bedömningsprogrammet har en eventuell strålningsexponering av personalen preliminärt identifierats som en av de viktigaste miljökonsekvenserna vid rivning av radioaktiva anläggningsdelar samt vid hantering, transport och slutförvaring av avfall. Dessutom kan processvattnet, som behandlas och leds renat ut i havet, ge upphov till konsekvenser. Även andra miljökonsekvenser med anknytning till avvecklingen har preliminärt identifierats.

Ministeriet anser att programmets avsnitt som behandlar avvecklingen är uttömmande. Ministeriet bedömer regelbundet den aktuella avvecklingsplanen för kärnkraftverket i Lovisa. I avvecklingsplanen behandlas också strålskyddsplanerna för personalen. Ministeriet har i sin föregående bedömning fäst uppmärksamhet vid planens omfattning i fråga om driften av de anläggningar som blir självständiga och preliminärt också deras avveckling. Den slutliga avvecklingsplanen för kärnkraftverket i Lovisa godkänns under tillståndsproccessen som gäller avvecklingen av STUK.

5.2.9 Utvidgning, drift och förslutning av slutförvaret för LOMA

Enligt programmet utvidgas slutförvaret för LOMA för slutförvaring av avvecklingsavfallet medan kärnkraftverket i Lovisa ännu är i drift. Om kärnkraftverket i Lovisa övergår till avvecklingsfasen efter att det nuvarande drifttillståndet upphört att gälla (ALTO och ALTO+) blir det aktuellt med en utvidgning redan i slutet av 2020-talet och i annat fall (ALT1) i slutet av 2040-talet.

Slutförvarshallen för avvecklingsavfallet har planerats i anslutning till de nuvarande slutförvarshallarna för avfall som samlas under driften på så sätt hallarna bildar en enhetlig och fungerade anläggning. Slutförvarshallarna ligger under marken cirka 110 meter under havsytan.

Schaktningen och den tillfälliga förvaringen av schaktmassor har identifierats i programmen som den viktigaste miljökonsekvensen av förberedelserna för avveckling. Enligt programmet är utvidgningsbehovet för att kunna förvara avvecklingsavfallet cirka 57 000 m³.

Geologiska forskningscentralen (GFC) konstaterar i sitt utlåtande att behovet av att utvidga slutförvaret för LOMA är betydande. GFC konstaterar också att det i samband med bedömningen bör granskas om Hästholmens berg-grundsmodell behöver uppdateras, i synnerhet med tanke på de konstruktioner som leder vatten. Planeringen av utvidgningen ska grunda sig på aktuell strukturgeologisk och hydrogeologisk information. Även behovet av att uppdatera uppföljningsprogrammen för miljökonsekvenser ska preciseras med tanke på konsekvenserna av de olika alternativen. Bland annat uppvärmningen av klimatet, förändringarna i nederbörds mängden och de allt kortare vintrarna inverkar på uppföljningen av berggrundvattnet.

Enligt NTM-centralen i Nyland är det viktigt att miljökonsekvensbeskrivningen innehåller en modell som grundar sig på de senaste undersökningarna av förhållandena i jordmånen, berggrunden och grundvattnet samt en uppskattning av mängden läckvatten som samlas i bergrummen. NTM-centralen anser dessutom att användningen av schaktmassorna som uppkommer i samband med utvidgningen av slutförvaret för LOMA bör preciseras i miljökonsekvensbeskrivningen.

Enligt programmet fortsätter användningen av slutförvaret fram till 2060-talet (ALTO, ALTO+) eller till cirka 2090 (ALT1). När driften avvecklats försluts slutförvarshallarna som innehåller barriärer och körtunneln genom att fylla igen dem. Därefter sköter myndigheterna eftertillsynen i området.

Enligt programmet bedöms säkerheten på lång sikt efter att slutförvaret för LOMA förslutits som en del av bedömningen av miljökonsekvenserna. År 2018 gjorde den projektansvarige upp en säkerhetsanalys angående slutförvaringen av radioaktivt avfall som uppstår under driften och avvecklingen av Lovisa kraftverk. Säkerhetsanalysen är en helhet av handlingar med vilken man påvisar att kraven beträffande långtidssäkerhet vid slutförvaring uppfylls. I MKB-beskrivningen kommer man enligt programmet att presentera de viktigaste resultaten av säkerhetsanalysen som STUK godkände 2019 och separat bedöma bland annat konsekvenserna för långtidssäkerheten av en förlängning av kraftverkets drifttid.

Enligt arbets- och näringsministeriet är det viktigt att den projektansvarige bedömer om modellerna av förhållandena i jordmånen, berggrunden och grundvattnet är aktuella, samt mängden läckvatten som samlas i bergrummen och behovet av att uppdatera uppföljningsprogrammen. Även användningen av schaktmassorna som uppkommer i samband med utvidgningen av slutförvaret för LOMA ska preciseras i miljökonsekvensbeskrivningen. Utvidgningen av slutförvaret för LOMA är betydande jämfört med den befintliga omfattningen. Livslängden på slutförvaret för LOMA förlängs i de framlagda alternativen så att den är längre än det nuvarande tillståndet tillåter. Den längre livslängden kräver att ett nytt drifttillstånd ansöks för slutförvaret. Slutförvarets nuvarande drifttillstånd gäller fram till 2055.

Ministeriet anser att miljökonsekvensbeskrivningen klart och tydligt ska lyfta fram det framtida tillståndsförfarandet för slutförvaret för LOMA, med beaktande av utvidgnings-

behovet och allt det radioaktiva avfall som ska slutförvaras enligt drifttillståndet. I längden på drifttillståndet ska i mån av möjlighet beaktas också förslutningen av slutförvaret, eftersom slutförvaringsanläggningar enligt gällande kärnenergilag försluts med stöd av drifttillståndet. Strålsäkerhetscentralen bedömer säkerheten i slutförvaret för LOMA på lång sikt i samband med drifttillståndsförfarandet.

5.3 SAMARBETE KRING KÄRNAVFALLSHANTERINGEN

Alternativen 1 och 0+ inkluderar möjligheten att ta emot, hantera, mellanlagra och slutförvara små mängder radioaktivt kärnavfall som uppkommit någon annanstans i Finland. Avfallet som uppkommit på annat håll är vanligtvis avfall som uppkommit inom industrin, vid universiteten, vid forskningsanstalterna och på sjukhusen. I programmet bedöms att avfallet som uppstått på andra håll i Finland och tas emot av Lovisa kraftverk uppgår till högst 2 000 m³, vilket är en bråkdel av allt kärnavfall som ska slutförvaras. VTT anser att den mängd avfall som läggs fram i bedömningsprogrammet som avfall från annat håll i Finland är tillräcklig beredskap.

Avsikten är också att slutförvara avfallet från VTT:s forskningsreaktor FiR 1 samt drifts- och avvecklingsavfallet från forskningslaboratoriet på Otsvängen 3 vid kraftverket i Lovisa. Fortum och VTT har ingått avtal om rivningen av forskningsreaktorn samt om avfallshanteringstjänster för forskningsreaktorn och forskningslaboratoriet som ska läggas ned. Ett annat alternativ vid avvecklingen av forskningsreaktorn är att mellanlagra använt och oanvänt bränsle vid kraftverket i Lovisa. För att transportera VTT:s avfall till kraftverksområdet i Lovisa behövs ett tillstånd enligt kärnenergilagen.

I utlåtandena förhåller sig remissinstanserna till största delen positivt till mottagandet av avfall som uppkommit på andra håll i Finland vid kraftverket i Lovisa. VTT samt Natur och Miljö rf konstaterar att det är viktigt med tanke på Finlands hantering av radioaktivt avfall på nationell nivå att sådant avfall kan tas emot i Lovisa. Enligt Natur och Miljö rf bör Finland ta ansvaret för slutförvaringen av sådant avfall. De Gröna i Lovisanejden rf anser att förfarandet bör inkludera ett alternativ med fortsatt drift av kraftverket, men ingen mottagning av avfall från andra håll i Finland till anläggningen.

Enligt STUK bör miljökonsekvensbeskrivningen också inkludera uppgifter om den uppskattade graden av aktivitet, nuklidsammansättningen och de radioaktiva ämnenas fysikaliska och kemiska tillstånd i avfallet som kommer till kraftverket i Lovisa från andra delar av Finland.

Enligt arbets- och näringsministeriets åsikt ska det finnas en behandlings- och slutförvaringslösning för allt radioaktivt avfall som uppkommit i Finland. Behandlingen och slutförvaringen av avfall från andra håll i Finland i kärnkraftverksområdet i Lovisa kompletterar den nationella hanteringen av radioaktivt avfall som helhet. Ministeriet anser att den projektansvarige har möjlighet att precisera uppgifterna som STUK lyft fram angående avfallets egenskaper på en

relativt allmän nivå i miljökonsekvensbeskrivningen. Strålsäkerhetscentralen bedömer säkerheten för hanteringen av radioaktivt avfall som uppkommit på annat håll i Finland som en del av avfallshanteringen som helhet vid kärnkraftverket i Lovisa i samband med tillståndsförfarandena som gäller kärnkraftverket och slutförvaret för LOMA.

5.4 DEN PROJEKTANSVARIGES OCH KONTAKTMYNDIGHETENS KOMPETENS

Bedömningsprogrammet innehåller uppgifter om kompetensen hos de personer som utarbetat programmet. Ministeriet anser att den projektansvarige har tillgång till tillräcklig sakkunskap om utarbetandet av ett program för miljökonsekvensbedömning.

I egenskap av kontaktmyndighet har arbets- och näringsministeriet säkerställt att dess egen personal som deltar i granskningen av programmet för miljökonsekvensbedömning och i sammanställandet av kontaktmyndighetens utlåtanden har den sakkunskap som krävs med tanke på respektive projekts art och omfattning samt uppgiftens svårighetsgrad.

5.5 PLAN FÖR ORGANISATION AV KONSEKVENSBEDÖMNINGSFÖRFARANDET OCH SAMRÅDSFÖRFARANDET

Bedömningsprogrammet innehåller en plan för konsekvensbedömningsförfarandet och organisation av tillhörande samråd och växelverkan. I programmet beskrivs de möten för allmänheten som ska ordnas i samband med MKB-programmet och senare MKB-beskrivningen. För bedömningsförfarandet inrättas en uppföljningsgrupp som består av olika intressentgrupper. I samband med miljökonsekvensbeskrivningen ordnas också en enkät för invånarna i närområdet samt sammanträden i små grupper för olika målgrupper.

NTM-centralen i Nyland och Greenpeace ansåg det viktigt att rådande pandemiläge beaktas i samrådsarrangemangen. Natur och Miljö rf föreslår att den invånarenkät som nämns i programmet ska omfatta invånarna i hela Finland eller åtminstone i södra Finland, eftersom en eventuell kärnkraftsolycka skulle beröra ett större område än de 20 kilometer som ingår i programmet.

Arbets- och näringsministeriet konstaterar att när MKB-beskrivningen är klar publicerar ministeriet en kungörelse och lägger fram den till påseende, samt begär uttalanden av myndigheter och andra parter. Ett möte för allmänheten ordnas om MKB-beskrivningen. Alla ska ha tillräckliga möjligheter att delta i mötet med beaktande av omständigheterna. Den motiverade slutsatsen om MKB-beskrivningen som arbets- och näringsministeriet ger i egenskap av kontaktmyndighet sänds för kännedom till kommuner och behöriga myndigheter i influensområdet.

5.6 MKB-FÖRFARANDET TIDSPLAN

I bedömningsprogrammet finns en preliminär tidsplan för projektet och MKB-förfarandet. Enligt den bedömning som görs i programmet ska den projektansvarige lämna miljökonsekvensbeskrivningen till kontaktmyndigheten i augusti 2021.

Miljökonsekvensbedömningen läggs fram till påseende i september och oktober 2021.

Kontaktmyndighetens motiverade slutsats ges då i december 2021.

6. Information om kontaktmyndighetens utlåtande

Kontaktmyndigheten lämnar sitt utlåtande samt övriga utlåtanden och åsikter om projektet till den projektansvarige. Kontaktmyndighetens utlåtande lämnas samtidigt för kännedom till behöriga myndigheter samt publiceras på kontaktmyndighetens webbplats.

Näringsminister

Mika Lintilä

Specialsakkunnig

Jaakko Louvanto

Sändlista

Fortum Power and Heat Oy

För kännedom

Arbets- och näringsministeriet

Behöriga myndigheter

Övriga remissinstanser

BILAGA 3

Beaktande av kontaktmyndighetens utlåtande vid utarbetandet av konsekvensbeskrivningen

Kontaktmyndigheten arbets- och näringsministeriet gav sitt utlåtande om projektets MKB-program 26.11.2020. Enligt utlåtandet uppfyller det MKB-program som Fortum Power and Heat Oy utarbetat de krav som ställs på innehållet i 3 § i MKB-förordningen. Kontaktmyndigheten ansåg att bedömningsprogrammet till sin omfattning och precision var tillräckligt för att bedöma projektets miljökonsekvenser under förutsättning att de ärenden som lyfts fram i kontaktmyndighetens utlåtande beaktas när projektet framskrider och i de senare skedena av MKB-förfarandet. Dessutom ingick i utlåtandena och åsikterna andra frågor, anmärkningar och

synpunkter som den projektansvarige bör uppmärksamma. I miljökonsekvensbeskrivningen ska, enligt 4 § 15 punkten i MKB-förordningen, en utredning ges av hur kontaktmyndighetens utlåtande om bedömningsprogrammet har beaktats. Av nedanstående tabell framgår i korthet de ärenden som enligt kontaktmyndighetens utlåtande ska uppmärksammas när konsekvensbedömningen fortgår eller som ska kompletteras när miljökonsekvensbeskrivningen utarbetas. I den högra kolumnen i tabellen beskrivs det hur utlåtandena har beaktats i MKB-beskrivningen.

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
5.1 Projektbeskrivning och alternativ	
Enligt MKB-förordningen ska det i MKB-programmet ges sådana skäliga alternativ till projektet, som är beaktansvärda med avseende på projektet och dess särskilda egenskaper. Ett alternativ ska vara att projektet inte genomförs. Fastställande och granskning av alternativ hör till de väsentliga delarna av MKB-förfarandet, eftersom avsikten är att ge information om de alternativa lösningarnas konsekvenser och strävan ska vara att minska de skadliga miljökonsekvenser som föranleds av projektet.	Inget att beakta i förhållande till vad som angetts i programmet.
5.1.1 Fortsatt drift	
Kontaktmyndigheten har i sitt utlåtande beskrivit projekialternativet med fortsatt drift (Alt1), där driften skulle fortsätta i högst 20 år. En fortsatt drift kan förutsätta vissa moderniserings- och byggnadsarbeten. Mellanlagret för använt kärnbränsle skulle antingen utvidgas eller så skulle dess kapacitet ökas. Med anslutning till de konstruktioner som hänför sig till kylvattenintaget skulle eventuellt vattenbyggnadsarbete utföras i syfte att sänka temperaturen. Vissa gamla byggnader, såsom mottagningslagret och avloppsreningsverket, kanske ersätts med nya byggnader och därtill modifieras kanske kraftverkets bruksvatten- och avloppsvattenanslutningar. I alternativ 1 skulle man även förbereda sig på en avveckling.	Baserat på resultaten från teknisk-ekonomiska utredningar planeras emellertid inte längre några vattenbyggnadsarbeten och därför granskas inte dessa i MKB-utredningen.
5.1.2 Nollalternativ	
Kontaktmyndigheten har i sitt utlåtande beskrivit två nollalternativ (Alt0, Alt0+). Avvecklingstillstånd ska ansökas för att avveckla kraftverket. Avveckling föreskrivs i kärnenergilagen och -förordningen samt i Strålsäkerhetscentralens direktiv och anvisningar. Av kontaktmyndighetens utlåtande framgick inget sådant som särskilt borde beaktas i miljökonsekvensbedömningen.	Inget att beakta i förhållande till vad som angetts i programmet.
5.1.3 Jämförelse av alternativen	
Av kontaktmyndighetens utlåtande framgick inget sådant som särskilt borde beaktas i miljökonsekvensbedömningen.	Inget att beakta i förhållande till vad som angetts i programmet.

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
5.2 Konsekvenser och utredning av dessa	
5.2.1 Fortsatt drift och anläggningens åldringshantering	
I sitt utlåtande anser arbets- och näringsministeriet det vara viktigt att riskfaktorer förknippade med en eventuellt fortsatt drift och avveckling samt konsekvenserna av att anläggningen åldras utreds samt att metoderna för att förhindra eller lindra konsekvenserna bedöms omsorgsfullt. STUK bedömer säkerheten av en fortsatt drift eller avveckling senare när tillståndsansökan behandlas. Ministeriet anser att det i utredningen bör beskrivas - i detalj de metoder som åldrandet följs upp med samt med vilka konsekvenserna av åldrandet minskas. - Särskilt bör de metoder, varmed eventuella åldringsrelaterade olycksrisker och därmed risker för stora utsläpp förebyggs, såsom åldrande av tryckkärlet, redovisas. - I utredningen bör även behandlas tillämpningen av BAT-principen för att minska eller förhindra utsläpp.	Strålsäkerheten, bl.a. bedömning och förbättring av kärnsäkerhet samt olycksrisker beskrivs i kapitel 7. Åldringshantering och underhåll, liksom tillhörande utrednings-, utvecklings- och förbättringsobjekt framgår av kapitel 4.1. Åtgärder och metoder behandlas även i kapitlen 7.8 Bedömning och förbättring av säkerheten och 9.10.4 Miljökonsekvenserna vid fortsatt drift. Säkerställande av att BAT-principen efterlevs beskrivs i kapitel 4.12.3.
5.2.2 Kylvattenintag, vattenbyggande, konsekvenser för vattenmiljön och alla levande organismer i den	
Enligt MKB-programmet är den mest betydelsefulla miljökonsekvensen av en fortsatt drift den värmebelastning som returneringen av kylvattnet medför i det närliggande havsområdet. I anslutning till alternativ 1 har eventuella vattenbyggnadsarbeten framför kylvattenintagskonstruktionen och i det närliggande havsområdet beskrivits. Syftet med dessa är att sänka temperaturen på det vatten som tas in och eventuellt också på det som returneras. I programmet har det identifierats att muddring, schaktning och byggande av en ny vallkonstruktion vid vattenbyggnad kan medföra miljökonsekvenser.	Vattenbyggnaden lämnades bort från bedömningsförfarandet till följd av teknisk-ekonomiska bedömningar och Fortum fortsätter att utreda ärendet i ett internt projekt (kapitel 9.16.8).
De konsekvenser som är förknippade med kylvattenintaget framfördes i flera utlåtanden. Det skulle vara särskilt viktigt att i förfarandet bedöma alla åtgärder med vilka den värmebelastning som leds ut i havet kunde minskas. I bedömningsförfarandet borde man även beakta konsekvenserna av den höjning av havsvattentemperaturen som klimatförändringen medför för temperaturen på det vatten som returneras till havet.	Utgångsdata och bedömningsmetoder för kylvattenmodelleringen beskrivs i kapitel 9.16.2 och bilaga 4. Metoderna för att lindra de skadliga konsekvenserna beskrivs i kapitel 9.16.8.
I utlåtandena framfördes det att mängderna av konstgjort radioaktiva ämnen i sedimenten i muddringsområdet borde utredas och att en eventuell frisläppning av dessa i samband med muddringen borde bedömas. I beskrivningen borde man även precisera uppgifterna från utredningen av skadliga ämnen i sedimenten, effekterna av vattenbyggnad (bl.a. ny vallkonstruktion) på strömningsförhållandena och på kylvattenmodelleringen samt effekterna av förändrade flödesbilder på transporten av radioaktiva ämnen.	Effekterna av muddring och vattenbyggnadsarbeten har inte bedömts eftersom detta utelämnades ur miljökonsekvensbedömningen (se ovan). Sedimenten övervakas som en del av Fortums strålningsövervakningsprogram (se kapitel 9.8.3.4).
I utlåtandena framfördes det att man vid bedömningen av konsekvenserna för vattendragen borde beakta de sammantagna konsekvenserna av olika faktorer, såsom värmebelastning, vattengrumling och kväveutsläpp och uppmärksamma konsekvenserna för levande organismer i vattendragen. Försiktighetsprincipen bör följas och åtgärder i viktiga lek- och förekomstområden för fiskbeståndet bör undvikas.	En bedömning av konsekvenserna för havsområdet ingår i kapitel 9.16. I bedömningen beaktas de sammantagna konsekvenserna och en uppskattning av konsekvenserna för levande organismer i vattendragen.

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
Bruksvattnet till Lovisa kärnkraftverk tas i dagsläget från Lappomträsket. Det är viktigt att utreda de olika projektalternativens konsekvenser för Lappomträsket, dess omgivning och Lappomviken.	De konsekvenser som hänför sig till Lappomträsket har bedömts i kapitlen 9.16.4.7 och 9.16.5.7.
Arbets- och näringsministeriet anser att kylvattnets verkningar är den mest betydelsefulla miljökonsekvensen under normal drift av kärnkraftverket. Därför ska tillgängliga data användas på ett omfattande sätt i de modelleringar som granskar miljökonsekvenserna av värmebelastningen. - Vid modelleringen ska även klimatförändringens inverkan på den belastning som kraftverket orsakar i miljön beaktas. - Beräkningen av den miljöbelastning som beror på kylvattnet ska presenteras på ett konservativt sätt och resultaten ska presenteras på ett åskådligt sätt. - Ministeriet konstaterar också att bedömningen av de miljökonsekvenser som hänför sig till vattendragen inte ska begränsas endast till kylvattnen utan konsekvenserna ska bedömas med avseende på all verksamhet på anläggningen.	Modelleringsresultaten framgår av bilaga 4 till MKB-beskrivningen samt i bedömningen av konsekvenserna för vattendragen i kapitel 9.16. I modelleringen beaktades inverkan av klimatförändringen, resultaten presenterades på ett konservativt sätt med åskådliggörande bilder. Konsekvenserna för vattendragen har bedömts för all verksamhet på anläggningen i kapitel 9.16.
5.2.3 Exceptionella situationer och olyckor	
Arbets- och näringsministeriet mottog flera utlåtanden där uppmärksamhet hade fästs vid MKB-programmets olycksmodellering för en allvarlig reaktorolycka. Arbets- och näringsministeriet konstaterar att gränsvärdet för ett stort utsläpp har angetts som 100 TBq av cesium-137 i Finland (kärnenergiförordningen 22 b §) och detta värde har använts som källterm för att beskriva en olycka av klass INES 6 i finska miljökonsekvensbedömningar. I flera utlåtanden och åsikter har det dock framförts att en mer realistisk källterm skulle inkluderas i de granskningar som görs. Ministeriet anser det vara ändamålsenligt att den projektansvarige presenterar en jämförelse mellan den använda källtermen och ett mer realistiskt utsläpp, som bedöms för anläggningen i fråga. Samtidigt finns det skäl för den projektansvarige att presentera de säkerhetsprinciper som tillämpas på anläggningen för att sträva efter att förhindra ett stort utsläpp i fall av en allvarlig olycka.	Modelleringen av en allvarlig reaktorolycka gjordes enligt planen. Utsläppet omfattar totalt 200 nuklider eller aggregationstillstånd. I utsläppet frigörs 100 TBq Cs-137-nuklid och andra radionuklider i samma förhållande som de antas frigöras i förhållande till Cs-137-nukliden vid en olycka. Som ett mer realistiskt utsläpp granskades en olycka där det uppstår ett stort läckage från primärkretsen till sekundärkretsen. Klassificering av störningar och olyckor samt krav som gäller dessa framgår av kapitel 7.4. Säkerhetsprinciperna framgår av kapitel 7.5. Modelleringen av en allvarlig reaktorolycka beskrivs i kapitel 9.21 och konsekvenser över Finlands gränser beskrivs i kapitel 9.24. Övriga avvikelser och olyckor beskrivs i kapitel 9.22 och de sammantagna konsekvenserna med andra projekt framgår av kapitel 9.23.
Ytterligare konstaterar arbets- och näringsministeriet att konsekvensbedömningen för avvikelser och olyckor inte endast ska begränsas till skyddszonen eller beredskapsområdet för räddningsverksamheten. I MKB-beskrivningen ska det enligt MKB-förordningen presenteras olyckor som ger upphov till olika utsläpp och beskrivas omfattningen av influensområden samt konsekvenserna av utsläppen för människor och naturen med stöd av åskådliggörande exempel.	Konsekvenserna av en allvarlig reaktorolycka har bedömts till ett avstånd av 1 000 km (kapitlen 9.21 och 9.24). Konsekvenserna av en mer realistisk olycka (stort läckage från primärkretsen till sekundärkretsen) har granskats till ett avstånd av 100 km (kapitel 9.22).

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
5.2.4 Externa hot	
Arbets- och näringsministeriet konstaterar att projektets externa hot och risker som beror på klimatförändringen ska beaktas vid bedömningen av projektets säkerhet. STUK bedömer säkerheten av projektet senare när tillståndsansökan behandlas. Arbets- och näringsministeriet anser ändå att man i utredningen borde bedöma de fenomen som klimatförändringen medför på kraftverksområdet samt hur man förbereder sig på dessa.	Konsekvenserna av klimatförändringen behandlas i kapitel 9.12 samt i bedömningen av konsekvenserna för ytvattnet och fiskfaunan (kapitlen 9.16–9.17). Beredskapen inför externa hot och klimatförändringen behandlas i kapitel 7.5.6.
5.2.5 Konsekvenser för klimatet	
Det är viktigt att beskriva projektets konsekvenser för klimatet i MKB-beskrivningen under en egen rubrik med konsekvenserna vid en avveckling samt långtidskonsekvenserna specificerade. Vid bedömningen av konsekvenserna för klimatet bör det specificeras huruvida konsekvenserna av produktionskedjan för kärnbränslet och slutbehandlingen av använt kärnbränsle ingår i granskningen och utöver detta vore det bra att presentera projekialternativens direkta konsekvenser för miljön i förhållande till såväl de nationella klimatmålen som de regionala målen.	Konsekvenserna för klimatet beskrivs för en fortsatt drift och en avveckling i kapitlen 9.12.4 och 9.12.5. I kapitel 9.12.4 behandlas de olika energiproduktionsformernas utsläpp av växthusgaser under deras livscykel. Dessutom har konsekvenserna för klimatet granskats i förhållande till klimatmålen.
I utlåtandena framfördes det att MKB-förfarandet även borde beakta miljökonsekvenserna av bränslefordörjningen. Koldioxidutsläppen för olika elproduktionsformer borde också jämföras med beaktande av hela livscykeln till exempel i tabellformat.	Miljökonsekvenserna av anskaffningen av kärnbränsle behandlas i kapitel 9.9.4. I kapitel 9.12.4 behandlas olika energiproduktionsformernas utsläpp av växthusgaser under deras livscykel.
I utlåtandena framfördes det att sättet att beräkna projektets koldioxidutsläpp borde preciseras i MKB-beskrivningen. Dessutom är det särskilt viktigt att beakta klimatförändringen i alternativet med en avveckling.	Beräkningssättet beskrivs i kapitel 9.12.2.
Arbets- och näringsministeriet anser det lämpligt att den projektansvarige granskar konsekvenserna för klimatet via utsläppet av växthusgaser från verksamheten samt jämför olika energiproduktionsformer med beaktande av livscykeln för de olika bränslena.	Utsläppen av växthusgaser och konsekvenserna för klimatet behandlas i kapitel 9.12.
5.2.6 Energimarknaden	
I utlåtandena om MKB-programmet togs det ställning till prognoser för den finska elproduktionen och -konsumtionen. Kraftverkets andel av den finska elproduktionen borde presenteras mer transparent och även en långsiktig prognos för kraftverkets andel och den finska elmarknadens utveckling borde inkluderas, olika scenarion för framtidens elbehov och alternativ för elproduktion borde behandlas samt projektets totala ekonomiska effekter borde granskas.	Konsekvenserna för energimarknaden och på försörjningsberedskapen behandlas i kapitel 9.11.
Arbets- och näringsministeriet konstaterar följande om de erhållna utlåtandena: granskningen av konsekvenser som hänför sig till elmarknaden är lämplig med avseende på tidsplanerna för de olika alternativen. Resultaten från samt utgångspunkterna för granskningen bör uttryckas tydligt och transparent. Ministeriet konstaterar också att den projektansvarige är ett företag som producerar och säljer el. Det åligger statsmakten att granska energiförsörjningen på nationell nivå. Dessutom påpekar ministeriet att statsrådet för närvarande och under ledning av arbets- och näringsministeriet bereder en ny nationell klimat- och energistrategi, som i linje med statsminister Sanna Marins regeringsprogram har ett koldioxidneutralt Finland som mål år 2035.	En bedömning av de regionalekonomiska effekterna finns i kapitel 9.13.

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
5.2.7 Inverkan av fortsatt drift på kärnavfallshanteringen	
En fortsatt drift av kraftverket ökar den totala mängden av låg- och medelaktivt avfall samt använt kärnbränsle. Metoderna för hanteringen av kärnavfall skulle dock i regel hållas oförändrade och den tillgängliga kapaciteten i slutförvaret för LOMA bedöms räcka till även för slutförvaringen av det kärnavfall som uppstår vid en fortsatt drift. Enligt Geologiska forskningscentralen har dock omfattningen av schaktningen vid en fortsatt drift presenterats oklart och MKB-programmet ger inte tillräcklig information om hurdana krav på schaktning av tilläggsutrymme i slutförvaret för LOMA som orsakas av den ökade mängden av framför allt medelaktivt avfall.	Schaktningsvolymerna för de tilläggsutrymmen som behövs behandlas bland annat i kapitlen 5.2.1 och 9.10.5.2. Mängden medelaktivt avfall som uppstår vid en fortsatt drift behandlas i kapitel 4.7.
NTM-centralen i Nyland konstaterar att det är viktigt att i MKB-beskrivningen beskriva enligt vilket alternativ miljökonsekvenserna av den ökade mellanlagringskapaciteten för använt kärnbränsle bedöms. Enligt den svenska strålsäkerhetsmyndigheten bör man i MKB-förfarandet betona den ökade mellanlagringen av använt bränsle eftersom den ökar sannolikheten för att långlivade nuklider frigörs. Natur och Miljö rf framför att såvida mellanlagringen av använt kärnbränsle verkställs genom att placera bränslet i lagertankarna tätare än i nuläget, bör alternativet beskrivas med tillräcklig precision i MKB-beskrivningen för att garantera säkerheten.	Båda mellanlagringsalternativen beskrivs i kapitel 4.6.
Avsikten är att placera det använda kärnbränslet i Posiva Oy:s slutförvaringsanläggning i Olkiluoto i Euraåminne efter mellanlagringen. I Strålsäkerhetscentralens utlåtande framförs det att det vid en fortsatt drift skulle uppstå mer använt kärnbränsle än vad som tidigare har beaktats i tillståndsöförfarandena för Posivas slutförvaringsprojekt. Posiva Oy konstaterar emellertid i sitt eget utlåtande att det principbeslut och byggnadstillstånd som har beviljats slutförvaringsprojektet möjliggör slutförvaring av bränslet med beaktande av ovan nämnda tillkommande bränsle.	Mängden använt kärnbränsle behandlas i kapitel 5.9 och konsekvenserna av den ökade mängden behandlas i kapitel 10.2.2.
Säkerheten vid slutförvaringen av använt kärnbränsle ifrågasattes i det österrikiska utlåtandet samt i flera organisationers och medborgares ställningstaganden. Det som särskilt togs upp var undersökningar som gjorts beträffande förtida korrosion av kopparkapseln för KBS-3-metoden, vilket Österrike anser att borde behandlas i MKB-beskrivningen. Dessutom framförde Greenpeace att kärnavfallshanteringen över lag borde behandlas i större utsträckning särskilt med avseende på slutförvaringen.	Miljökonsekvenserna av slutförvaringen av det använda kärnbränslet har bedömts i en separat MKB upprättad av Posiva Oy och dessa konsekvenser har kort refererats i den här MKB-beskrivningen i kapitel 9.10.5.1.
Arbets- och näringsministeriet konstaterar att metoderna för hanteringen av kärnavfall, trots en ökad mängd kärnavfall orsakad av fortsatt drift, i regel hålls oförändrade och att den erforderliga kapacitetsökningen är möjlig att genomföra. Ministeriet bedömer konsekvenserna av den ökade mängden låg- och medelaktivt avfall och använt kärnbränsle regelbundet som en del av bedömningen av kärnavfall från Lovisa kärnkraftverk som helhet. Den ökade mängden använt kärnbränsle och dess konsekvenser för Posiva Oy:s verksamhet ska vid behov beaktas. STUK bedömer säkerheten vid hanteringen av kärnavfall när STUK behandlar eventuella ansökningar om drifttillstånd för Lovisa kärnkraftverk. Därtill bedömer STUK säkerheten vid slutförvaring av använt kärnbränsle vid handläggningen av Posivas drifttillstånd. Enligt ministeriet räcker det i detta skede att Fortum ser till att utredningar kring korrosion av kopparkapseln görs, till exempel av Posiva Oy som ett led i förberedelserna inför drifttillståndsfasen för inkapsling och slutförvaring. Dessutom ska det i beskrivningen preciseras utifrån vilket alternativ miljökonsekvenserna för den ökade mellanlagringskapaciteten bedöms.	Den ökade mängden använt kärnbränsle behandlas i kapitlen 5.9 och 10.2.2. Posiva presenterar i sin ansökan om drifttillstånd motiveringen till långtidssäkerheten för slutförvaringen av det använda kärnbränslet (kapitel 9.10.5.1). Båda mellanlagringsalternativen beskrivs i kapitel 4.6. Jämförelsen presenteras i kapitel 10.2.2. Skillnaderna mellan alternativen är små (kapitel 9.10.4.1).
5.2.8 Avveckling samt självständig drift av mellanlagret för använt kärnbränsle, lagret för vätskeformigt avfall, solidifieringsanläggningen och slutförvaret för LOMA	
Enligt arbets- och näringsministeriet är avsnittet om avveckling i programmet tillräckligt. Ministeriet bedömer regelbundet den aktuella avvecklingsplanen för Lovisa kärnkraftverk. I avvecklingsplanen behandlas även planeringen av strålskyddet för personalen. Ministeriet har i sin föregående bedömning fäst uppmärksamhet vid planens omfattning beträffande de självständiga anläggningsdelarna och preliminärt även avvecklingen av dessa. Den slutliga avvecklingsplanen för Lovisa kärnkraftverk godkänns av STUK i den tillståndsfas som avser avvecklingen.	Avvecklingen behandlas i kapitel 5, driften och avvecklingen av de anläggningsdelar som blir självständiga behandlas i kapitel 5.4 och miljöaspekterna beträffande avvecklingen behandlas i kapitel 5.8.

Huvudpunkter i kontaktmyndighetens utlåtande	Hur det beaktas i MKB-beskrivningen
5.2.9 Utvidgning, drift och förslutning av slutförvaret för LOMA	
I utlåtandena om MKB-programmet konstateras det bland annat att man vid bedömningen borde granska behovet av att uppdatera bergmodellen för Håstholmen särskilt med avseende på vattenledande konstruktioner och att utvidgningen bör baseras på aktuella konstruktionsdata och hydrogeologiska data. Mängden infiltrerat vatten som samlas i bergrummen ska också bedömas samt återanvändningen av schaktmassor ska specificeras. Behovet av en uppdatering av programmen för uppföljning av miljökonsekvenserna ska preciseras med avseende på konsekvenserna av alternativen. Baserat på de givna utlåtandena anser arbets- och näringsministeriet att den projektansvarige bedömer hur aktuella de modeller är som beskriver förhållandena i marken, berggrunden och grundvattnet, mängden infiltrerat vatten som samlas i bergrummen samt uppdateringsbehoven för uppföljningsprogrammen. Återanvändningen av de schaktmassor som uppstår vid utvidgningen av slutförvaret för LOMA ska också specificeras i beskrivningen. Utvidgningen av slutförvaret för LOMA är betydande i förhållande till den befintliga omfattningen. Livslängden för slutförvaret för LOMA förlängs i de presenterade alternativen till en tid som är längre än det gällande drifttillståndet. Den längre livslängden förutsätter att ett nytt drifttillstånd ansöks för grottan. Det gällande drifttillståndet för slutförvaret för LOMA sträcker sig till 2055. Arbets- och näringsministeriet anser att man med fördel tydligt kan beskriva det kommande tillståndsförfarandet för slutförvaret för LOMA i MKB-beskrivningen med beaktande av utvidgningsbehovet samt den helhet av radioaktivt avfall som ska slutförvaras med drifttillståndet. För längden på drifttillståndet ska även en förslutning av slutförvaret, i den mån det är möjligt, beaktas, eftersom slutförvaringsanläggningar försluts med stöd av drifttillståndet enligt gällande kärnenergilag. Strålsäkerhetscentralen bedömer i samband med drifttillståndsförfarandet långtidssäkerheten för slutförvaret för LOMA.	Utvidgningen av slutförvaret för LOMA och mellanlagringen av schaktmassorna behandlas i kapitel 5.2 och miljöaspekterna för utvidgningen har identifierats separat i underkapitlen i kapitel 5.8. Miljökonsekvenserna har bedömts i kapitel 9. Den bergmodell som används för beräkning av grundvattenströmningar har senast uppdaterats för säkerhetsbevisningen år 2018 med beaktande av färskaste data (kapitlen 9.14 och 9.15). I säkerhetsbevisningen granskas även utvidgningen (kapitel 9.10.5.2). Uppföljningsprogrammen behandlas i kapitel 11 och bergs- och grundvattenförhållandena i kapitlen 9.14 och 9.15. Infiltrerat vatten granskas i kapitel 9.15 och återanvändningen av schaktmassor i kapitel 9.9. Tillståndsproccessen för slutförvaret för LOMA behandlas i kapitel 12.1. I de riktgivande uppskattningarna av tidsplanerna för de olika projekalternativen beaktas en förslutning av slutförvaret för LOMA (kapitel 3).
5.3 Samarbete kring kärnavfallshanteringen	
I alternativen 1 och 0+ ingår möjligheten att ta emot, behandla, mellanlagra och slutförvara små mängder radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland. Enligt arbets- och näringsministeriet ska det för allt radioaktivt avfall som uppstår i Finland finnas en rutt för hantering och slutförvaring. Hantering och slutförvaring av avfall som uppstått på andra håll i Finland på Lovisa kärnkraftverksområde skulle på ett betydande sätt komplettera den nationella helheten avseende hanteringen av radioaktivt avfall. Ministeriet anser att den projektansvarige i sin MKB-beskrivning endast på en mycket allmän nivå kan precisera uppgifterna om avfalllets egenskaper, vilket STUK tagit upp. Strålsäkerhetscentralen bedömer säkerheten av hantering av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland som en del av avfallshanteringen på Lovisa kärnkraftverk som helhet och i samband med tillståndsförfarandena för slutförvaret för LOMA.	Övrigt radioaktivt avfall beskrivs i kapitel 6.2 på den allmänna nivå som är möjlig i detta skede. Mottagningen av radioaktivt avfall som uppstått på andra håll i Finland har bedömts i kapitel 9.
5.4 Den projektansvariges och kontaktmyndighetens kompetens 5.5 Plan för organisation av konsekvensbedömningsförfarandet och samrådsförfarandet 5.6 MKB-förfarandet tidsplan	
Av kontaktmyndighetens utlåtande framgick inget sådant som särskilt borde beaktas i miljökonsekvensbedömningen.	Inget att beakta i förhållande till vad som angetts i programmet.



BILAGA 4

Konsekvenserna av Lovisa kraftverks kylvattenintag och -utlopp i havsområdet

1 Inledning

I detta arbete utreds konsekvenserna av en fortsatt drift av Lovisa kraftverk för vattentemperaturen i det omgivande havsområdet. Konsekvenserna av kylvattenutloppet kan bäst bedömas med hjälp av en matematisk spridningsmodell. Granskningarna utförs med hydraulisk tredimensionell modellering, där man beräknar vattnets temperatur- och saltskiktning i en situation där kraftverket är i drift och i en situation där kraftverket inte är i drift. Genom att jämföra modelleringsresultaten får man reda på den värmande effekten i det omgivande havsområdet då kraftverket är i drift. Modellens ingångsvärden, randvillkor och omgivningens bivillkor för beräkningen erhålls genom mätningar i omgivningen. Modelleringsresultaten jämförs också med tidigare kylvattenmodelleringar och observationer. Därtill får man en översikt över om det enligt modellen förekommer påverkningar av det varma kylvattnet på Naturaområdet i närheten av kraftverket.

Havsvattnet som används för kylning i Lovisa kraftverk tas från Hudöfjärden väster om ön Hästholmen och det uppvärmda kylvattnet avleds tillbaka till havet i Hästholmsfjärden öster om ön. Smala sund förbinder Hästholmsfjärden med den yttre skärgården (bilderna 2-1 och 2-2). Den allmänna eutrofieringsutvecklingen i Finska vikens kustområden (HELCOM 2018) men också kylvattnets värmande effekt har kunnat observeras sommartid vid kontrollen av vattenvegetationen i omgivningen kring kraftverket. Vintertid försvagar det uppvärmda kylvattnet istäcket vid utloppsplatsen.

Modelleringen har utarbetats både för den isfria perioden och för perioden med istäcke. I modelleringen för den isfria perioden granskas konsekvenserna av driften av kraftverket för temperaturen i det omgivande havsområdet under de förhållanden som rådde 2011, eftersom mer omfattande mätningar av havsvattnets temperatur då utfördes i omgivningen. Mer omfattande uppgifter om havsvattnets temperatur möjliggör å ena sidan en mer exakt kalibrering av modellen och utgör å andra sidan en bra referenspunkt för modelleringsresultaten. Sommaren 2011 var också varmare än normalt

och temperaturförhållandena låg nära de temperaturförhållanden som uppskattats för 2050-talet i olika klimatförändringsscenarier. Genom att i modelleringen för den isfria perioden använda förhållandena i omgivningen 2011 som underlag kan man samtidigt bedöma temperaturen i de närliggande havsområdena i sådana förhållanden som sannolikt blir allt vanligare i takt med klimatförändringen.

Som underlag i modelleringen för perioden med istäcke används förhållandena i omgivningen i mars 2018. Isvintern 2017–2018 var normal och istäcket på Östersjön var som störst i början av mars 2018 (bilaga 1). Genom att granska perioden med istäcke separat strävar man efter att bedöma effekten som det varma kylvattnet har på isförhållandena i närområdet. När klimatförändringen framskrider kommer den genomsnittliga utbredningen av istäcket sannolikt att minska och tiden med istäcke att förkortas (Klimatguiden 2021a). Även i framtiden kommer det emellertid att förekomma betydande variation i havsisens storlek från år till år, och isvintrar som nu är vanliga kommer sannolikt att observeras även i framtiden, även om de blir allt mer sällsynta. Därför är det vettigt att granska istäcket under en vanlig isvinter för att kunna bedöma effekten som det varma kylvattnet har på istäcket.

2 Bedömningsområde samt kylvattenintag och -utlopp

Lovisa kraftverk ligger på ön Hästholmen vid Finska vikens norra kust (bild 2-1). Kylvattnet tas som strandintag till kraftverket från Hudöfjärden och avleds uppvärmt till Hästholmsfjärden på andra sidan Hästholmen. På bild 2-2 visas havsområdets djup i närheten av kraftverket samt inlopps- och utloppsplatserna för kylvattnet. På bilden kan man observera att lokala fördjupningar och sund begränsar flödet från det ena havsområdet till det andra.

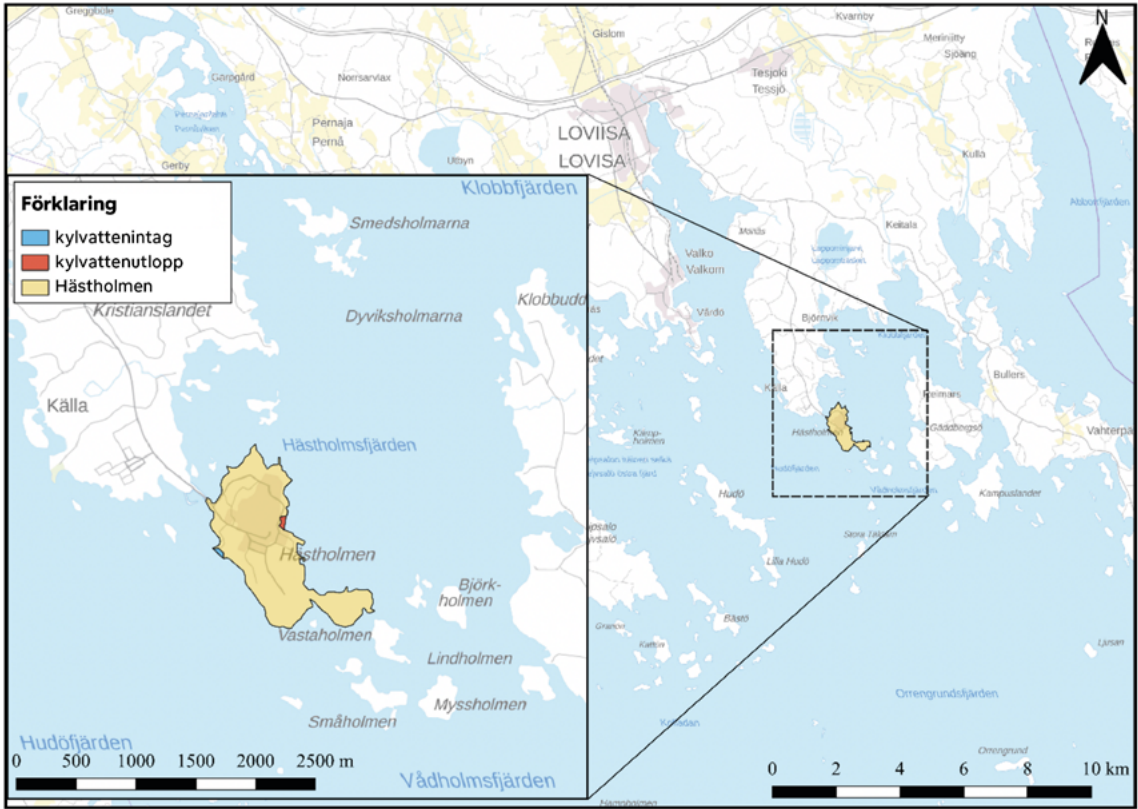


Bild 2-1. Hästholmens läge. (Bakgrundskartor: Lantmäteriverkets material 01/2021, skalor 1:40000 och 1:80000.)

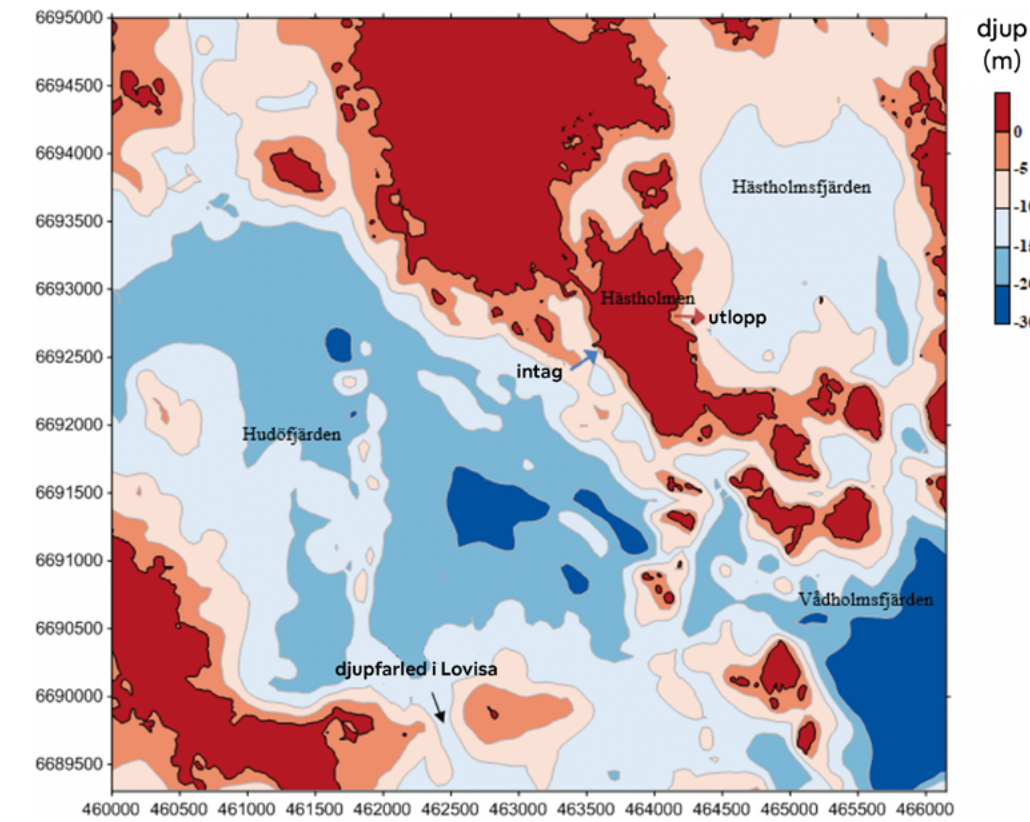


Bild 2-2. Ungefärlig djupmodell från området kring Hästholmen. Kylvattenintaget anges med blå pil och utloppet med röd pil. Djupmodellen har utjämnats. Koordinatsystem ETRS-TM35FIN.

3 Uppgifter om förhållanden

3.1 TEMPERATURVARIATIONENS DYNAMIK I ÖSTERSJÖN

Havsvattentemperaturen i Östersjön beror på längre sikt på årstidernas variation, det vill säga solstrålarnas uppvärmande effekt som förändras under året. På vintern är solstrålningen som minst, varvid också havsvattnet är som kallast. På vintern ligger ett istäcke på havet, åtminstone i närheten av kusten, vilket innebär att vatten- och värmeutbytet mellan havet och atmosfären är långsammare. I närheten av å- och älvmynningsarna vid kusten kan det lättas och söta å- och älvvattnet bilda ett sötvattenstäck under isen och därigenom påverka vattnets skiktning.

På våren efter islossningen kan solen igen värma upp havsvattnets ytskikt, som då det värms upp snabbt uppnår en temperatur med maximal densitet. Då sjunker det tätare vattnet nedåt och det lättare underliggande vattnet stiger mot ytan, det vill säga det sker en så kallad fullständig blandning av vattnet. Efter detta värms ytvattnet upp igen och blir lättare än det kalla vattnet under och det bildas ett språngskikt, det vill säga en termoklin, mellan det tunna och varma ytskiktet och det kalla vattnet längre ner.

Under sommaren blir det varma ytskiktet i havet tjockare tack vare mekanisk blandning förorsakad av vinden, och ter-

moklinen når typiskt ett 5–10 m djup. Termoklinen blir kraftig under sommaren och temperaturen kan sjunka med 10 °C på bara några meter. Termoklinen bidrar också till att det söta älvvattnet stannar kvar i ytskiktet, eftersom vattnet knappt blandas i vertikal riktning igenom termoklinen.

I slutet av augusti börjar ytvattnet att kylas av, varvid det blir tyngre än det underliggande vattnet och sjunker nedåt. Till följd av detta börjar tjockleken på det homogena ytskiktet (temperaturens vertikala förändring liten) att öka och samtidigt börjar termoklinen att avta. Processen fortsätter under hösten, då värme förflyttas nedåt från ytan. Detta gör att den maximala vattentemperaturen på till exempel 30 m djup vanligen uppnås först i oktober, medan den normalt uppnås i ytvattnet i månadsskiftet juli–augusti. Under hösten blandas vattnet fullständigt, varvid vattnets temperatur är den samma i hela vattenmassan.

Ibland sker också mycket snabba förändringar i havsvattnets temperatur under sommaren, i fråga om både djup och tid. Dessa förändringar har inget direkt samband med temperaturväxlingarna under olika årstider, utan de styrs snarare av väderförhållandena på kortare sikt. Orsaken till snabba temperaturförändringar i havsvattnet nära kusten är ofta uppvällning, då havsvattnets temperatur vid kusten sjunker, eller nedvällning, då havsvattnets temperatur vid kusten stiger. Med uppvällning och nedvällning avses en vertikal rörelse i vattnet orsakad av havets dynamik. En förutsättning för detta är att vinden sätter havsvattnets ytskikt i rörelse antingen mot eller bort från kusten.

Vid uppvällning rör sig havsvattnets ytskikt bort från kusten, varvid det bortströmmande ytvattnet ersätts med svalt vatten från djupet. Nedvällning är det motsatta, det vill säga ytvatten rör sig mot kusten, varvid det börjar samlas utanför kusten och sjunker mot djupet. Kännetecknande för uppvällning är att vattnets temperatur förändras i hela vattenmassan medan uppvällningen pågår. Även vid nedvällning kan temperaturen förändras i ett tjockt vattenskikt, till och med i hela vattenmassan om situationen pågår länge. Till följd av vintern och uppvällningen är det vatten som samlas i fördjupningar ofta kallare än i det övriga havsområdet. Vid botten kan vattnet vara bara cirka 5 °C, medan yttemperaturen kan stiga till 20 °C eller högre.

År 2011 mättes vattnets temperatur kontinuerligt vid fyra olika platser på olika djup (Luode Consulting Oy 2012). Mätplatserna visas på bild 3-1. På bild 3-2 visas mätresultaten från observationsplatserna Hudöfjärden (K1), Vådholmsfjärden (K2), Orrengrunds-fjärden (K3) och öppet hav (K4). I graferna på bild 3-2 visas den tydligaste uppvällningen i tidsserierna i fråga med en mörkblå streckad linje. Under den granskade tidsperioden uppstod emellertid också andra uppvällningar och de urskiljs som situationer då vattnets temperatur sjunker ända till ytskiktet. Graferna visar att uppvällningarna urskiljs tydligt nära kusten på basis av temperaturmätningar, men blir mer vaga ju längre bort från kusten man kommer.

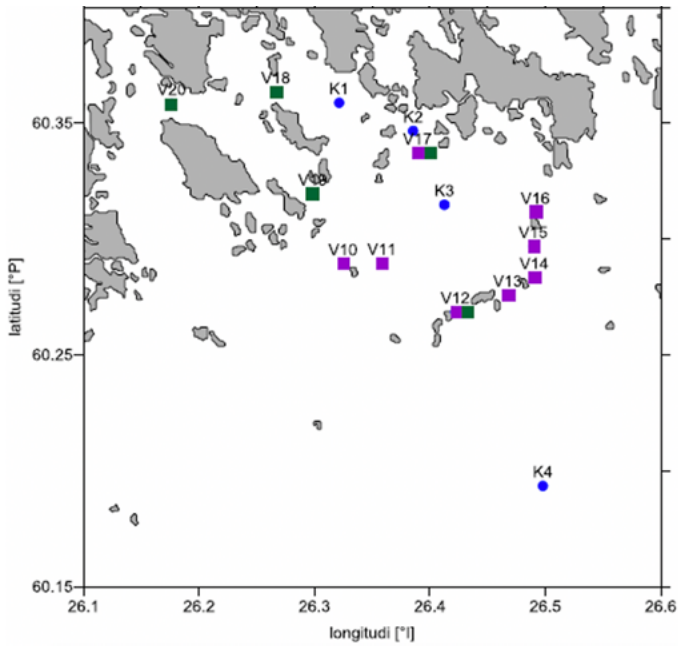


Bild 3-1. Observationsplatserna för vattentemperatur (Luode Consulting Oy 2012) Hudöfjärden (K1), Vådholmsfjärden (K2), Orrengrunds-fjärden (K3) och öppet hav (K4).

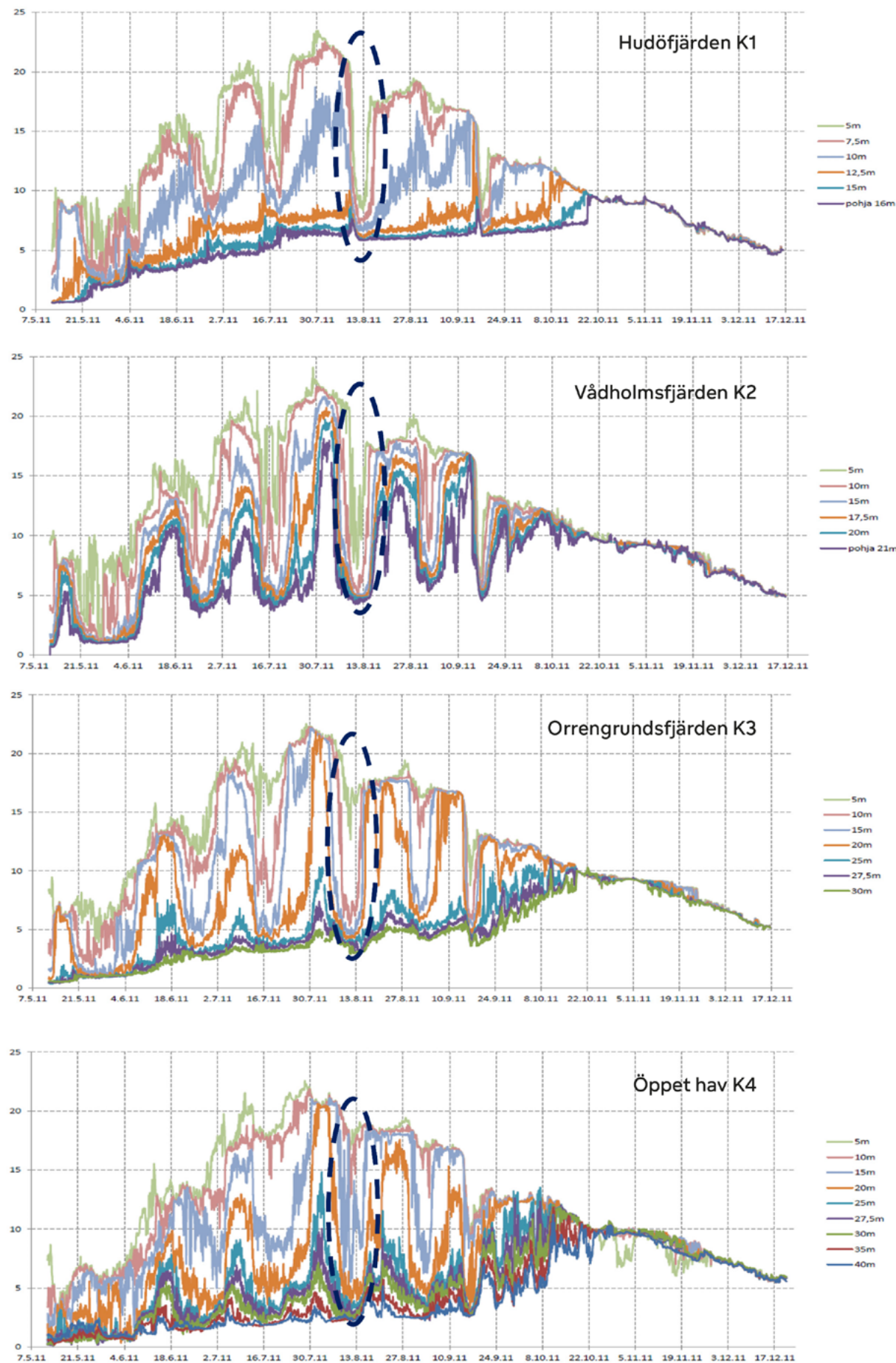


Bild 3-2. Vattentemperatur, Hudöfjärden K1, Vådholmsfjärden K2, Orregrundsfjärden K3 och öppet hav K4 (uppfifrån och ned) år 2011 (Luode Consulting Oy 2012).

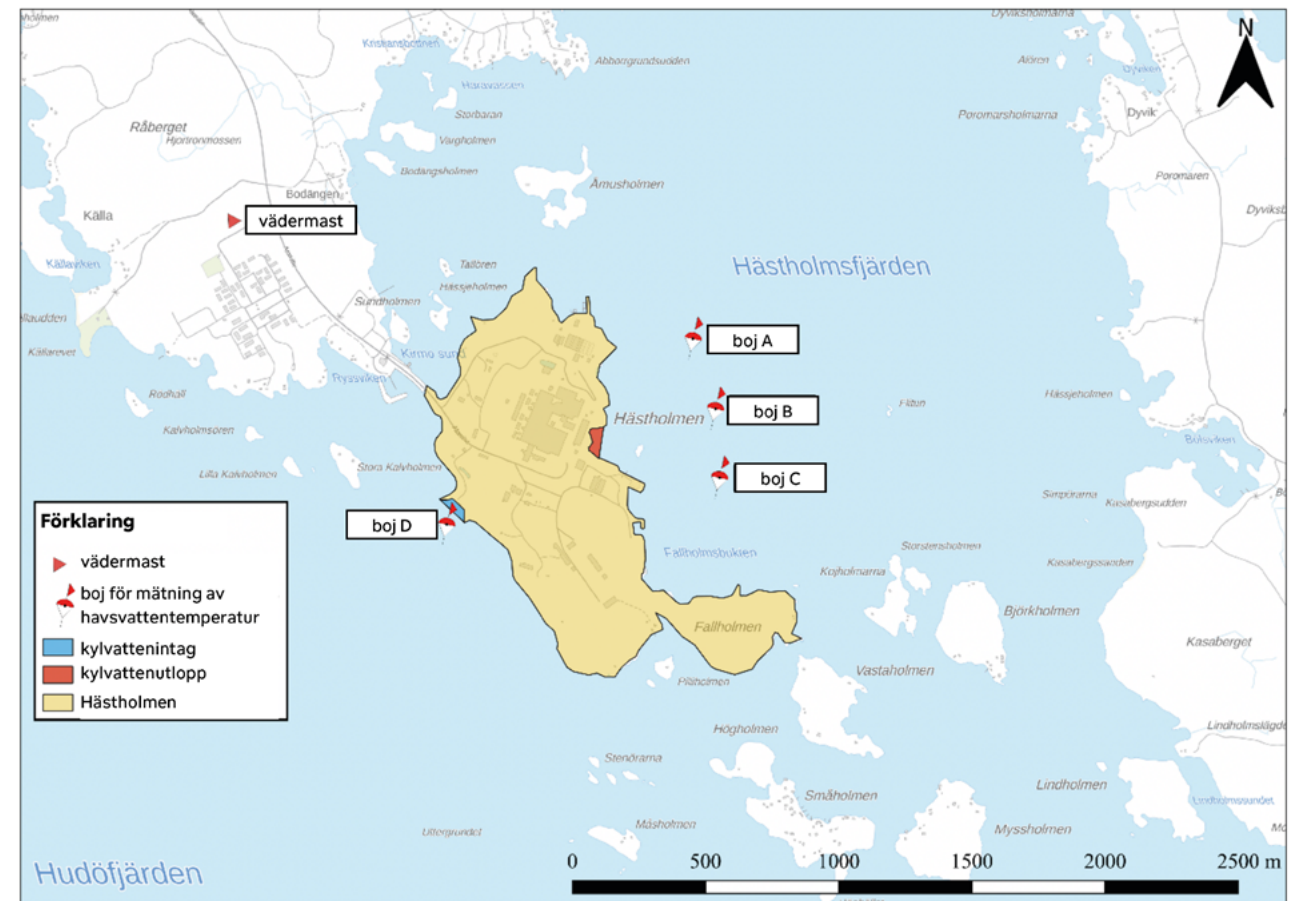


Bild 3-3. Placeringen av Lovisa kraftverks mätbojar som mäter havsvattnets temperatur utanför kylvattenintaget i Hudöfjärden (med rött) och utanför kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden (med orange). (Bakgrundskarta: Lantmäteriverkets material 01/2021, skala 1:10000.

3.2 HAVSVATTNETS TEMPERATUR UTIFRÅN KONTINUERLIGA BOJMÄTNINGAR

Havsvattnets temperatur mäts genom kontinuerliga bojmätningar utanför kylvattenintaget i Hudöfjärden och kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden. Lovisa kraftverks vädermast ligger cirka en kilometer nordväst om Hästholmen (bild 3-3).

Temperaturobservationer vid den boj (D) som ligger cirka 80 m vinkelrätt från kylvattenintaget vid stranden presenteras på bild 3-4. Närheten till kylvattenintaget påverkar mest den temperatur som uppmäts på 6 och 9 meter och i mindre grad de ytnära mätningarna, jämfört med de övriga delarna av Hudöfjärden. Det uppvärmda vattnet avleds till Hästholmsfjärden. På bild 3-5 visas temperaturobservationer från 2002 från mätbojarna A och C i Hästholmsfjärden. Materialet

från 2002 valdes som exempel, eftersom tidsserierna för temperaturmätningarna då var de minst obrutna. År 2002 var ett normalt år vad gäller temperaturförhållandena i havsvattnet. På bilderna 3-4 och 3-5 kan man se att havsvattnet börjar värmas upp från och med mitten av mars och når maximal temperatur i månadsskiftet juli–augusti. Avkylningen börjar i slutet av augusti och fortsätter till början av december.

På bild 3-6 visas temperatures medelvärde utifrån satellitmätningar som gjordes 2009. Av bilden framgår att temperaturen i den sydligaste delen av Hästholmsfjärden nära kraftverket var cirka 2–3 °C varmare än i de närliggande områdena.

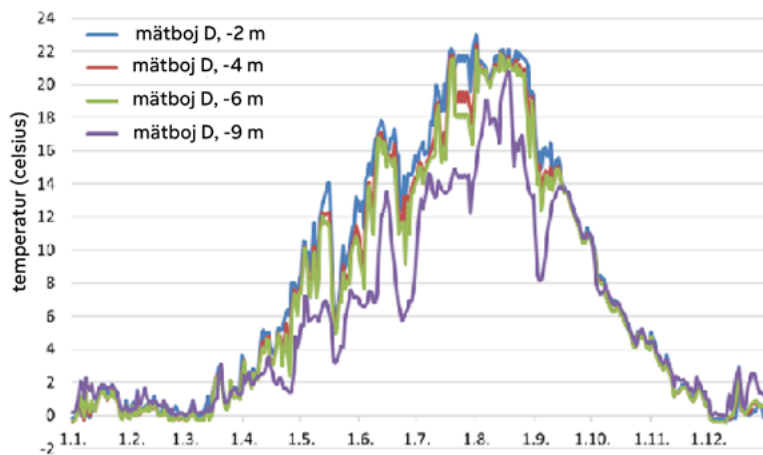


Bild 3-4. Vattentemperatur i Hudöfjärden vid mätboj D cirka 80 m från kylvattenintaget år 2002.

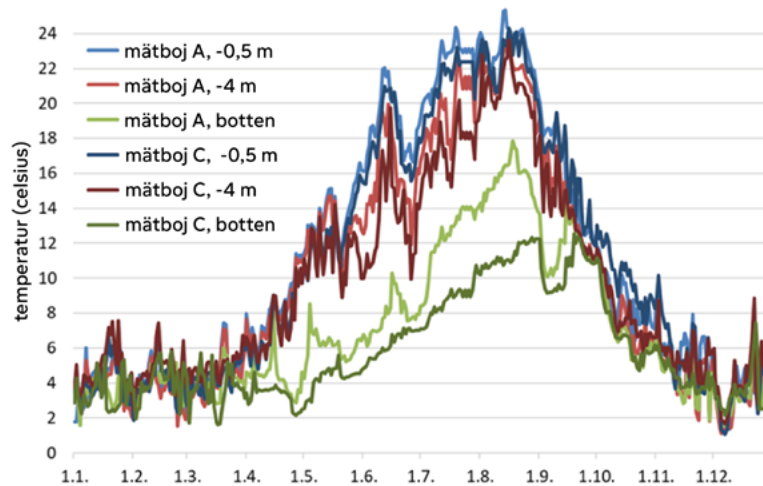


Bild 3-5. Vattentemperatur utanför kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid mätbojarna A och C år 2002.

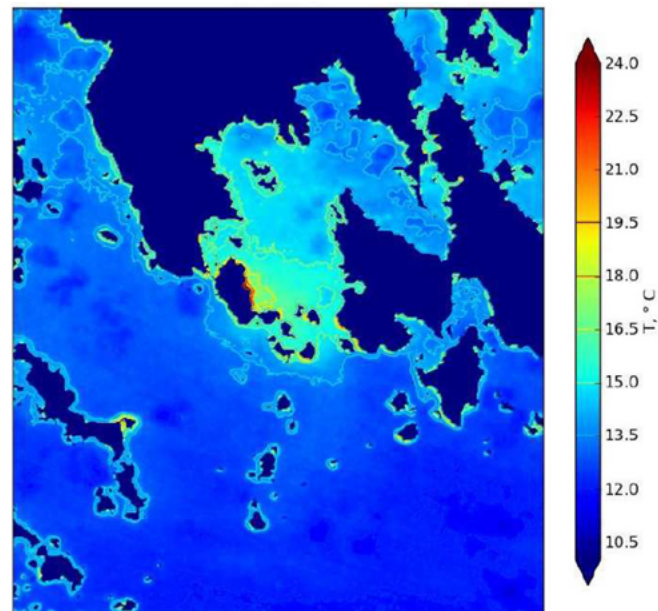


Bild 3-6. Vattentemperatur i Hästholmsfjärden, medelvärde beräknat utifrån satellitmätningar (Marjamäki 2012). I medelvärdet ingår 11 satellitmätningar under 16.5–29.9.2009.

3.3 VAL AV BERÄKNINGSPERIOD – DEN ISFRIA PERIODEN

Vid Finska vikens kust varierar havsvattnets temperatur kraftigt på sommaren till följd av uppvällning och nedvällning beroende på tid och plats.

På grund av dynamiken i uppvällnings- och nedvällningsfenomenen krävs det kontinuerliga temperaturopbservationer vid flera olika platser och på flera olika djup för att modellera förhållandena utanför Lovisa kraftverk. Fortum har låtit utföra mätkampanjer för att mäta havsvattnets temperatur kring kraftverket under flera olika år. Den mest omfattande mätkampanjen hittills utfördes på sommaren 2011. Eftersom mätkampanjen var områdesmässigt täckande, används materialet från sommarperioden 2011, det vill säga 1.6–30.9, vid granskningen av den isfria perioden.

År 2011 var det också sällsynt varmt (bild 3-7). På sydkusten var lufttemperaturen 1,5–2 °C varmare än genomsnittet (1981–2000) (Meteorologiska institutet 2020a). I Helsingfors var juni 2 °C, juli 3 °C och augusti 1,3 °C varmare än normalt. I Finska viken har lufttemperaturen i HELCOM:s rapporter (2007 & 2013 samt BACC Author Team 2008) bedömts öka med 2–4 (5:e–95:e percentilen 1–6) °C sommartid 1961–1990...2071–2099 (bild 3-8). Enligt den mellanstatliga klimatpanelen IPCC:s bedömning (IPCC 2019) stiger den globala

lufttemperaturen fram till 2050 med cirka 1,0 °C (sannolikt intervall 0,4...1,6 °C) om utsläppsscenariot RCP2,6 förverkligas eller, om utsläppsscenariot RCP8,5 förverkligas, med cirka 1,8 °C (sannolikt intervall 1,2...2,3 °C) jämfört med den genomsnittliga globala lufttemperaturen under 1986–2005 (bild 3-9). Således beskriver år 2011 också sådana klimatförhållanden som ännu i det nuvarande klimatet är relativt sällsynta, men som kommer att bli betydligt vanligare före mitten av detta århundrade (Klimatguiden 2021b).

År 2011 var de årliga underhållsavställningarna vid kraftverksenheter i Lovisa kortvariga driftstopp för att byta bränsle. Den årliga underhållsavställningen vid Lovisa 1 utfördes under perioden 21.8–7.9.2011 och vid Lovisa 2 under perioden 10.9–30.9.2011. År 2011 inföll de maximala havsvattentemperaturerna i juli, då alltså båda kraftverksenheter var i drift (producerade energi till elnätet som normalt) och havsvattnet var som varmast. På bild 3-10 visas kraftverkets kylvattenflöde i juni–augusti 2011 och man kan se på bilden att flödet är cirka 52–54 m³/s då båda kraftverksenheter är i drift. På bilden ser man också att flödet i det närmaste halveras i slutet av augusti, då Lovisa 1 körs ner för den årliga underhållsavställningen. Utifrån bild 3-11 kan man konstatera att kylvattnet normalt värms upp med cirka 8–10 °C då det går genom kraftverket sommartid.

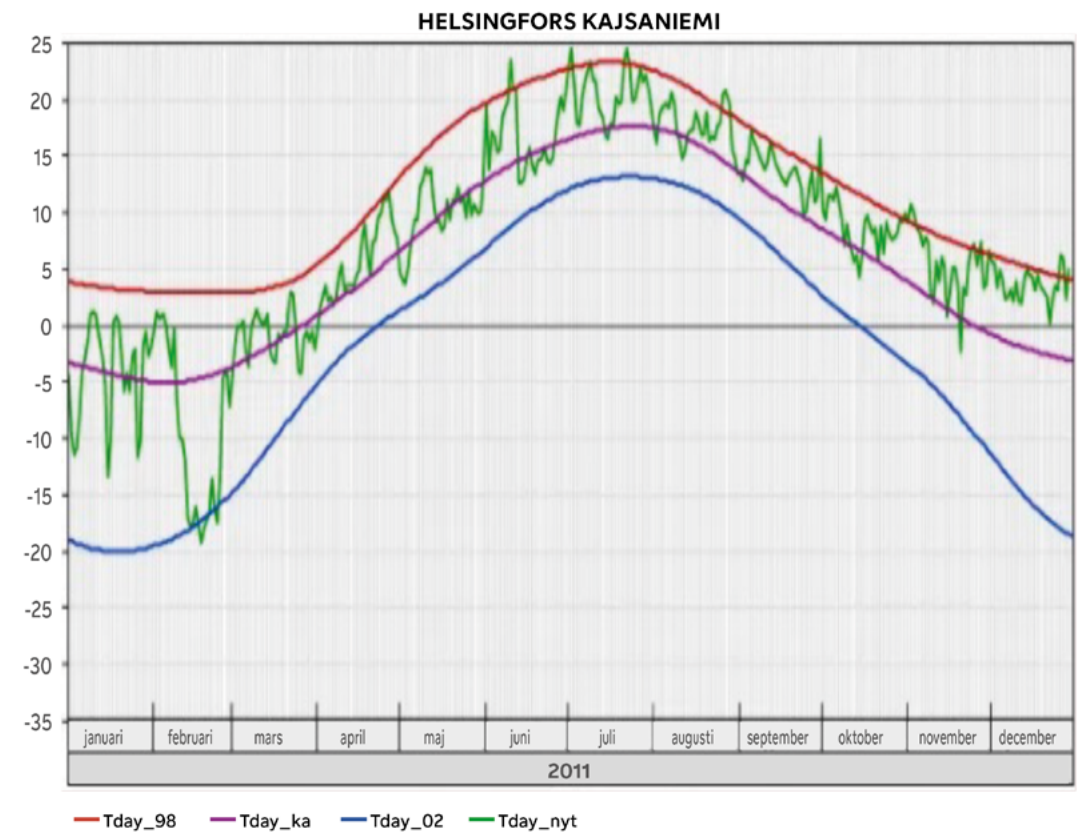


Bild 3-7. Dygnsmedeltemperatur i Kajsaniemi 2011 (med grönt) jämfört med referensperioden (1981–2000) (Meteorologiska institutet 2020a). På bilden visas dygnsmedeltemperaturens medelvärde under referensperioden (med lila) samt 2:a och 98:e percentilen (med blått och rött).

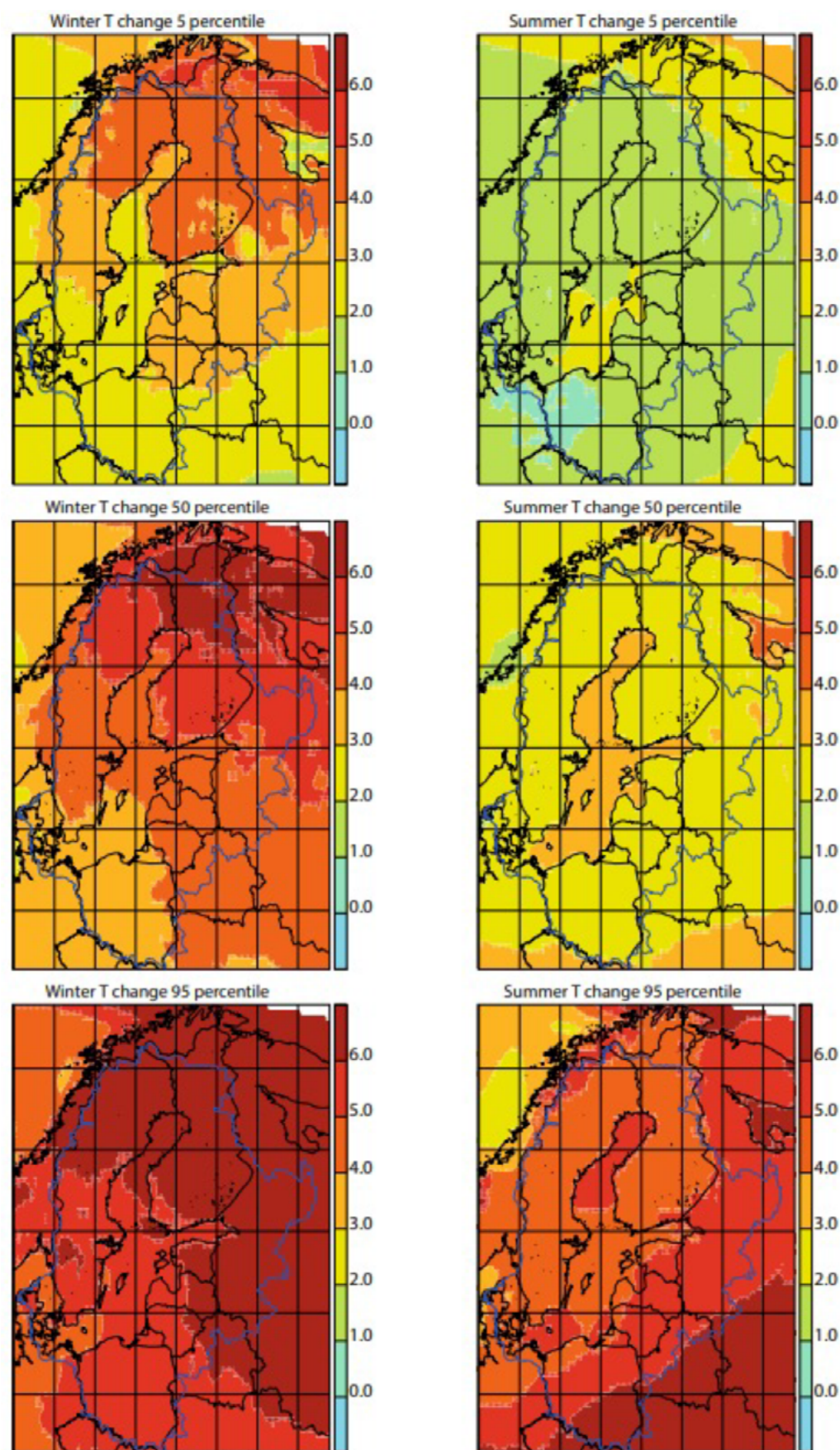


Bild 3-8. Prognos för temperaturförändring vintertid och sommartid 1961–1990...2071–2099 (HELCOM 2013). Vänster kolumn avser vinter, höger avser sommar, ovanifrån 5:e, 50:e och 95:e percentilen.

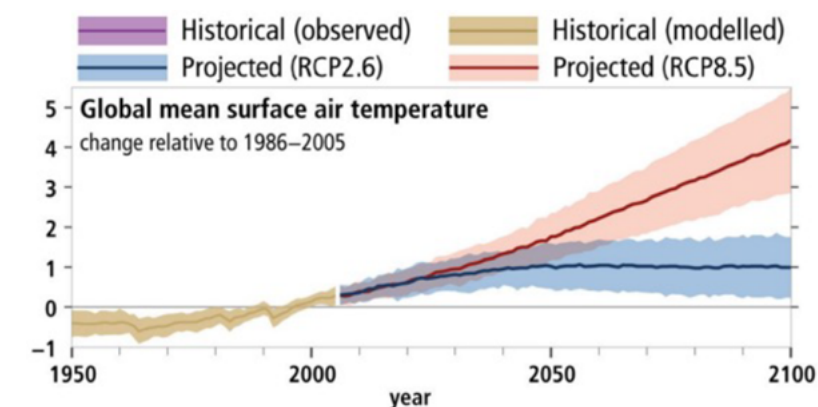


Bild 3-9. Prognos för förändring av den globala lufttemperaturen jämfört med perioden 1986–2005. Bilden redigerad utifrån källans (IPCC 2019) bild SPM.1.

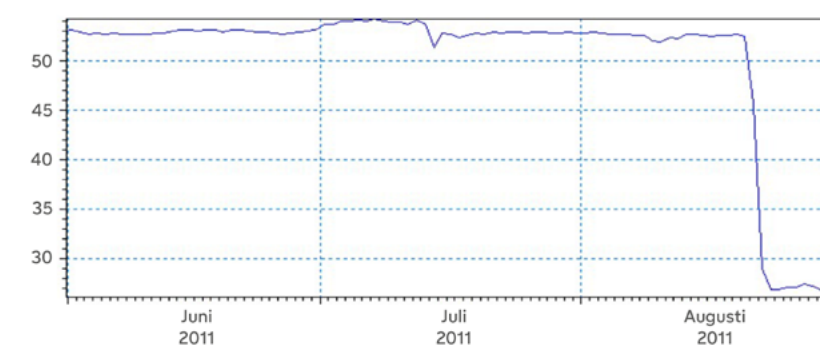


Bild 3-10. Kylvattnets intagsflöde (m³/s) i juni–augusti 2011.

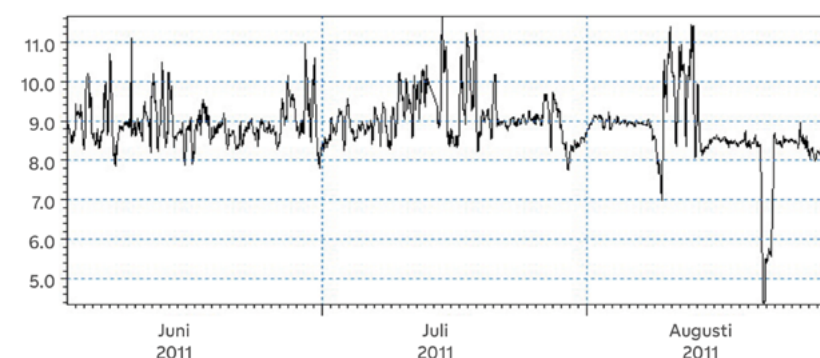
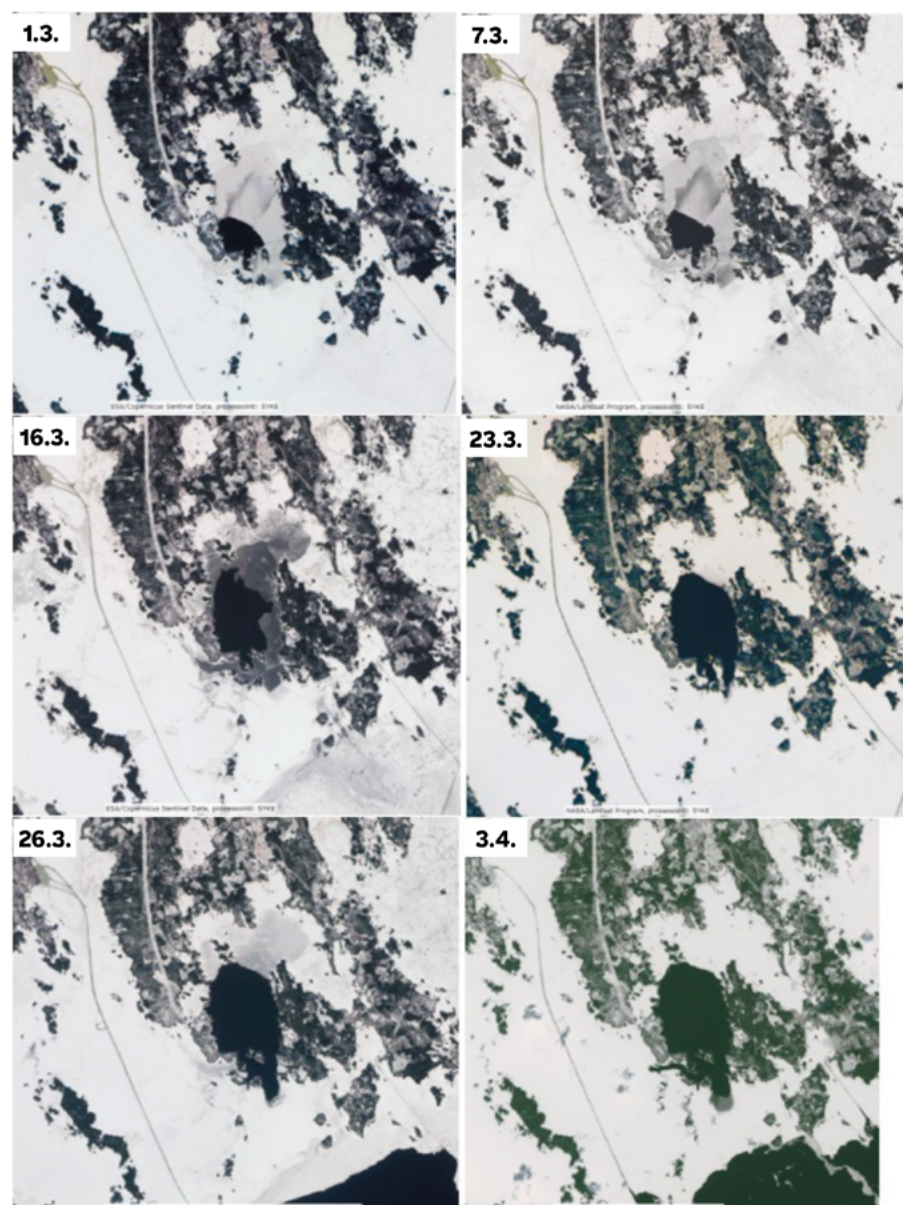
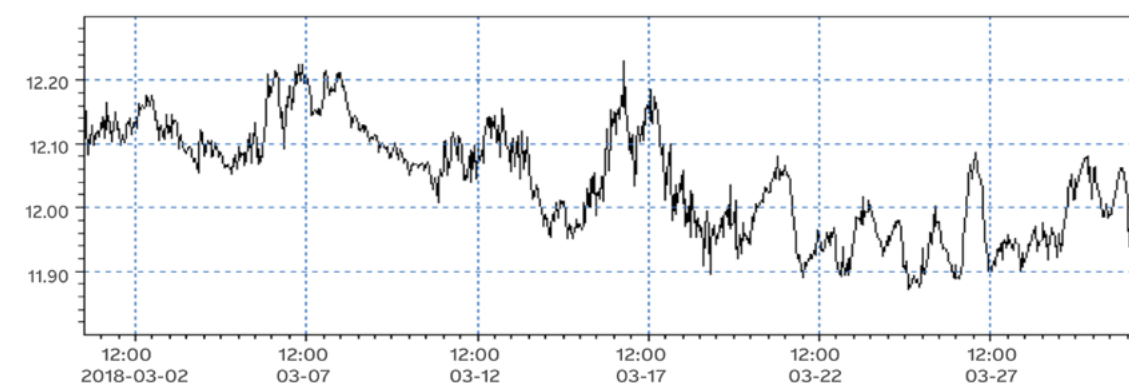
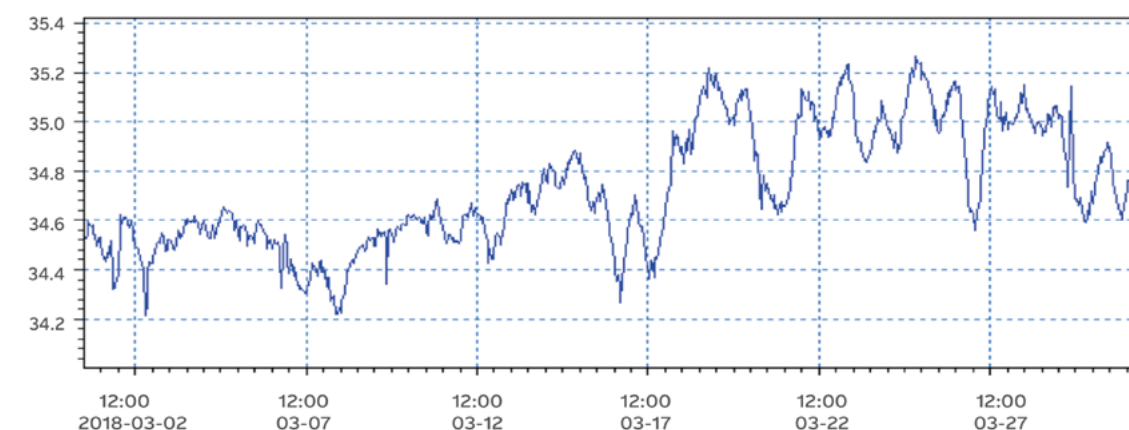


Bild 3-11. Kylvattnets temperaturökning (°C) då kylvattnet gick genom kraftverket i juni–augusti 2011.

3.4 VAL AV BERÄKNINGSPERIOD – PERIODEN MED ISTÄCKE

Under perioden med istäcke avviker förhållandena från den isfria perioden, i synnerhet på så sätt att det uppvärmda kylvattnet som är varmare än det omgivande vattnet kan röra sig jämförelsevis långa sträckor under det isolerande istäcket. Istäcket förhindrar också att vinden blandar om vattnet, vilket gör att det uppvärmda kylvattnet blandar sig långsammare med den omgivande vattenmassan. På grund av detta är omfattande observationer av istäcket både vad gäller tid och plats ett viktigt utgångsmaterial för att bedöma konsekvenserna vintertid.

Fortum har årligen observerat istäcket i omgivningen kring Lovisa kraftverk. Det lämpligaste materialet med tanke på modelleringen är satellitbilder från mars 2018 (bild 3-13). Mars 2018 var en tämligen kall månad (Meteorologiska institutet 2020b, bild 3-12). Även om en dynamisk modellering av istäcket inte är möjlig med nuvarande verktyg, ger modelleringen med ett istäcke som motsvarar observationerna en användbar, konservativ uppskattning av spridningen av den värmande effekten. Kylvattnets intagsflöde (ca 35 m³/s) och temperaturökningen (ca 12 °C) var normala i mars 2018 (bilderna 3-14 och 3-15).



3.5 FÖRHÅLLANDEN I OMGIVNINGEN

På bild 3-16 visas månadsmedelvärden för vindhastighet och lufttemperatur enligt Lovisa kraftverks mätningar samt månadsmedelvärden för molnmängd och solstrålning enligt Meteorologiska institutets mätningar (Meteorologiska institutet 2021), som har använts i detta arbete inom ramen för en licens (Creative Commons 2021). Molnmängden anges i åttondelar, så att 0/8 innebär en helt molnfri himmel och 8/8 en helt molntäckt himmel. Ändringen av måthöjd för vindhastigheten från 30 m till 44 m (graf 3-16 a) beror på en modernisering av Lovisa kraftverks väderobservationssystem. Avbrottet i tidsserien för lufttemperaturen (graf 3-16 b) beror på ett fel i temperaturgivaren. I alla grafer på bild 3-16 anges tidpunkten för den isfria perioden som granskats i modelleringen med orange bakgrundsfärg och tidpunkten för perioden med istäcke som granskats i modelleringen med blå bakgrundsfärg.

Utifrån bild 3-16 kan man se att vindhastigheterna vid tidpunkterna som använts i granskningen tämligen väl har motsvarat normala vindförhållanden. Vad gäller den isfria perioden var den maximala lufttemperaturen och den månatliga medeltemperaturen vid granskningstidpunkten bland de högsta under referensåren. I fråga om perioden med istäcke var lufttemperaturen vid den valda granskningstidpunkten bland den lägsta under referensåren.

På bild 3-17 visas en vindros och vindhastigheternas fördelning utifrån materialet om timmedelvärde under 2010–2020. På bild 3-17 a) ser man att den vanligaste vindriktningen granskad på lång sikt i närheten av Lovisa kraftverk är sydvästlig eller västsydvästlig vind (i 28 % av fallen). Vindhastigheten i alla riktningar är vanligtvis 0–8 m/s. Den vanligaste vindhastigheten är 3–4 m/s (bild 3-17 b).

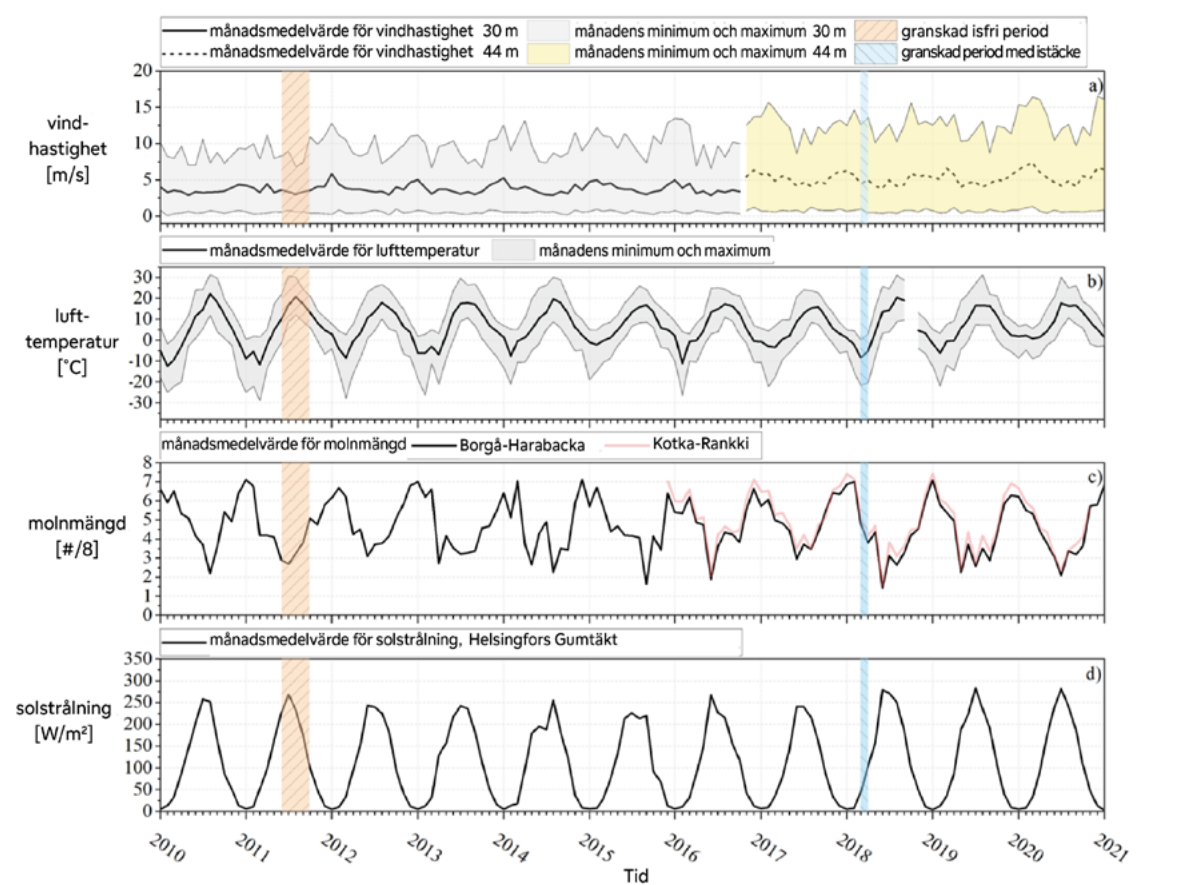


Bild 3-16. Månadsmedelvärden för vindhastighet a), lufttemperatur b), molnmängd c) och global solstrålning d) under 2010–2020. Vad gäller vindhastighet och temperatur visas också månads maximala och minimala timmedelvärden.

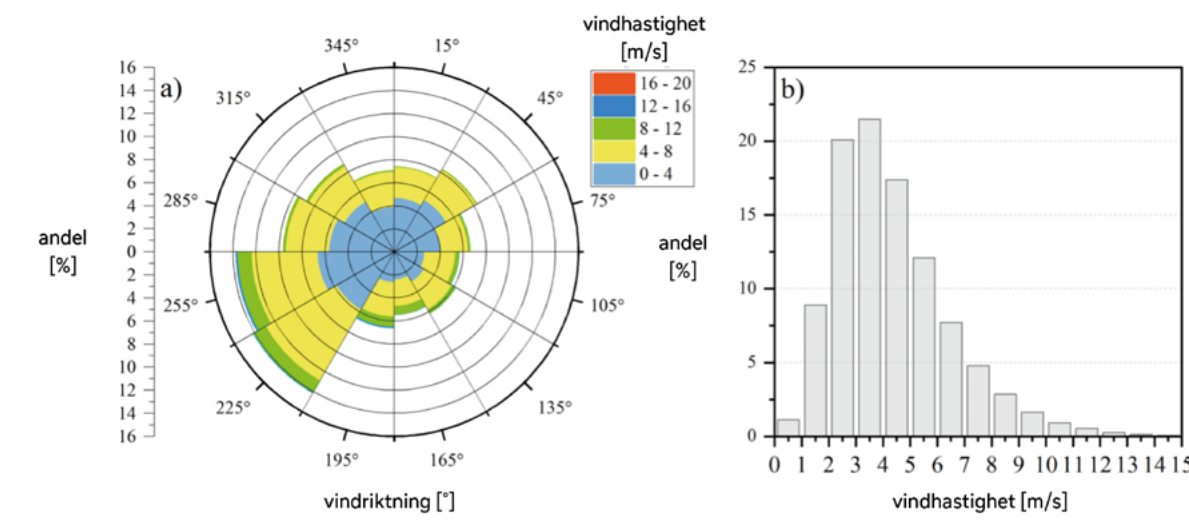


Bild 3-17. Vindros a) och frekvenshistogram för vindhastighet b) enligt vindmätningar på 30 m och 44 m höjd på basis av Lovisa kraftverks väderobservationssystem. Mätningarna utfördes under 2010–2020.

I tabell 3-1 visas årsmedelvärden för vindhastighet, lufttemperatur, molnmängd och solstrålning. De högre värdena för vindhastighet som kan observeras från och med 2017 beror på en ändring av mät höjden från 30 m till 44 m. Utifrån uppgifterna i tabellen kan man se att lufttemperaturen år 2011 är 0,5 °C högre än genomsnittet. Årsmedelvärdena för de övriga väderstorheterna motsvarar däremot tämligen väl de genomsnittliga förhållandena under 2010–2020. År 2018 var medelvindhastigheten 0,3 m/s lägre än medelvärdet på längre sikt och lufttemperaturen var 1 °C lägre. Trots den låga medeltemperaturen under hela året var sommaren 2018 en av de varmaste somrarna under 2010–2020. Detta innebär också att vintern var kallare än genomsnittet det året, eftersom medeltemperaturen under hela året är lägre trots den varma sommaren. År 2018 var molnmängden något mindre än genomsnittet, vilket delvis också förklarar de kalla förhållandena på vintern och att solstrålningsvärdena var högre än genomsnittet under den ljusa årstiden. På bild 3-18 visas en vindros och vindhastigheternas fördelning under den isfria perioden som granskats i arbetet. Bilden har utarbetats utifrån vinduppgifterna om timmedelvärde. På bild 3-18 a) ser man att den vanligaste vindrikt-

ningen är den samma (sydvästlig och västsydvästlig) som vid en granskning under en längre tidsperiod (bild 3-17 a). Därtill har det under perioden ofta blåst från sektorn som gränsar mellan nordost och ostsydost. Vindhastigheterna under perioden var 2–4 m/s över 50 % av tiden (bild 3-18 b). I tabell 3-2 visas statistiska nyckeltal som beräknats för väderfenomenen under den isfria perioden 2011. Utifrån tabellen kan man konstatera att det blåste litet under perioden i fråga samt att vädret var klart och att solstrålarna därför värmden upp ytan effektivt. Till följd av detta var lufttemperaturen relativt hög under perioden. På bild 3-19 visas en vindros och vindhastigheternas fördelning under perioden med istäcke som granskats i arbetet. Bilden har utarbetats utifrån vinduppgifterna om timmedelvärde. På bild 3-19 a) kan man se att periodens vindros avviker tydligt från vindförhållandena över en längre tidsperiod (bild 3-17 a). I mars 2018 var de vanligaste vindriktningarna nordnordvästlig och osthordostlig vind, vilket för sin del även förklarar de låga lufttemperaturerna under perioden. Förutom vindriktningarna avviker även vindhastigheterna från de typiska hastigheterna på lång sikt och är något högre. Under perioden var vindhastigheterna 4–6 m/s cirka 45 % av tiden.

Tabell 3-1. Årsmedelvärden för vindhastighet, lufttemperatur, molnmängd och solstrålning under 2010–2020.

År	Vind hastighet ⁱ⁾ [m/s]	Lufttemperatur [°C]	Molnmängd Borgå/Kotka ⁱⁱ⁾ [# / 8]	Solstrålning ⁱⁱⁱ⁾ [W/m²]
2010	3,5	4,6	5,0	110,3
2011	3,8	6,8	4,5	116,3
2012	3,9	5,4	5,1	111,1
2013	3,8	6,5	4,5	116,7
2014	3,7	6,7	4,6	109,2
2015	4,0	7,2	4,6	108,6
2016	3,5	5,9	4,7 / 5,2	110,4
2017	5,2	5,9	5,0 / 5,3	105,8
2018	4,9	5,3	4,3 / 4,7	122,3
2019	5,1	6,7	4,5 / 4,9	118,2
2020	5,6	8,1	4,4 / 4,3	119,3
Medelvärde	3,7 (30 m) 5,2 (44 m)	6,3	4,7 (Borgå) 4,9 (Kotka)	113,5

i) Värdena för vindhastighet och lufttemperatur baserar sig på Lovisa kraftverks vädermätningar. Under 2010–2016 mättes vindhastigheten på 30 meters höjd och under 2017–2020 på 44 meters höjd.

ii) Värdena för molnmängd baserar sig på Meteorologiska institutets molnmängdsmätningar (Meteorologiska institutet 2021, Creative Commons 2021). Mätningarna har gjorts i Harabacka i Borgå och på Kotka Rankö. Från Kotka finns det mätningar sedan november 2015, men i detta sammanhang presenteras bara resultaten för hela år.

iii) Solstrålningsresultaten baserar sig på Meteorologiska institutets mätningar av global solstrålning i Gumtåkt i Helsingfors (Meteorologiska institutet 2021, Creative Commons 2021).

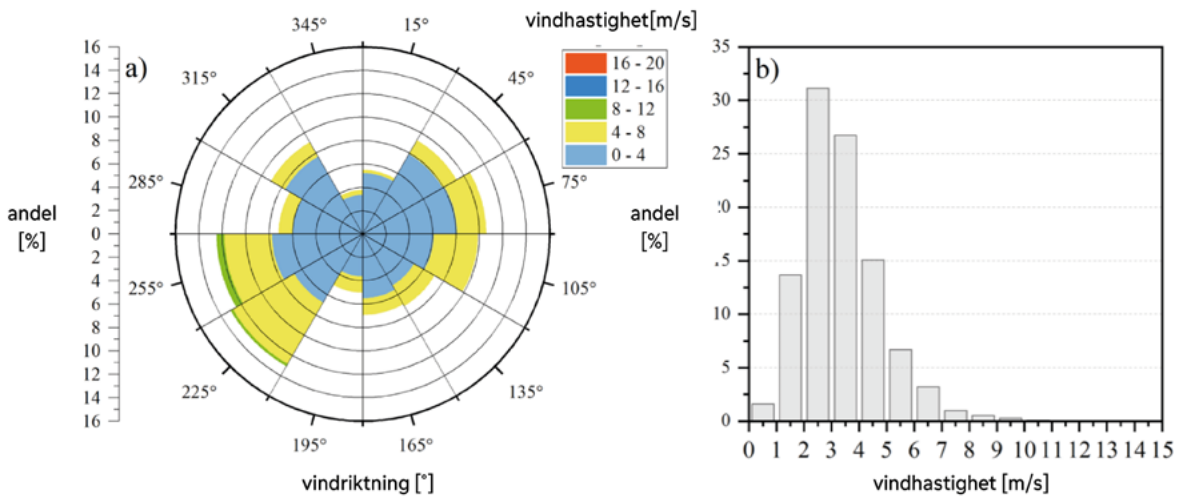


Bild 3-18. Vindros a) och frekvenshistogram för vindhastighet b) enligt vindmätningar på 30 m höjd på basis av Lovisa kraftverks väderobservationssystem. Mätningarna utfördes 1.6–30.9.2011.

Tabell 3-2. Statistiska nyckeltal för vindhastighet, lufttemperatur, molnmängd och total solstrålning under den isfria perioden 1.6–30.9.2011. Som utgångsmaterial användes storheternas timmedelvärde.

Statistisk storhet	Vindhastighet [m/s]	Lufttemperatur [°C]	Molnmängd Borgå [# / 8]	Solstrålning [W/m²]
Minimum	0,4	6,0	0	-4
Maximum	10,9	30,7	8	997
Medelvärde	3,3	17,1	3,7	193,5
Median	3,1	16,8	3,7	69
Standardavvikelse	1,4	4,3	3,2	248,2

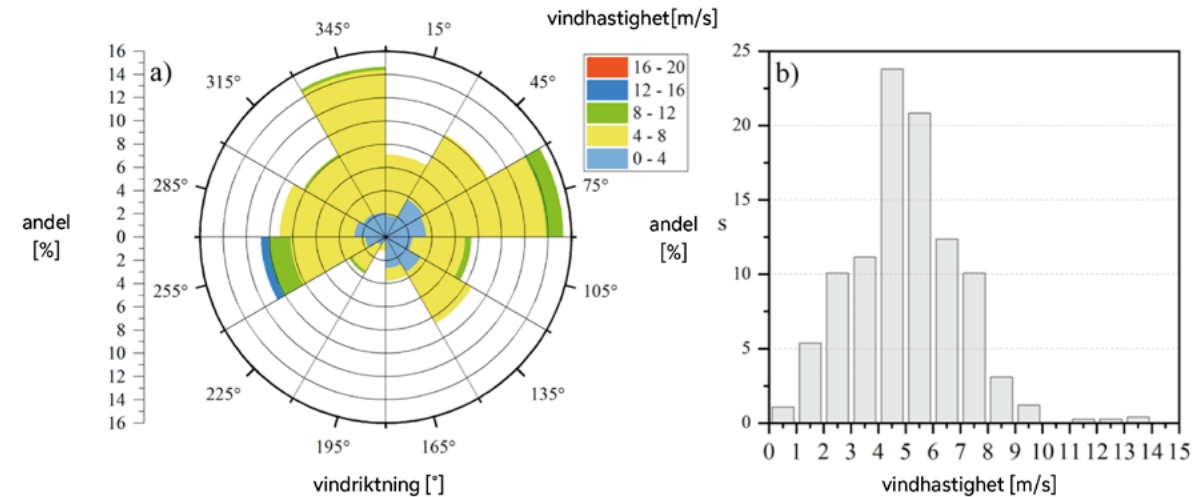


Bild 3-19. Vindros a) och frekvenshistogram för vindhastighet b) enligt vindmätningar på 44 m höjd på basis av Lovisa kraftverks väderobservationssystem. Mätningarna utfördes 1.3–31.3.2018.

I tabell 3-3 visas statistiska nyckeltal som beräknats för väderfenomenen under den granskade perioden med istäcke 2018. Utifrån tabellen kan man konstatera att det blåste betydligt mer under perioden i fråga än under den isfria perioden. Detta kan delvis bero på att man använder vindmätningar på 44 m höjd vid granskningen av perioden med istäcke, medan man vid granskningen av den isfria perioden använder vindmätningar på 30 m höjd. I allmänhet blåser det emellertid mera i mars än under sommaren (bild 3-20). Under perioden med istäcke är lufttemperaturen tämligen kall och himlen relativt klar. I värdena för global solstrålning ser man

den ökade effekten av diffus solstrålning som snötäcket förorsakar. På bild 3-21 visas det interpolerade vattenståndet vid Lovisa utifrån Meteorologiska institutets mätningar av havsvattenståndet i Helsingfors och Fredrikshamn. Vattenståndet anges i förhållande till det teoretiska medelvattenståndet. Materialet från Helsingfors och Fredrikshamn ingår i Meteorologiska institutets öppna datamaterial (Meteorologiska institutet 2021), som har använts i detta arbete inom ramen för en licens (Creative Commons 2021). Lovisa kraftverk utför också egen mätning av havsvattenståndet, men vattenstån-

Tabell 3-3. Statistiska nyckeltal för vindhastighet, lufttemperatur, molnmängd och total solstrålning under perioden med istäcke 1.3–31.3.2018. Som utgångsmaterial användes storheternas timmedelvärde.

Statistisk storhet	Vindhastighet [m/s]	Lufttemperatur [°C]	Molnmängd Borgå [# / 8]	Solstrålning [W/m²]
Minimum	0,5	-20,5	0	-3,1
Maximum	13,7	3,0	8	669
Medelvärde	5,0	-5,2	3,8	103,8
Median	4,9	-4,6	4	0,6
Standardavvikelse	2,0	5,2	3,5	163,8

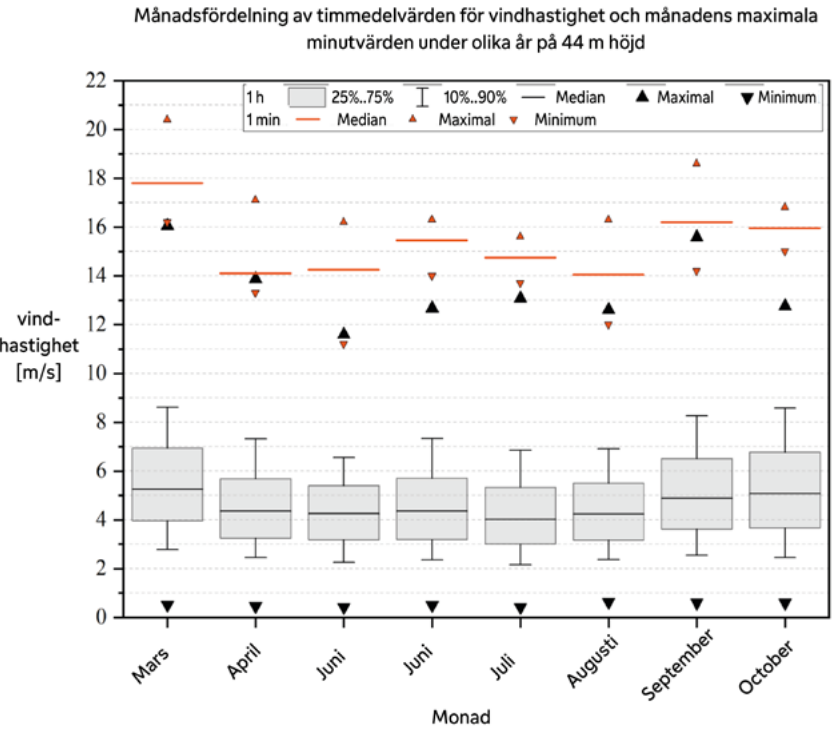


Bild 3-20. Månatlig vindhastighetsfördelning utifrån vindmätningar på 44 meters höjd på basis av Lovisa kraftverks väderobservationssystem under 2017–2020. Statistiska nyckeltal beräknade utifrån timmedelvärden anges med grått och svart. Med rött anges statistiska nyckeltal beräknade utifrån vindhastigheternas maximala minutmedelvärden under månaden.

det som bedömts genom interpolering av Meteorologiska institutets mätningar beskriver bättre vattenståndet på öppet hav som används som randvillkor för modelleringen. På bilden kan man se att vattenståndet under den isfria perioden ligger på en tämligen normal nivå och att variationen mellan minimalt och maximalt vattenstånd är liten under perioden. Under perioden med istäcke är vattenståndet något lägre än i genomsnitt, men också i detta fall är variationen liten under perioden.

På bild 3-22 visas månadsfördelningen av timmedelvärdena för det interpolerade vattenståndet vid Lovisa utifrån

Meteorologiska institutets mätningar av havsvattenståndet i Helsingfors och Fredrikshamn samt månadsmedelvärdena under granskningsperioderna. Bilden visar tydligare än bild 3-21 att vattenståndet under den isfria perioden ligger på en tämligen normal nivå och att vattenståndet är något lägre än i genomsnitt under perioden med istäcke. Av bilden framgår också att variationen i vattenståndets extremvärden vanligen är större i mars än under den isfria perioden. Förvisso är variationen i vattenståndets extremvärden normalt större i september än i juni, juli och augusti.

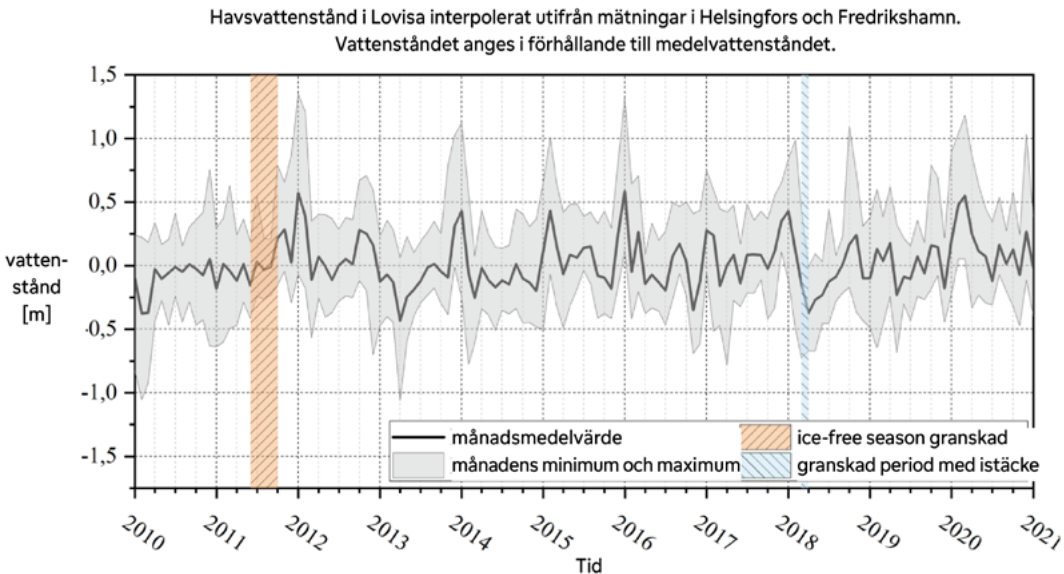


Bild 3-21. Månadsmedelvärde för havsvattenståndet samt minimi- och maximivärden för en enskild timme under månaden i förhållande till det teoretiska medelvattenståndet i Lovisa.

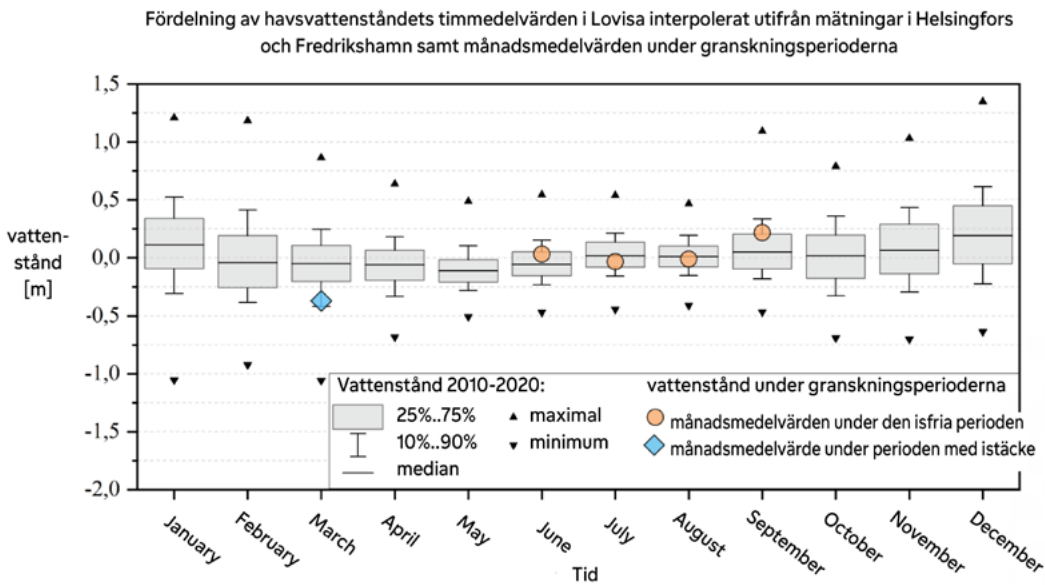


Bild 3-22. Månadsfördelning av havsvattenståndets timmedelvärden samt månadsmedelvärden under granskningsperioderna. Vattenståndet anges i förhållande till det teoretiska medelvattenståndet.

4 Beskrivning av modelleringen

4.1 BERÄKNINGSMODELL SOM ANVÄNTS VID GRANSKNINGEN

Granskningen bygger på en hydraulisk modellering med DHI:s Mike 3 FM non hydrostatic-flödesmodell som of-fentliggjordes 2019 och gör beräkningar med fullständiga tredimensionella ekvationer och har anpassbart beräknings-nät (DHI 2017). Med hjälp av verktyget kan man samtidigt beskriva både hydrauliken på mindre områden och fenomen på större områden. Modellen beräknar utöver strömmar även havsvattnets temperatur och salthalt. Som bak-grundsinformation används bland annat vindförhållandena, havsvattenståndet och dess variationer, lufttemperaturen, istäcket samt strålningsbalansens komponenter i havet och atmosfären. Modellområdet sträcker sig från kusten ända till Orrengrund. En modell som gjorts tidigare för ett mindre område utanför kylvattenintaget användes vid valideringen av hydrauliken i området nära kylvattenintaget i den modell som nu har utarbetats för ett större område. Som underlag för användningen av modellen var omfattande och hel-täckande kartläggningar av havsbotten som Fortum gjort tidigare med olika ekolodningsmetoder, och bland annat kon-tinuerliga observationer av havsvattnets temperatur, salthalt och strömmar. Modellen kalibrerades genom att jämföra de beräknade värdena med observationerna under den isfria perioden 2011. Tredimensionella värden för flödes-hastighet, temperatur och salthalt skrevs ut med hjälp av modellen med tre timmars intervaller och på granskade djup vid valda punkter med 30 minuters intervaller.

4.2 MODELLENS BERÄKNINGSGITTER OCH EKVATIONER SOM ANVÄNTS VID MODELLERINGEN

Modellens beräkningsnät och djupförhållanden presenteras på bild 4-1. Modellen inkluderar 1 832 horisontella element och 1 900 noder. Elementtätheten är som störst i Häst-holmsfjärden och Hudöfjärden nära kraftverket. Sommar-modellen har 44 elementlager, varav de fyra närmast ytan är anpassningsbara (tabell 4-1). Vintermodellen är i övrigt identisk med sommarmodellen, men tre elementlager är anpassningsbara då de fasta lagrens övre yta ligger på nivå -1 meter. Det minsta vattendjupet i modellen både sommar-och vintertid är 1 meter. Elementen med varierande höjd i djupzonen börjar genast vid den föränderliga vattenytan och når ner till de fasta elementlagrens övre yta, förutom om området är grundare, då de når ända ner till botten. Lagrens tjocklek fördelar sig jämnt.

På grund beräkningskraven användes en meter som minsta djup i modellen. Detta eftersom vattenståndet sjönk till som lägst -0,59 m under beräkningen. I modellen har kylvattenintaget naturlig bredd (32,8 m) och höjd (på nivån 8,5 m...11,1 m), och en jämn flödes-hastighet har fastställts för hela arealen utifrån flöde och areal. Utsläppet av varmt

kylvatten har i sommarmodellen modellerats med hjälp av en barriärfunktion, så att vattnet släpps ut på djupet 0...1 m. På så sätt fås elementens botten mycket nära horisontell, vilket möjliggör modellering av ett naturligt horisontellt flöde. I vintermodellen har utsläppet modellerats vid ytan, så att vattnet släpps ut från utloppet inom ett ytelement med djupet 0...1 m utan barriär. Skillnaden beror på att en likadan geometri som i vintermodellen skapade ett onaturligt flöde från utloppet till vattendraget i sommarmodellen och att detta måste ändras.

Beräkningen genomfördes med fullständiga tredimensio-nella Reynolds-medelvärdesbildade Navier-Stokes ekva-tioner och artificiell kompressibilitet (DHI 2017). Vid beräk-ningen av virvelviskositeten användes Smagorinskys metod Large Eddy Simulation i horisontalld och k-epsilon-metoden i vertikalld. I modellen används Richardsons progressiva dämpning för att beskriva densitetsskiktningens effekt på blandningen i vertikalld. Metoden eller dess koefficienter kan inte ändras i modellen, även om man i Finska viken hade kunnat testa även kraftigare dämpning, motsvarande som också har presenterats i litteraturen (Elliott & Venayaga-moorthy 2010). Vid all beräkning av tid, plats och turbulens samt spridning av temperatur och salthalt användes så exak-ta approximationer som möjligt med flera ordningstal. Detta för att även om beräkningstiden förlängs, ökar samtidigt noggrannheten. Beroende på iterationernas konvergens kun-de man i modellen välja tidssteg mellan 0,01 och 30 sekun-der. Corioliskraften beaktades i beräkningarna. Som botten-s ojämnheter användes konstanten 0,5 m.

4.3 MODELLENS RANDVILLKOR OCH INGÅNGSVÄRDEN

Som modellens gräns har förutom det öppna havet angetts markområdena, där den vinkelräta flödes-hastigheten har fastställts till noll. Randvillkoret för vattenståndet på öppet hav har bestämts med hjälp av linjär interpolering av timmed-elvärdet mellan mareograferna i Fredrikshamn och Brunns-parken i Helsingfors på basis av avståndet. Randvillkoren för temperatur och salthalt på öppet hav har bestämts med hjälp av tvådimensionella tidsserier som uppgjorts på basis av Luode Consulting Oy:s automatiska observationer samt manuella observationer i miljöförvaltningens databas Hertta (Vattenkvalitet/NTM-centralen i Nyland, Creative Commons).

Flödet från åarna och älvarna (Tessjöån, Lovisaån, Abborr-fors (Kymmene älv) och Forsby å) leds till ytelementen (djup ca 0...0,5 m) vid temperaturer i enlighet med Hertta-tjänsten och under antagandet att vattnets salthalt är noll. För att komplettera värdena används värden i referensvattendrag.

Tidpunkten då modellberäkningen inleds inträffar något innan den egentliga granskningsperioden börjar, för att kylvattenflödet ska hinna sätta sig och bli naturligt innan granskningsperioden börjar. Modellberäkningens inlednings-tidpunkt under den isfria perioden är 23.5.2011 kl. 12, medan den egentliga granskningsperioden i detta arbete börjar 1.6.2011. Modellberäkningens inledningstidpunkt under perioden med istäcke är 18.2.2018 kl. 12, medan den egent-liga granskningsperioden börjar 1.3.2018. Som utgångsläge

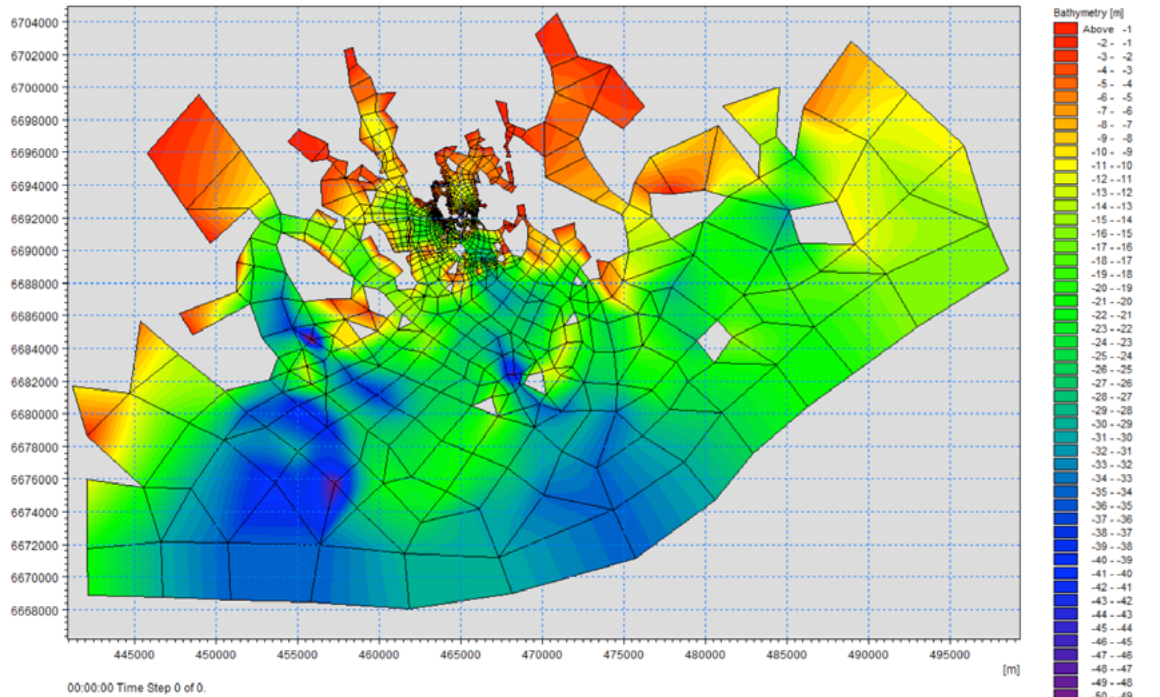


Bild 4-1. Modellens beräkningsnät och botten höjdläge. Koordinatsystem ETRS-TM35FIN.

Tabell 4-1. Beräkningsnätets struktur i vertikalled.

Djup (m)	Elementtyp	Cellernas höjd
ytan...2 m	fasta nivåer (i nivå med intaget)	ca 0,5 m
2 m...8,5 m	fasta nivåer	0,5 m
8,5 m...11,1 m	fasta nivåer (i nivå med intaget)	0,65 m
11,1 m...12 m	fasta nivåer	0,9 m
12 m...20 m	fasta nivåer	1 m
20 m...30 m	fasta nivåer	2 m
20 m...36 m	fasta nivåer	3 m
36 m...40 m	fasta nivåer	4 m
40 m...65 m	fasta nivåer	5 m

i modellen används tredimensionella modeller för vatt-
nets temperatur och salthalt som uppgjorts utifrån Luode
Consulting Oy:s observationer (Luode Consulting Oy 2012)
och de manuella observationerna i databasen Hertta. Som
vattenstånd för hela området används ett linjärt interpole-
rat konstant värde mellan mareograferna i Helsingfors och
Fredrikshamn.
Den lång- och kortvågiga strålningen beskrivs med mi-
nutmedelvärden som observerats i Gumtåkt i Helsingfors.
I modellen är det inte möjligt att använda utgående lång-
vågig strålning som beräknats utifrån vattentemperaturen,
utan den utgående långvågiga strålningen från vattenytan

approximeras med hjälp av mätningar av solstrålningen i
Gumtåkt. Under granskningsperioden med istäcke anges
värmeutbytet mellan vattnet och atmosfären till noll på om-
råden med istäcke i modellen.
I modellberäkningen för den isfria perioden används vär-
dena 0,9 (Beta) och 1,4 (reduktionsfaktor) som koefficienter
för solljusets inträngningsdjup. Dessa värden är stora och
typiska för humus- och alghaltigt mörkt vatten, såsom Finska
viken, som optiskt kallas för ”svart”. I modellberäkningen för
perioden med istäcke används koefficienterna 0,6 och 1,4 för
klarare vatten.

Vindvärdena för området nära kraftverket erhöles från
Lovisa kraftverks vädermast och vindvärdena för det öppna
havsområdet från Meteorologiska institutets väderobser-
vationsstation på Orrengrund. Vindvärdena modifierades
för kylvattenmodelleringen till höjdnivån 10 m med hjälp av
en vindmodifiering allmänt använd logaritmisk profil i
grovhetsklassen 0,5 (Danish Wind Energy Association 2021).
Lufttrycket, lufttemperaturen och den relativa luftfuktighe-
ten erhöles från Meteorologiska institutets väderobser-
vationsstation på Orrengrund.
Värdena för luftmotståndskoefficienterna (drag coeffi-
cient) uppskattades för granskningsperioderna i samband
med kalibreringen av modellen. Under den isfria perioden
användes värdena 0,315...1,12 x 10⁻³ linjärt i vindhastighets-
intervallet 0...25 m/s. Dessa värden är lägre än värdena för
världshaven, eftersom det vid Finska vikens kust förekommer
vågsvall från mitten av viken samt höga vågor som beror på
grundhet. Båda dessa minskar koefficienterna. Även jämfört
med en mycket liten naturlig diffusion vid den skyddade kus-
ten kan en betydande numerisk diffusion i modellens djupare
lager påverka kalibreringsresultaten på så sätt att koefficien-
terna minskar. Användningen av större koefficienter skulle
leda till en för stor temperaturblandning i vertikalled. Utifrån
kalibreringen erhöles för perioden med istäcke värdena
0,62...2,28 x 10⁻³, som är större än under den isfria perioden,
eftersom det knappt bildas vågor och vågorna ute till havs
inte kommer till området på grund av istäcket.
Koefficienterna för avdunstning och kondensering bedöm-
des också i samband med kalibreringen av modellen. För den
isfria perioden används Daltons koefficient 1 och Daltons
vindkoefficient 1,8 samt som värmeledningskoefficienter vid
kylning och uppvärmning värdena 5 och 0,5 x 10⁻³. Värdena
är typiska för arktiska områden, där temperaturskillnaderna
är ganska stora och topografin varierande och småskalig
(Esbensen & Reynolds 1980). Koefficienterna kan också
påverkas av att man i modellen inte kan använda vattnets
ytttemperatur vid överföringen av långvågig värmestrålning.
Som koefficienter för perioden med istäcke erhöles stora
värden i samband med kalibreringen; 3, 5,4 och 10 samt 0,5 x
10⁻³ i enlighet med källan (Esbensen & Reynolds 1980). Detta
beror på att det enda området som saknar istäcke ligger
alldeles intill kylvattenutloppet, där temperaturskillnaden
mellan luften och vattnet är ovanligt stor och koefficienterna
därför även är stora. Regnets inverkan modellerades inte,
liksom inte heller värmeöverföringen mellan botten och vat-
tenmassan. Dessa komponenter modelleras vanligen inte.
Diffusionen utanför modellens mekanismer och omfattning
beskrevs lokalt för varje cell och tidpunkt i modellen genom
beräkning med virveldiffusion. Som dess skalningsfaktor i
vertikalled kalibrerades i yt- och mellanskikten en vanlig 0:a,
på grund av områdets ringa naturliga diffusion under termo-
klinen i relation till mängden numerisk diffusion i modellen.
I skiktet ovanför termoklinen ökar vinden omblandningen
betydligt så att den blir större än summan av den numeriska
diffusionen och diffusionen som beskrivs i modellen, och vid
kalibreringen erhöles ”advanced diffusion coefficient” genom
att efterlikna en logaritmisk profil från ytan mot djupet i
enlighet med tabell 4-2.

Tabell 4-2. Tillsatt skalningsfaktor för blandning i vertikalled
på olika djup utanför modellens mekanismer och elementens
omfattning.

Djup	skalningsfaktor för diffusion
0...0,15 m	0,5
1 m	0,27
2 m	0,15
3 m	0,07
4 m	0,025
4,5 m	0

Vid vinterberäkningen halverades värdena i tabell 4-2 för
Hästholmsfjärden, för att beakta den försvagande effekten
som istäcket i det närliggande havsområdet hade på vatt-
nets omblandning. På öppet hav utanför Orrengrunds-
fjärden fastställdes 0 som värde, eftersom man vill minska ombland-
ningen där. På djupnivån 0...10 m användes som diffusions-
koefficient i horisontalled det konstanta värdet 1,1 förutom
på öppet hav. På större djup är vattenutbytet litet, eftersom
det finns många åsar i området på cirka 10 m djup, vilket gör
vattnets rörelser långsammare. Därför kalibrerades värdet 0
för diffusionskoefficienten i horisontalled i dessa områden.
På öppet hav utanför Orrengrunds-
fjärden används ett mycket stort värde för diffusionen av temperatur och salthalt
i horisontalled för att bringa randvillkoret för temperatur och
salthalt närmare. Uppvällning och nedvällning, som påverkar
randvillkoret i Finska viken på ett till och med dominerande
sätt, är tvärgående fenomen som syns snabbt och mest
alldeles intill kusten, det vill säga på stranden vid Vådholms-
fjärden. För att exakt beskriva dynamiken vid uppvällning
och nedvällning kan randvillkoret emellertid inte placeras
där, eftersom effekten av kraftverkets kylvatten sträcker sig
till en del av Orrengrunds-
fjärden. Således kunde randvillkoret för temperatur och salthalt bara föras utanför Orrengrunds-
fjärden artificiellt med hjälp av en stor diffusionskoefficient
i horisontalled. För att beskriva effekten av variationen i
vattenståndet och vindens effekt ligger modellens egent-
liga gräns emellertid längre ut till havs. På så sätt kan man
beskriva en del av dynamiken i uppvällningen och nedväll-
ningen, men beskrivningen av kylvattnets influensområde
och -skikt är exakt.

4.4 VERIFIERING OCH VALIDERING AV MODELLBERÄKNINGEN

4.4.1 Jämförelse med manuella observationer

I Hästholmsfjärden utfördes manuella mätningar under
modelleringsperioden 1.6–1.9.2011 vid punkterna 8, 9, 11
och 12 (bild 4-2). Det kan konstateras att de modellerade
havsvattentemperaturerna tämligen noggrant följer de tem-
peraturer som observerats i Hästholmsfjärden vid punkterna
9, 11 och 12 ned till 7,5 meters djup under hela sommaren

(bilderna 4-3...4-6). Temperaturen som modellerats på större djup motsvarar också observationerna i juni och juli, men i slutet av augusti har vattnet i modellen värmts mer än de observerade temperaturerna. Den modellerade temperaturen vid punkt 8 är högre vid ytan och lägre i mellanskiktet. Den modellerade temperaturen vid botten överensstämmer med observationerna i juni och juli, men blir allt varmare mot slutet av augusti.

De modellerade havsvattentemperaturerna motsvarar således de observerade temperaturerna relativt väl, förutom observationerna på större djup i slutet av augusti. Centralt för denna granskning är att temperaturerna som modellerats nära ytan motsvarar observationerna. Motsvarigheten är synnerligen tillräcklig med tanke på granskningen av kylvattnets konsekvenser.

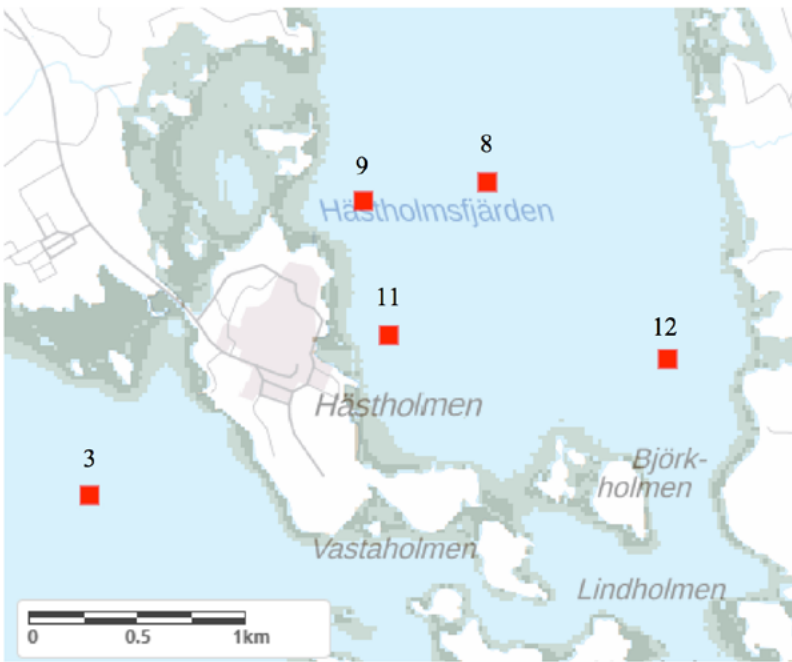


Bild 4-2. Punkter för manuella observationer av vattentemperaturen 2011.

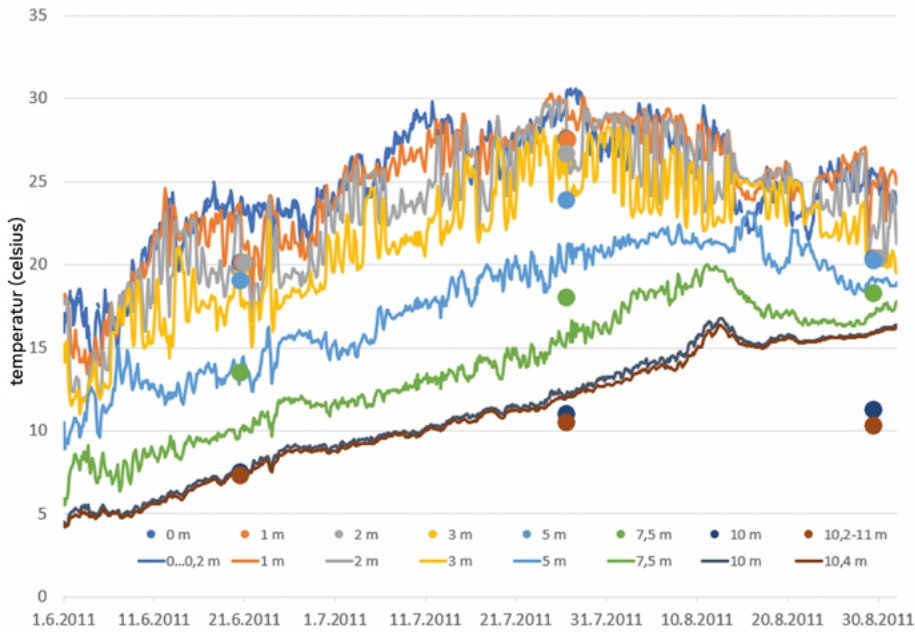


Bild 4-3. Manuellt observerade (cirklar) och modellerade (kurvor) vattentemperaturer i Hästholmsfjärden vid punkt 8.

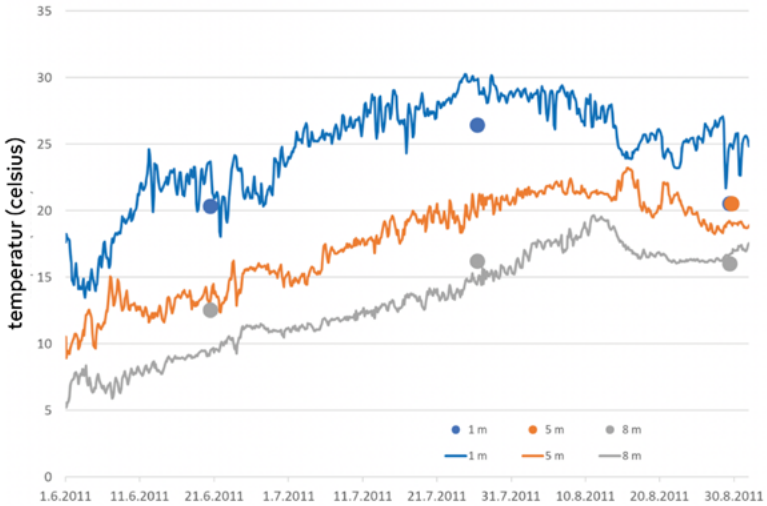


Bild 4-4. Manuellt observerade (cirklar) och modellerade (kurvor) vattentemperaturer i Hästholmsfjärden vid punkt 9.

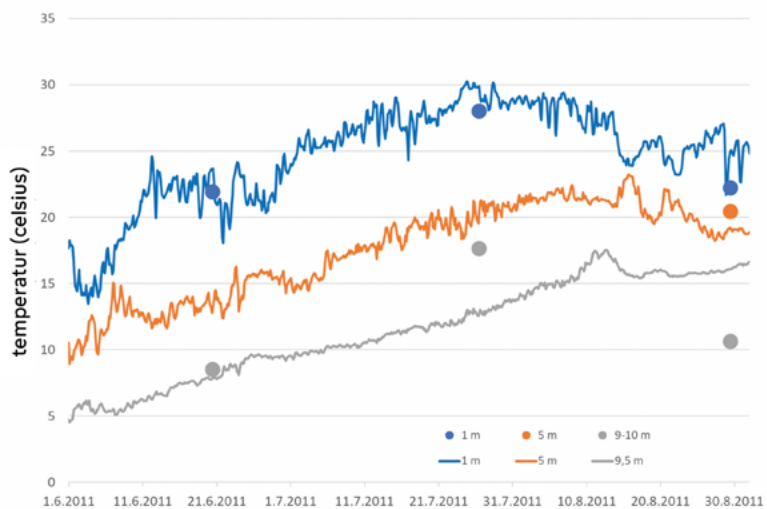


Bild 4-5. Manuellt observerade (cirklar) och modellerade (kurvor) vattentemperaturer i Hästholmsfjärden vid punkt 11.

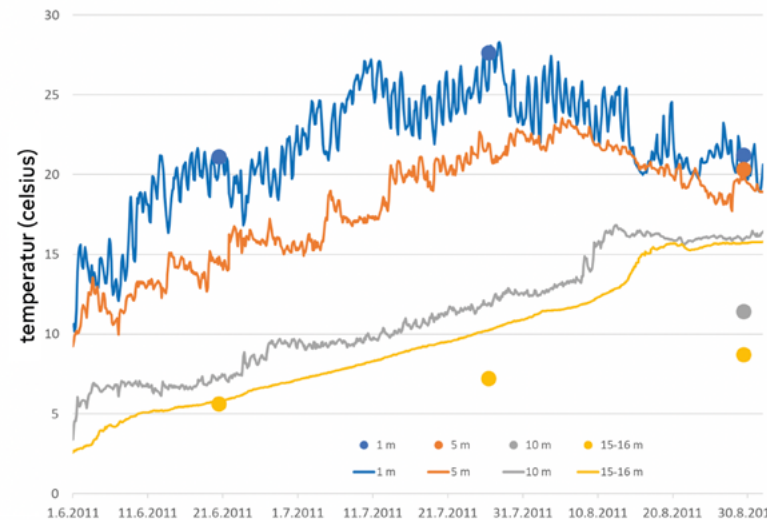


Bild 4-6. Manuellt observerade (cirklar) och modellerade (kurvor) vattentemperaturer i Hästholmsfjärden vid punkt 12.

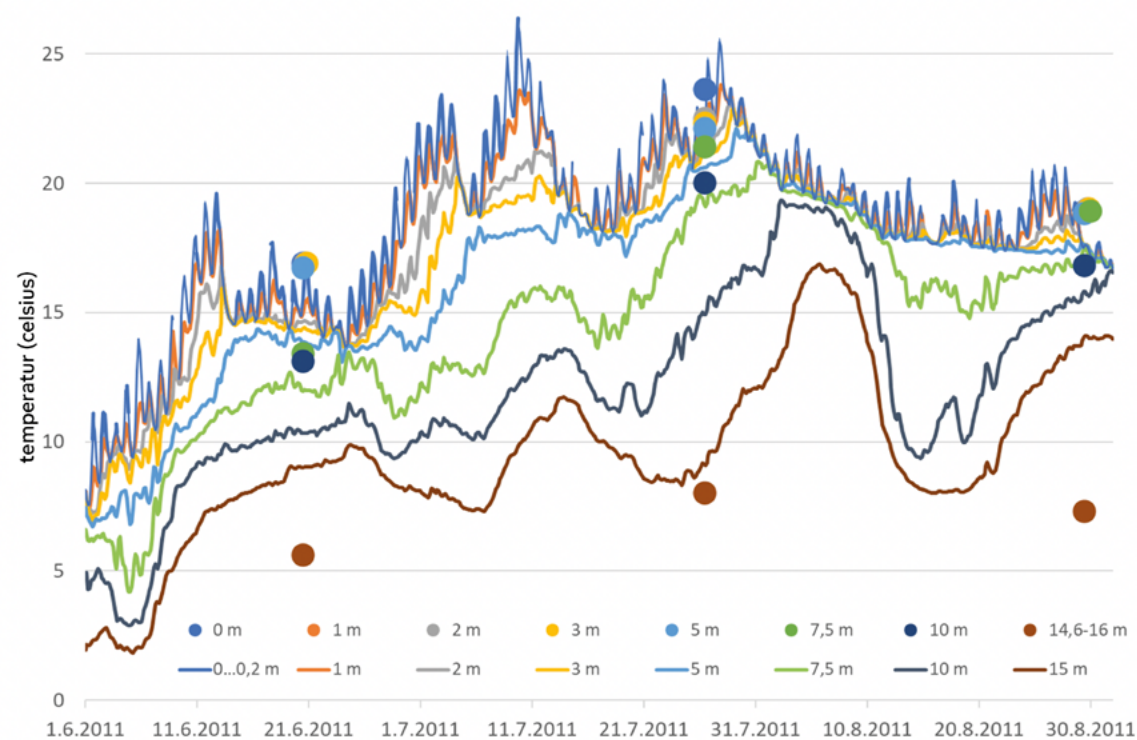


Bild 4-7. Manuellt observerade (cirklar) och modellerade (kurvor) vattentemperaturer i Hudöfjärden vid punkt 3.

De modellerade havsvattentemperaturerna i Hudöfjärden (bild 4-2, punkt 3) motsvarar observationerna tämligen väl ned till 7,5 meters djup (bild 4-7). Temperaturerna som modellerats på 10 meters djup är något kallare och på 15 meters djup något varmare än i observationerna (bild 4-7).

4.4.2 Jämförelse med automatiska observationer

De modellerade havsvattentemperaturerna jämfördes också med resultaten av mätningar som registreras automatiskt. De automatiska avläsningarna vid punkterna K1–K2 (bild 3-1) är vanligen något lägre än de manuella observationerna. Havsvattentemperaturerna beräknade med modellen jämfördes med de observerade havsvattentemperaturerna vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden (bojarna B och C), vid kylvattenintaget i Hudöfjärden (K1) och mot öppet hav i Vådholmsfjärden (K2) vad gäller förhållandena sommaren 2011. Jämförelsen presenteras på bilderna 4-8...4-10. På bilderna

kan man se att de modellerade vattentemperaturerna i Hästholmsfjärden som är viktig med tanke på konsekvenserna av det varma kylvattnet följer de observerade temperaturerna relativt väl. Jämförelsen för vintern presenteras på bild 4-11.

Längre bort från Hästholmen i Hudöfjärden och Vådholmsfjärden beskriver modellen uppvällnings- och nedvällningsfenomenen som svagare än vad som har observerats. Den kraftiga uppvällningen som enligt observationerna börjar i början av augusti sker något senare i modelleringen och den modellerade uppvällningen är inte lika kraftig som i observationerna. I modelleringsresultaten för Hästholmsfjärden och Hudöfjärden stiger temperaturen i det djupare vattnet mer mot slutet av augusti än observerat. Temperaturen som modellerats för det djupare vattnet i Vådholmsfjärden är lägre än observerat. Den modellerade havsvattentemperaturen nära ytan följer emellertid tämligen exakt den observerade temperaturen. I synnerhet yttemperaturerna som modellerats för Hästholmsfjärden motsvarar observationerna tämligen väl.

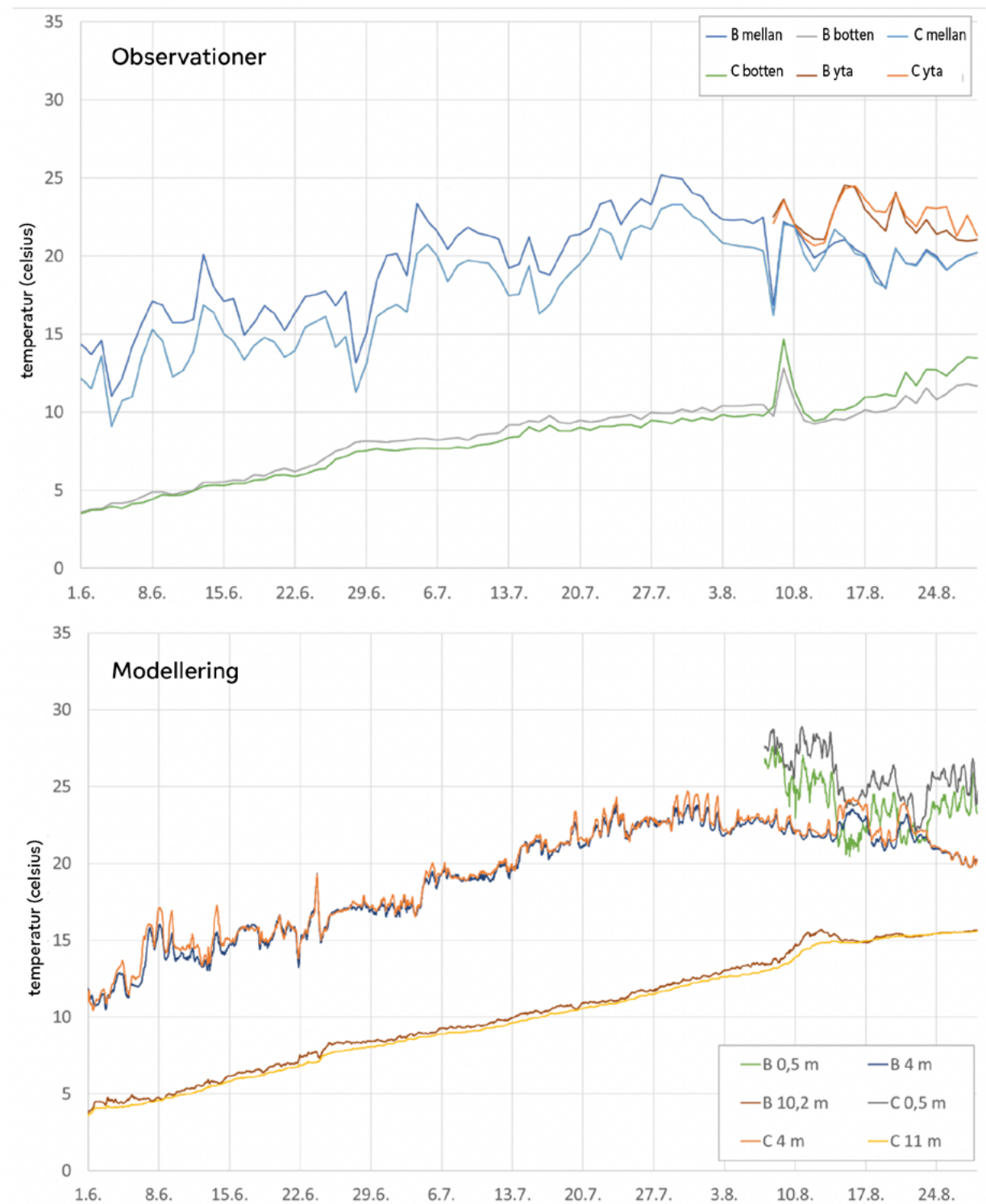


Bild 4-8. Hästholmsfjärden, bojarna B och C, observerad (övre bilden) och modellerad (nedre bilden) vattentemperatur på olika djup i juni–augusti 2011. Variationerna i observationerna i början av augusti beror på underhåll av mätgivarna.

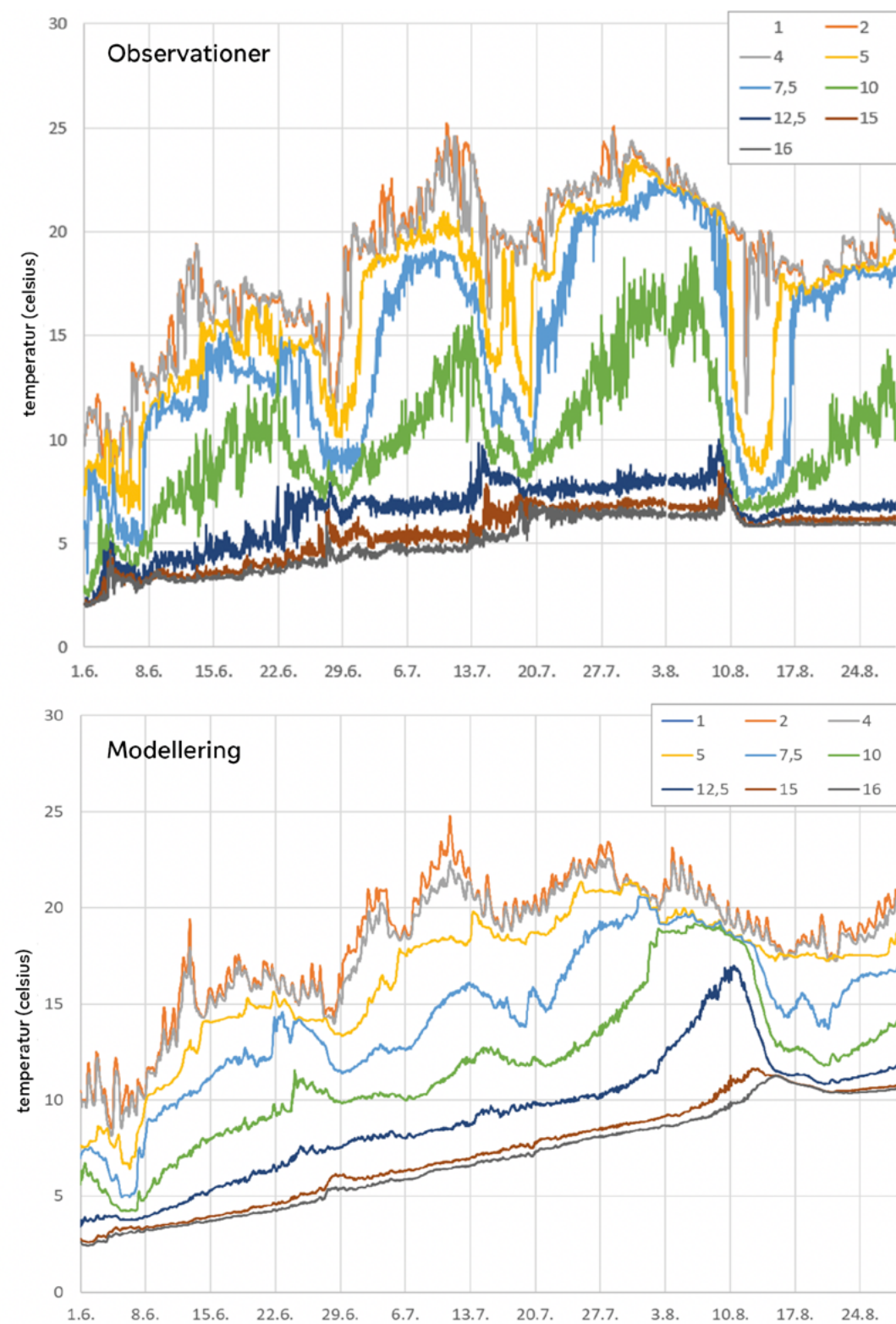


Bild 4-9. Hudöfjärden, boj D (djup 2–4 m), punkt K1 (djup 5–16 m), observerad (övre bilden) och modellerad (nedre bilden) vattentemperatur på olika djup i juni–augusti 2011.

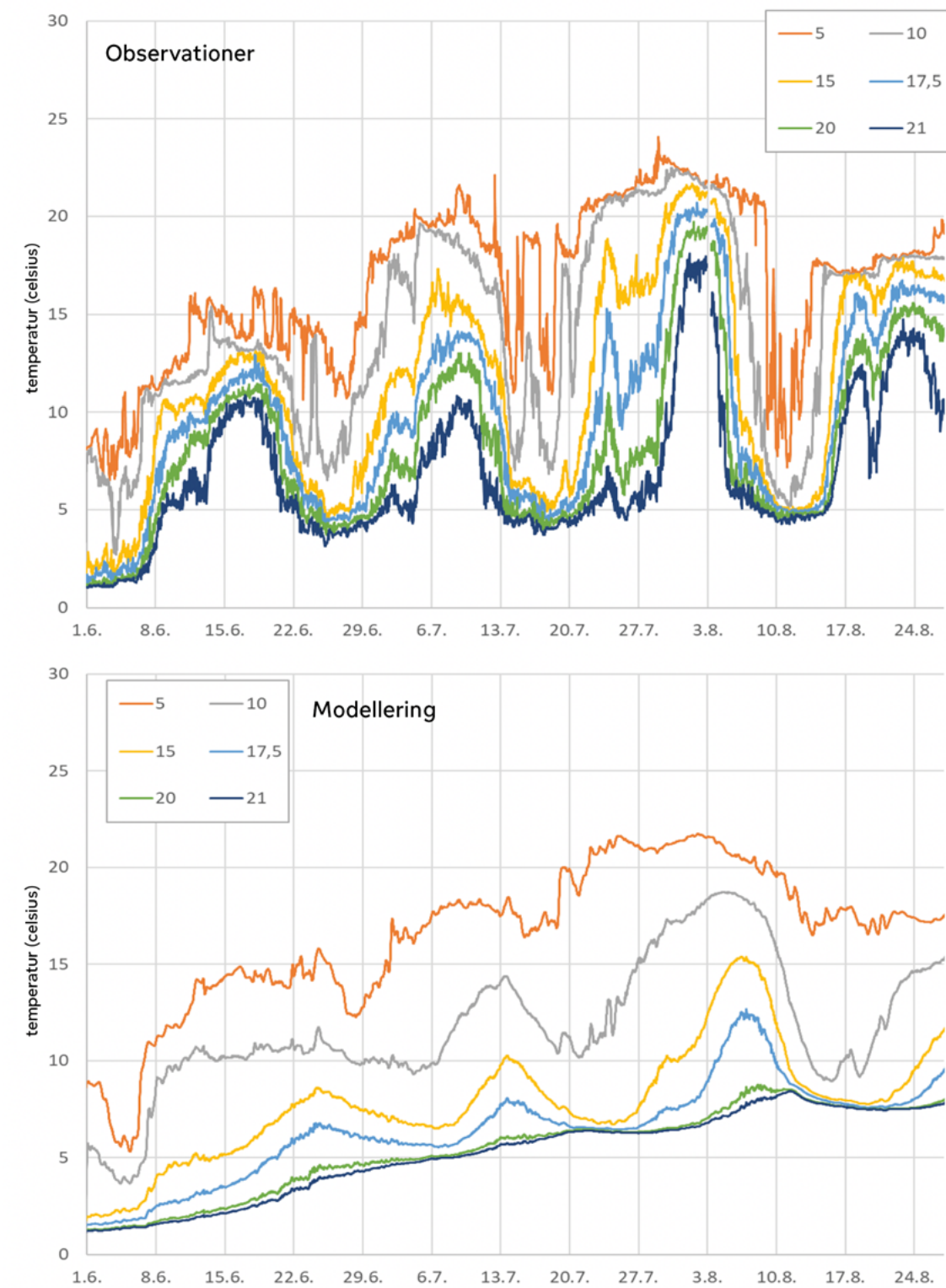


Bild 4-10. Vådholmsfjärden, punkt K2, observerad (övre bilden) och modellerad (nedre bilden) vattentemperatur på olika djup i juni–augusti 2011.



Bild 4-11. Observerad och modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C (bild 3-3) i mars 2018.

4.5 OSÄKERHETER I ANKNYTNING TILL MODELLERINGEN

All modellering är förenad med osäkerheter och modelleringen beskriver aldrig verkligheten fullt ut. Slutresultatet av modelleringen kan innehålla fel på grund av osäkerhet i bakgrundsinformationen och randvillkoren samt på grund av modellens parametrisering och numeriska beräkning. Exempelvis havsvattenståndet på öppet hav som använts som bakgrundsinformation har uppskattats med hjälp av havsvattenståndet i Helsingfors och Fredrikshamn, vilket gör att bedömningen inte är helt exakt. Å andra sidan är uppskattningen tillräckligt bra ur kylvattenmodelleringens

synvinkel och är inte någon särskilt betydande felkälla. Vad gäller felkällor är det centralt att identifiera de viktigaste felkällorna och att försöka förbättra läget om det är möjligt och nödvändigt. En av de viktigaste felkällorna i modelleringen i detta arbete är värmeöverföringen från ytvattnet till atmosfären. Den utgående långvågiga strålningen har beräknats med hjälp av värden för värmestrålning som observerats i Gumbäck, i stället för att använda vattnets ytemperatur. I princip fördröjer denna egenskap värmeöverföringen från vattnet till luften och höjer vattnets temperatur mer än i verkligheten.

Detta var dock en utmaning som kunde behandlas på ett tillfredsställande sätt genom att kalibrera modellen utifrån mätningarna, så att dess uppskattade ytemperaturer motsvarar mätningarna väl. Med tanke på resultaten av detta arbete är det viktigaste målet att ge en realistisk beskrivning av ytemperaturen. En annan felkälla som eventuellt påverkar resultaten i betydande grad är huruvida modellen lyckas beskriva den vertikala omblandningen av vattnet. Detta påverkas särskilt av valet av värden för omblandningsparametrar och strukturen på modellens beräkningsgitter. I samband med kalibreringen av modellen fäste man särskild vikt vid hur realistisk den vertikala omblandningen var. Vattnet i Östersjön är brackvatten, vilket innebär att salthalten ligger mellan 0,5 och 24,7 ‰. Salthalten i Finska vikens kustvatten är vanligen under 5 ‰, men det förekommer en del variationer i salthalten. Brackvattnets fysikaliska egenskaper gör det till en svår substans med tanke på modelleringen, och betydelsen av kalibrering av modellen utifrån mätningar framhävs ytterligare. Till Finska vikens särdrag hör också uppvällning och nedvällning, som i betydande grad påverkar havsvattnets temperatur- och salthaltsförhållanden. Det är också utmanande att beskriva uppvällning och nedvällning med hjälp av modellering.

5 Modelleringsresultat

5.1 DEN ISFRIA PERIODEN

På bilderna 5-1...5-4 visas skillnaderna i havsvattnets temperaturer modellerade för den isfria perioden i de situationer då kraftverket är i drift och då det inte är i drift. Tidsserierna för modelleringsresultaten för havsvattnets temperatur vid olika kontrollpunkter och i olika situationer (kraftverket i drift och kraftverket inte i drift) presenteras i bilaga 2. Granskningarna har presenterats för observationsplatserna K1, K2 och K3 samt för bojarna vid kylvattenutloppet (bild 3-1 och 3-3). På bilderna 5-5...5-7 visas temperaturkartor med temperaturs medelvärde och maximivärde.

Vid bojarna A, B och C i Hästholmsfjärden nära kylvattenutloppet är havsvattnets ytemperatur under driften av kraftverket 1–11 °C varmare än i en situation där kraftverket inte är i drift (bild 5-1). Temperaturskillnaderna mellan olika situationer är större vid bojarna B och C, medan variationen är klart mindre vid boj A. Skillnaderna mellan de olika platserna beror på att bojarna B och C tydligare ligger inom influensområdet för det varma kylvattnet när kraftverket är i drift och att boj A å sin sida ligger lite vid sidan om. Den rätt så stora variationen i havsvattnets ytemperatur vid en enskild plats (till exempel boj B och kontrolldjupet 0,5 m) förklaras i huvudsak av förändringar i vindförhållandena, eftersom förändringar i vindriktningen ändrar det varma kylvattnets väg så att det ibland strömmar förbi kontrollpunkten och ibland mot kontrollpunkten. Temperaturökningen på djupet vid bojarna A, B och C blir större under sommaren och är cirka

2–3 °C i augusti. Utifrån kartor som gjorts över modelleringsresultaten (bilderna 5-5...5-7) ökar driften av kraftverket havsvattnets ytemperatur mest alldeles intill kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden. Ytemperaturen sjunker dock snabbt ju längre bort man kommer, eftersom ytvattnet blandas horisontellt och vertikalt med resten av vattenmassan och värmen också överförs effektivt till atmosfären. I genomsnitt ökar ytemperaturen med cirka 2 °C i södra Hästholmsfjärden. I västra och norra Hästholmsfjärden blir effekten uppskattningsvis bråkdelar av en grad, på grund av det långsamma flödet till dessa områden. Utifrån modelleringsresultaten kan ytvattnets temperatur dock tidvis öka på en del av dessa områden på grund av kylvattnets värmande effekt. Ökningen är högst cirka 2 °C. Utifrån tvärsnittsbilderna (bilderna 5-5...5-7) kan det uppskattas att konsekvenserna av driften av kraftverket för havsvattnets temperatur under den isfria perioden främst avgränsas till det översta 5 meters skiktet i den södra delen av Hästholmsfjärden. Den genomsnittliga ökningen av ytemperaturen som beräknats för Klobbfjärdens vattenförekomst (Hästholmsfjärden + Klobbfjärden) är uppskattningsvis cirka 1,12 °C. De grunda områdenas areal längre bort från kraftverket är något mindre i modellen än i verkligheten, vilket bör beaktas då modelleringsresultaten tolkas. Vid punkt K1 i Hudöfjärden nära kylvattenintaget är havsvattnets temperatur nära ytan enligt modelleringen i genomsnitt cirka 0,1–0,9 °C högre under driften av kraftverket än i en situation där kraftverket har inte är i drift (bild 5-2). Den värmande effekten i Hudöfjärden är ringa och kan i allmänhet endast observeras alldeles i det nordöstra hörnet nära Hästholmen (bilderna 5-5...5-7). Under vissa väderförhållanden kan ytemperaturen emellertid tidvis stiga med högst cirka 2 °C i de delar av Hudöfjärden som ligger nära Hästholmen. Utifrån modelleringsresultaten ligger den värmande effekten vid observationsplatsen K2, utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden till Vådholmsfjärden, alldeles vid havsytan. Enligt resultaten är havsvattnets temperatur på en meters djup uppskattningsvis 0–4,5 °C varmare och på fem meters djup 0–1,5 °C varmare under driften av kraftverket, än i en situation där kraftverket har inte är i drift (bild 5-3). Djupare än så, på 10 meters djup, kan ingen temperaturhöjning observeras. Enligt kartorna som gjorts över modelleringsresultaten är effekten i Vådholmsfjärden som störst nära mynningen av sundet mellan öarna Myssholmen och Lindholmen, där vattnets temperatur tidvis som högst kan stiga med cirka 5 °C vid ytan. I den sydligare delen av Vådholmsfjärden bedöms temperaturhöjningen vara högst cirka 1 °C (bilderna 5-5...5-7). Ytemperaturen i de norra delarna av Vådholmsfjärden stiger med i genomsnitt 2 °C. Temperaturskillnaden minskar dock ju längre söderut man kommer, så att den värmande effekten på havsvattnets genomsnittliga ytemperatur på grund av driften av kraftverket är svår att observera redan i de mellersta delarna av Vådholmsfjärden. Den värmande effekten vid observationsplatsen K3 i Orren-

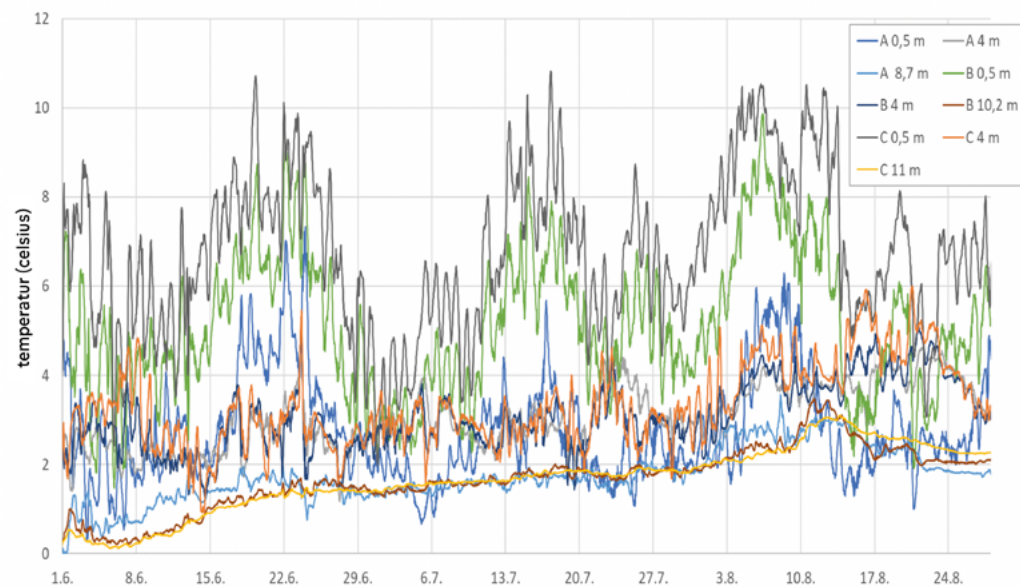


Bild 5-1. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C vid kylvattenutloppet under den isfria perioden 2011.

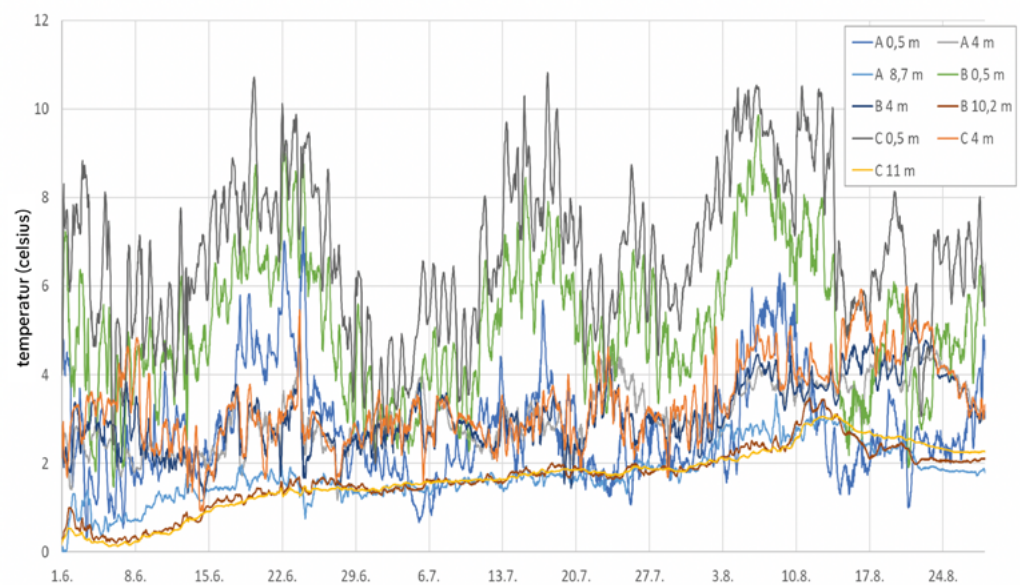


Bild 5-2. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Hudöfjärden vid punkt K1 under den isfria perioden 2011.

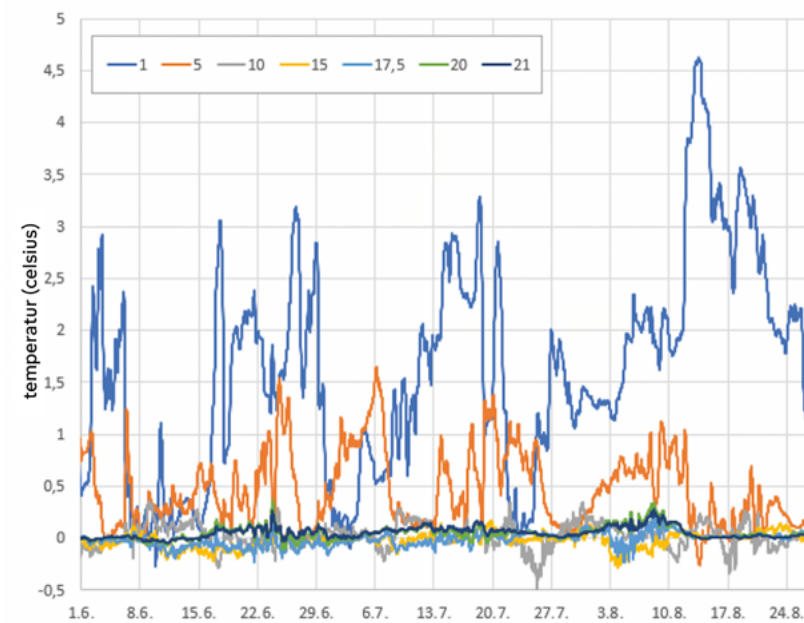


Bild 5-3. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Vådholmsfjärden vid punkt K2 under den isfria perioden 2011.

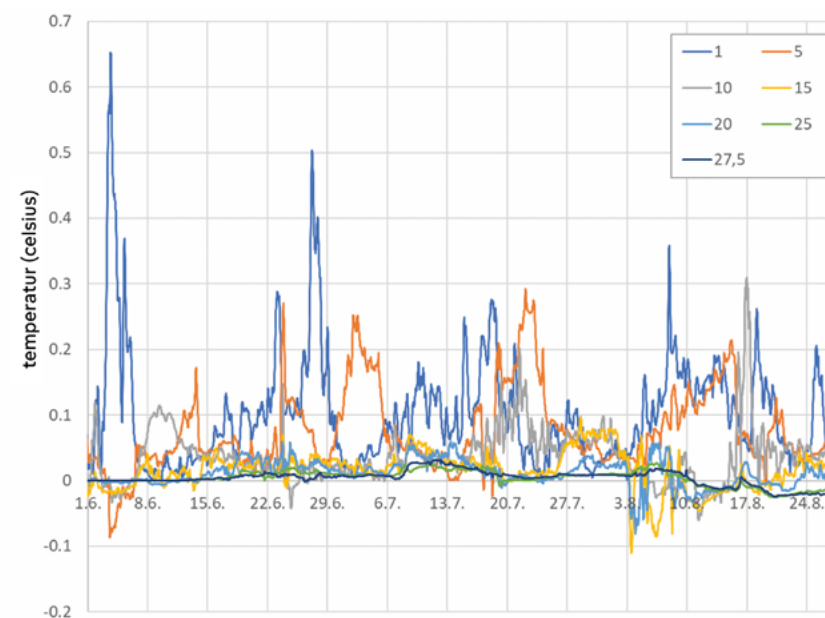


Bild 5-4. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Orrergrundsfjärden vid punkt K3 under den isfria perioden 2011.

grundsfjärden är mycket liten i ytskiktet (bild 5-4). Effekten på ett litet område i den nordvästra delen av Orrergrundsfjärden är cirka 0,5 °C, medan maximivärdet på den plats som leder till Vådholmsfjärden är cirka 1,5 °C.

Utifrån modelleringen kan kraftverkets värmande effekt under den isfria perioden främst observeras i Hästholmsfjärden och tidvis vid ytan utanför sunden i den södra delen av Hästholmsfjärden.

Den granskade isfria perioden 2011 representerar en exceptionellt varm sommar under 2010-talet. Året 2011 valdes för granskning i huvudsak eftersom man det året utförde en mer omfattande granskning av havsvattnets temperatur, vilket möjliggör en noggrannare kalibrering av kylvattenmodel-

len. Å andra sidan erbjuder valet av ett exceptionellt varmt år perspektiv på hur havsvattnets temperaturförhållanden kommer att utvecklas då klimatet blir varmare i framtiden. Såsom framgår av kapitel 3.3, kommer sommartemperaturerna 2011 sannolikt att vara ganska vanliga i de klimatförhållanden som råder under 2030–2050, eller åtminstone blir de betydligt vanligare än i början av 2010-talet. Modelleringsresultaten för granskningsperioden ger således en uppfattning om havsvattnets temperatur kring mitten av detta århundrade i situationer där kraftverket är i drift och där kraftverket inte är i drift. De absoluta temperaturerna för den isfria perioden presenteras i bilaga 2.

Genom att granska resultaten exempelvis från mätbojarna vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden (bilaga 2, bilderna L2-1 och L2-2) ser man att havsvattnets yttemperatur som högst är något över 30 °C vid boj C när kraftverket är i drift, medan yttemperaturen på samma plats och vid samma tidpunkt i en situation då kraftverket inte är i drift är cirka 25 °C. Enligt Lovisa kraftverks miljötillstånd får timmedel-temperaturen på det kylvatten som leds till havet vara högst

34 °C. Med andra ord, om temperaturen på kylvattnet stiger så mycket att man är tvungen att begränsa kraftverkets effekt för att hålla temperaturen på det kylvatten som släpps ut under 34 °C, minskar också kraftverkets relativa andel av den värmande effekten. Längre bort från Hästholmsfjärden är temperaturskillnaderna i havsvattnet i olika situationer tämligen små och de absoluta temperaturvärdena som högst 20–25 °C (bilaga 2, bilderna L2-3...L2-8).

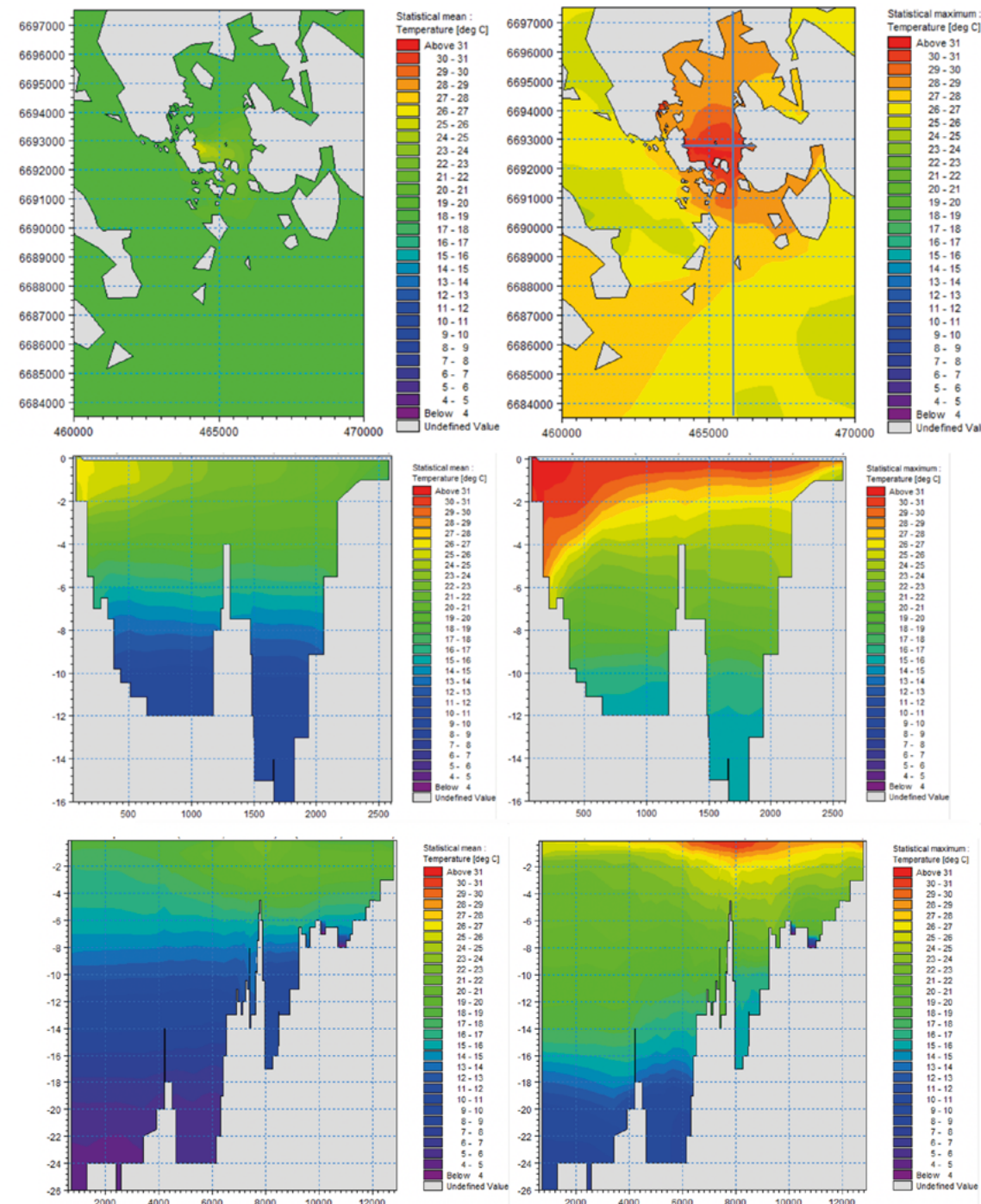


Bild 5-5. Temperatur då kraftverket är i drift, medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten, vänster kant västerut) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden, vänster kant söderut) under perioden 1.6–1.9.2011. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

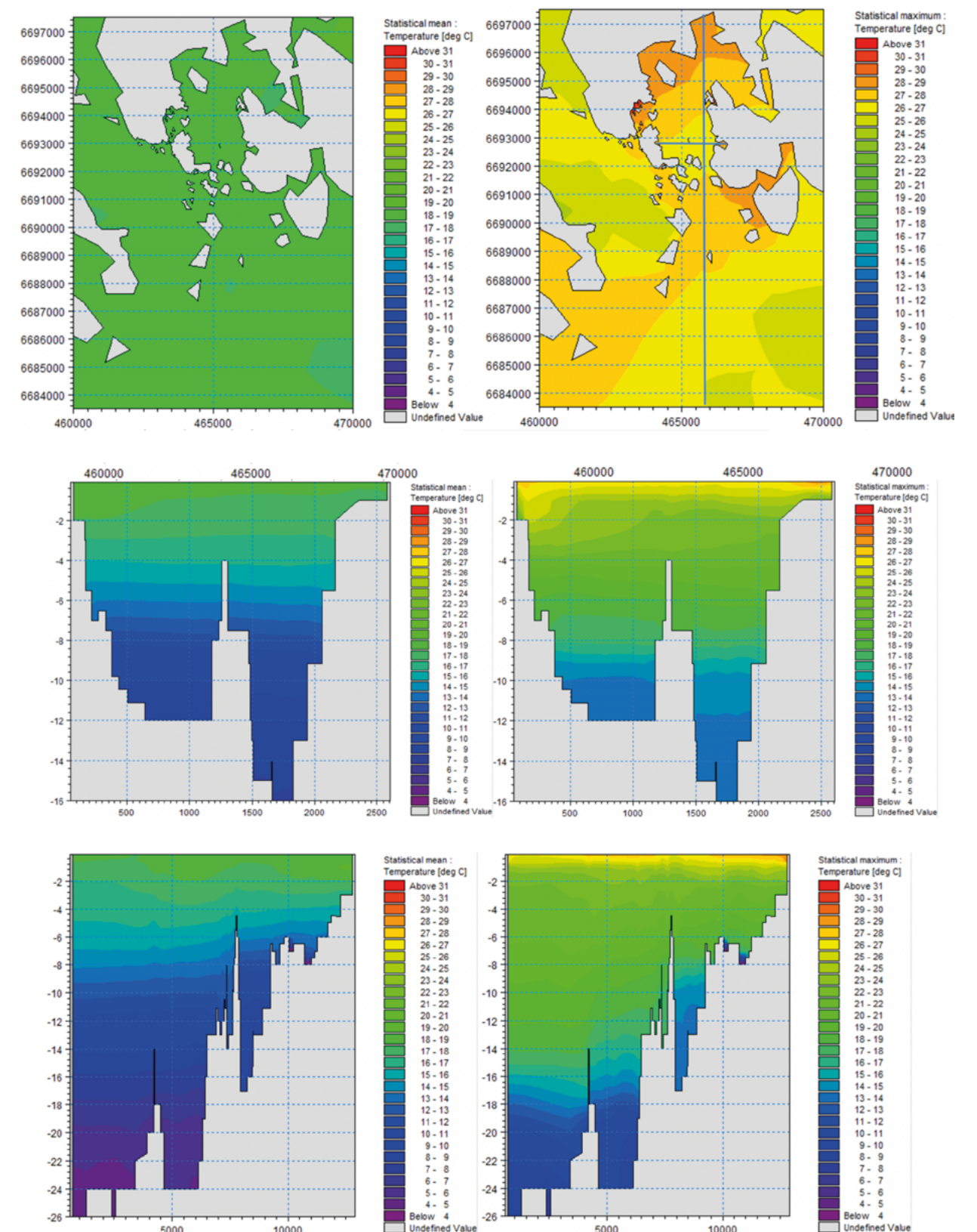


Bild 5-6. Temperatur då kraftverket inte är i drift, medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten, vänster kant västerut) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden, vänster kant söderut) under perioden 1.6–1.9.2011. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

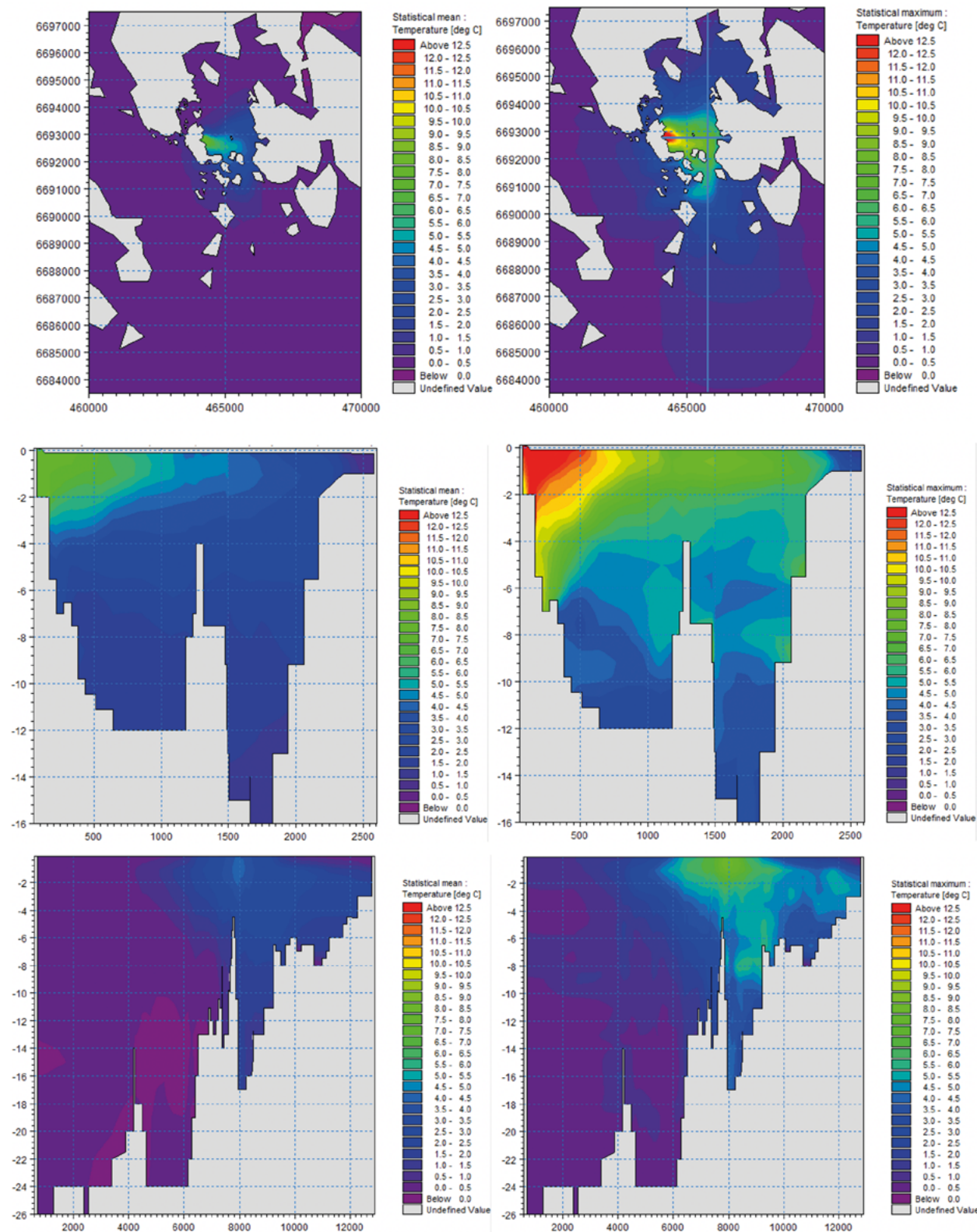


Bild 5-7. Effekten av driften av kraftverket på temperaturen (skillnad: kraftverket i drift – kraftverket inte i drift), medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten, vänster kant västerut) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden, vänster kant söderut) under perioden 1.6–1.9.2011. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

5.2 PERIODEN MED ISTÄCKE

På bilderna 5-8...5-11 visas skillnaderna i havsvattnets temperaturer modellerade för perioden med istäcke i de situationer då kraftverket är i drift och då det inte är i drift. Tidsserierna för modelleringsresultaten för havsvattnets temperatur vid olika kontrollpunkter och i olika situationer (kraftverket i drift och kraftverket inte i drift) presenteras i bilaga 3. Granskningarna har presenterats för observationsplatserna K1, K2 och K3 samt för bojarna vid kylvattenutloppet (bild 3-1 och 3-3). På bilderna 5-12...5-14 visas temperaturkartor med temperaturens medelvärde och maximivärde i situationer då kraftverket är i drift och då det inte är i drift, samt skillnaden mellan dessa situationer.

I Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C nära kylvattenutloppet är havsvattnets temperatur på en meters djup cirka 5–16 °C, på fyra meters djup cirka 5–9 °C och nära botten cirka 3–5 °C högre under driften av kraftverket än i en situation där kraftverket inte är i drift (bild 5-8).

Vid punkt K1 i Hudöfjärden kan man observera en temperaturhöjning med 0–3 °C som en följd av återcirkulation av varmt kylvatten då kraftverket är i drift. Temperaturhöjningen i fråga avgränsas i huvudsak till 4–5 m djup (bilaga 3, bild L3-3). I en situation där kraftverket inte är i drift hålls havsvattnets temperatur jämn i hela vattenmassan (bilaga 3, bild L3-4). Bild 5-9 illustrerar uppvärmningen av havsvattnet till följd av återcirkulation.

Vid observationsplatsen K2, utanför sunden som leder från Hästholmsfjärden till Vådholmsfjärden, märks den värmande effekten i varierande grad på alla djup. Som högst är temperaturen cirka 5 °C högre på fem meters djup då kraftverket är

i drift än i en situation där kraftverket inte är i drift (bild 5-10). Den värmande effekten verkar ändå i huvudsak placera sig på fem meters djup eller ännu lägre, medan den är som minst nära ytan.

Vid observationsplats K3 i Orrengrunds-fjärden är den värmande effekten mycket liten. Havsvattnets temperatur är endast cirka 0–0,8 °C högre då kraftverket är i drift än i en situation där kraftverket inte är i drift (bild 5-11). Även vid denna kontrollpunkt, liksom vid punkt K2, fokuseras den värmande effekten till under fem meters djup.

Värmebelastningens konsekvenser för det närliggande havsområdet kan tydligast observeras på vintern, då det varma kylvattnet håller havsområdet intill kylvattenutloppet isfritt. Istäcket förhindrar effektivt att värmen överförs till atmosfären då kylvattnet sjunker mot djupet och sprids under isen. Den största värmande effekten under perioden med istäcke kan observeras intill ytan, i synnerhet längre söderut i Hästholmsfjärden, men också på ett större område i Hästholmsfjärden. I Vådholmsfjärden kan den värmande effekten fortfarande observeras intill ytan, men längre bort än så när konsekvenserna bara djupt vatten och när knappt ytan alls. (Bilderna 5-12...5-14).

I bilaga 3 presenteras havsvattnets modellerade temperaturer i en situation där kraftverket är i drift och i en situation där kraftverket är inte i drift under perioden med istäcke. I Hästholmsfjärden är ytemperaturerna vid mätbojarna vid kylvattenutloppet, där kylvattnets värmande effekt är som störst, som högst 10–14 °C då kraftverket är i drift. I en situation där kraftverket inte är i drift är temperaturerna -2–0 °C i hela vattenmassan.

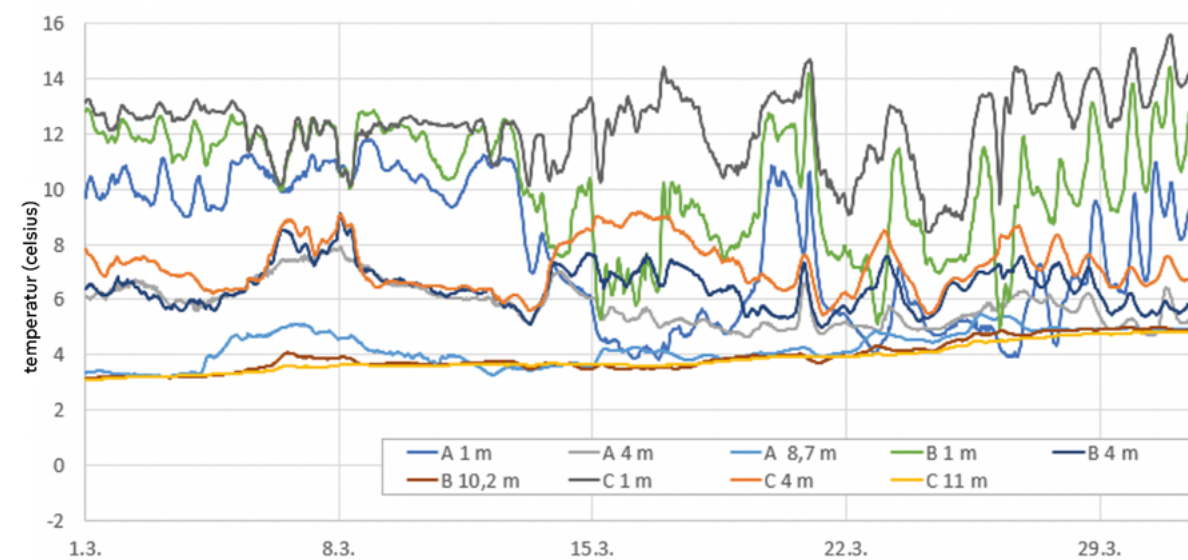


Bild 5-8. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C vid kylvattenutloppet i mars 2018.

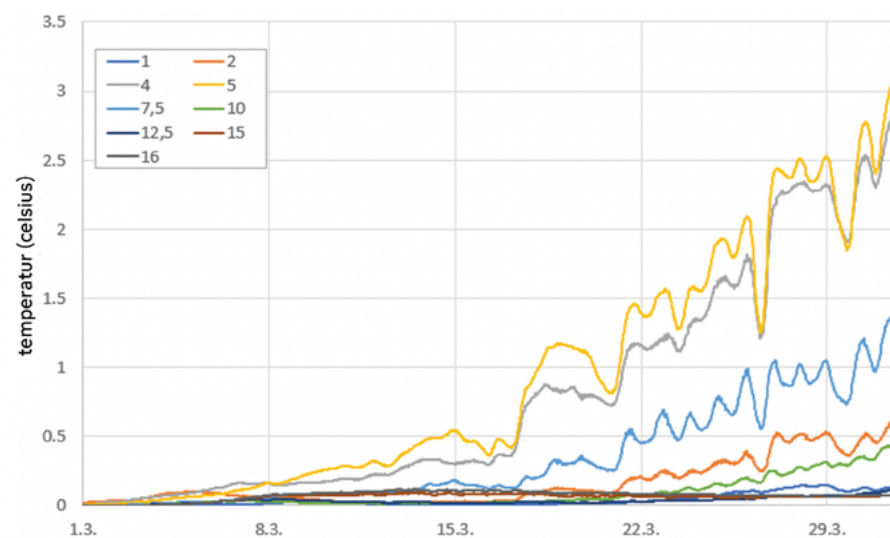


Bild 5-9. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Hudöfjärden vid punkt K1 i mars 2018.

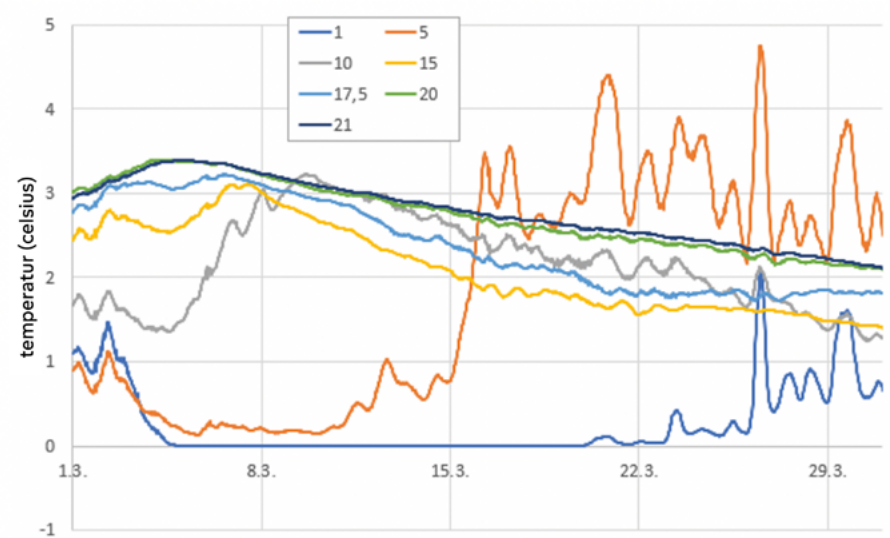


Bild 5-10. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Vådholmsfjärden vid punkt K2 i mars 2018.

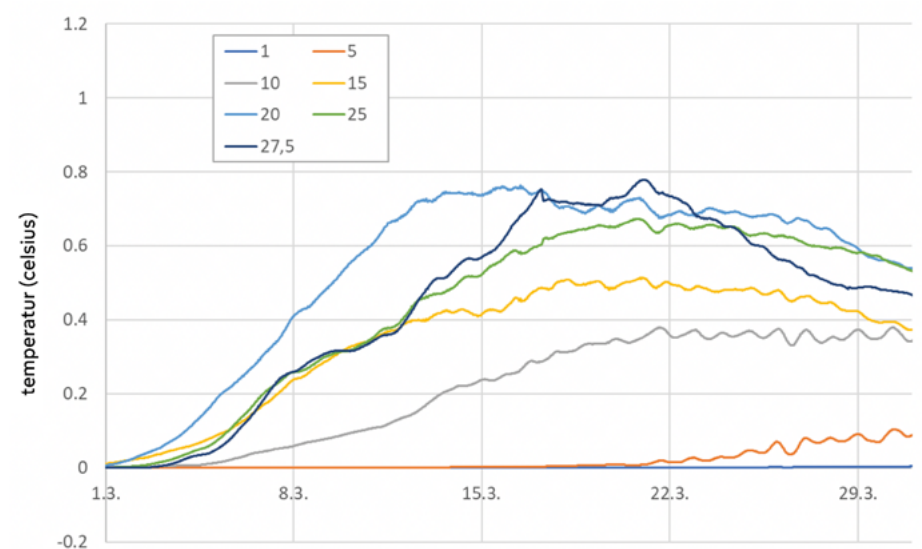


Bild 5-11. Skillnaden i vattentemperatur som modellerats på olika djup (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) i Orrerundsfjärden vid punkt K3 i mars 2018.

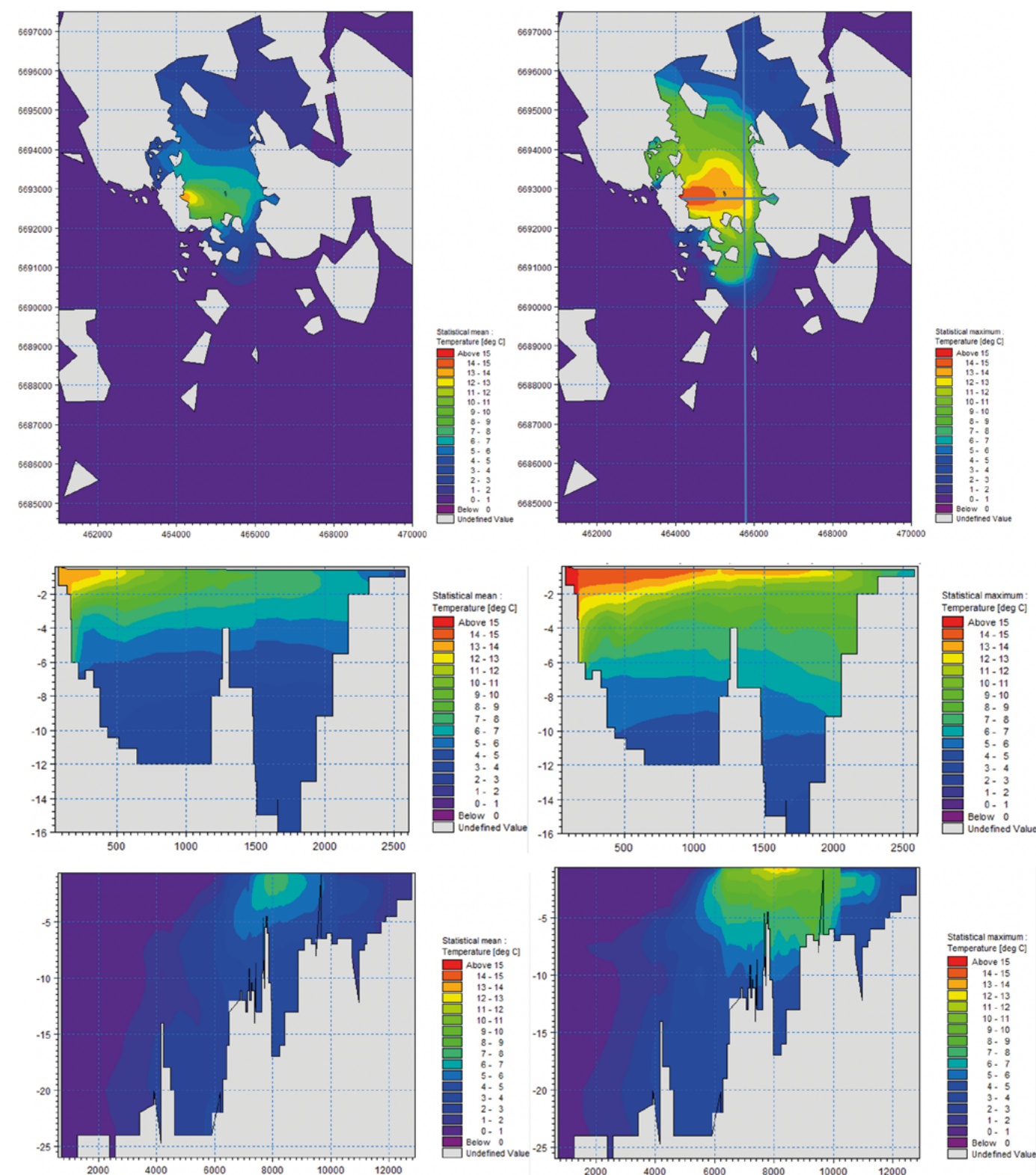


Bild 5-12. Temperatur då kraftverket är i drift, medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden) i mars 2018. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

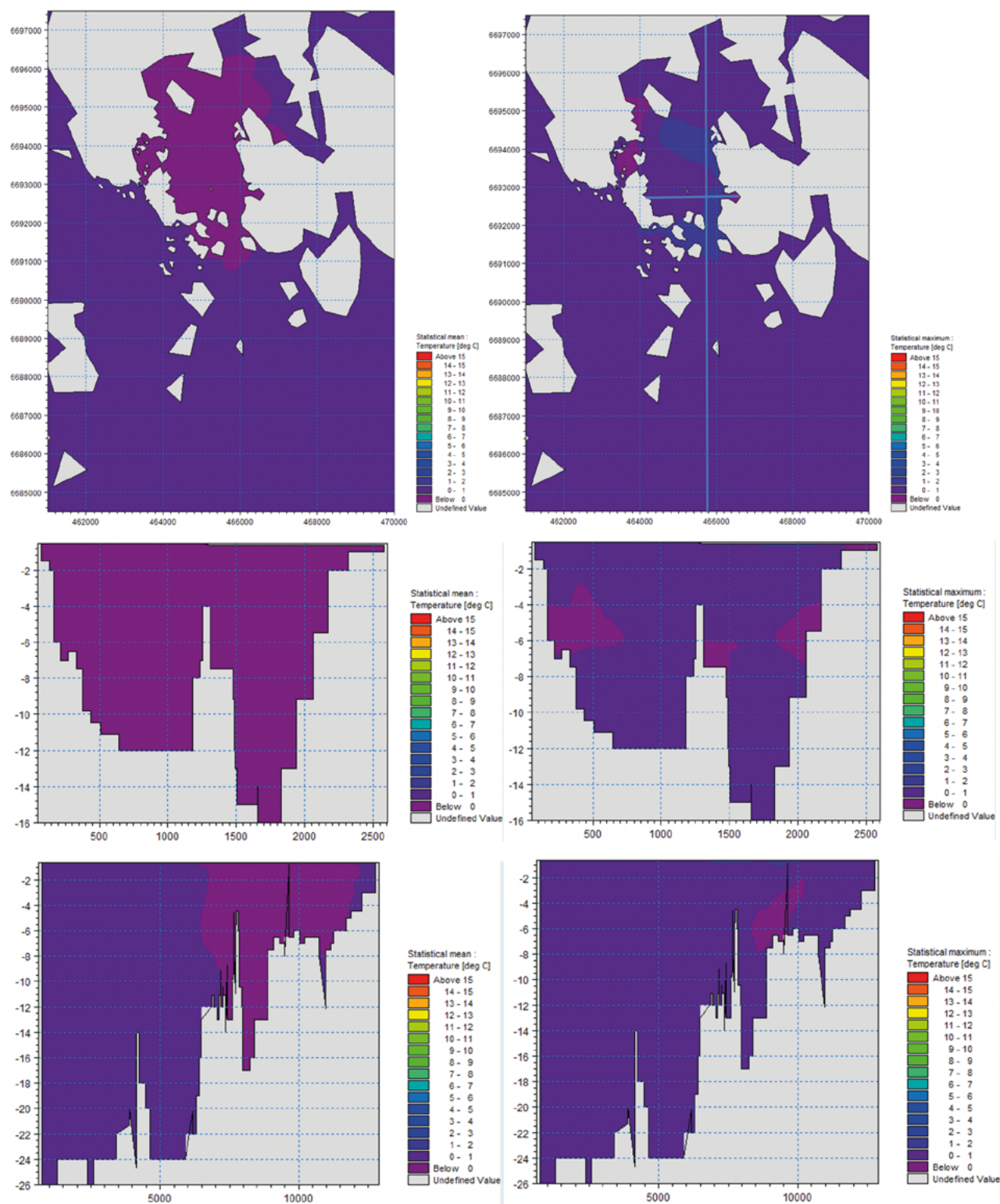


Bild 5-13. Temperatur då kraftverket inte är i drift, medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden) i mars 2018. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

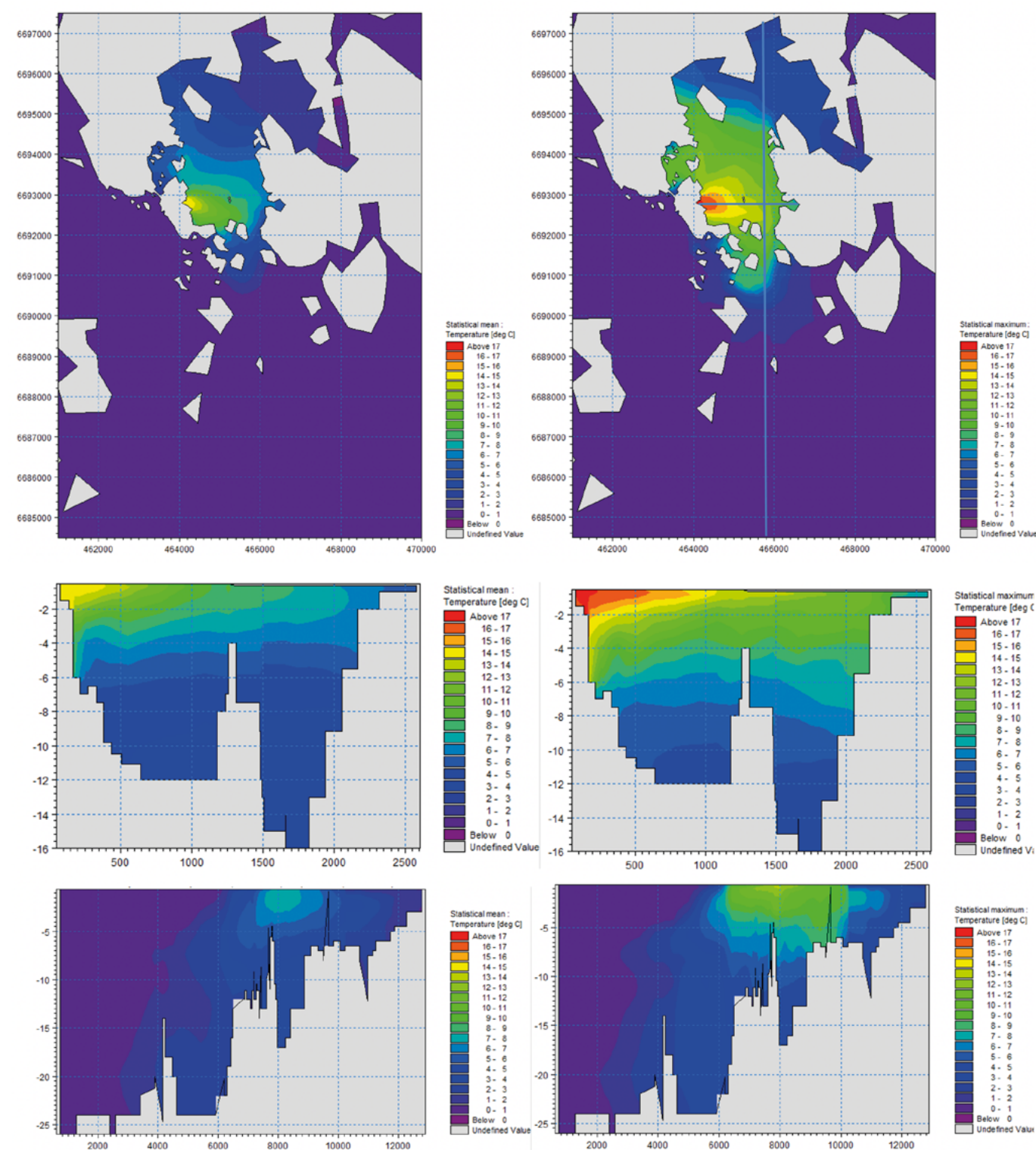


Bild 5-14. Effekten av driften av kraftverket på temperaturen (skillnad: kraftverket i drift – kraftverket inte i drift), medelvärde (vänster kolumn) och maximum (höger kolumn); karta (översta raden), snitt i öst-västlig riktning från utloppet (i mitten) och snitt i nord-sydlig riktning (nedersta raden) i mars 2018. Tvärsnittsbildernas linjer syns på kartbilden för maximala temperaturer. Koordinatsystemet på kartbilderna är ETRS-TM35FIN. På de övriga bilderna har avståndet (horisontell axel) och djupet (vertikal axel) angetts i meter.

6 Jämförelse

6.1 DEN ISFRIA PERIODEN

På bild 6-1 visas resultaten av den kylvattenmodellering som utarbetades 2008 och av den kylvattenmodellering som har utarbetats i detta arbete i fråga om ytemperaturen under sommarperioden. I modelleringen 2008 beskrevs förhållande- na i omgivningen med hjälp av medelvärden på längre sikt och

därför är temperaturernas värden inte helt jämförbara med modelleringsresultaten i detta arbete (Toppila 2008). Däremot kan man jämföra spridningsvägarna för det varma kylvattnet. Enligt graferna för modelleringen 2008 sprider sig det varma kylvattnet betydligt mera till området Hästholmen och Klobb- fjärden, men alldeles utanför kylvattenutloppet är temperatu- rerna klart lägre än i modelleringsresultaten för detta arbete. Kylvattenmodelleringen 2008 förverkligades med en klart enklare modell, vilket förklarar resultatskillnaderna.

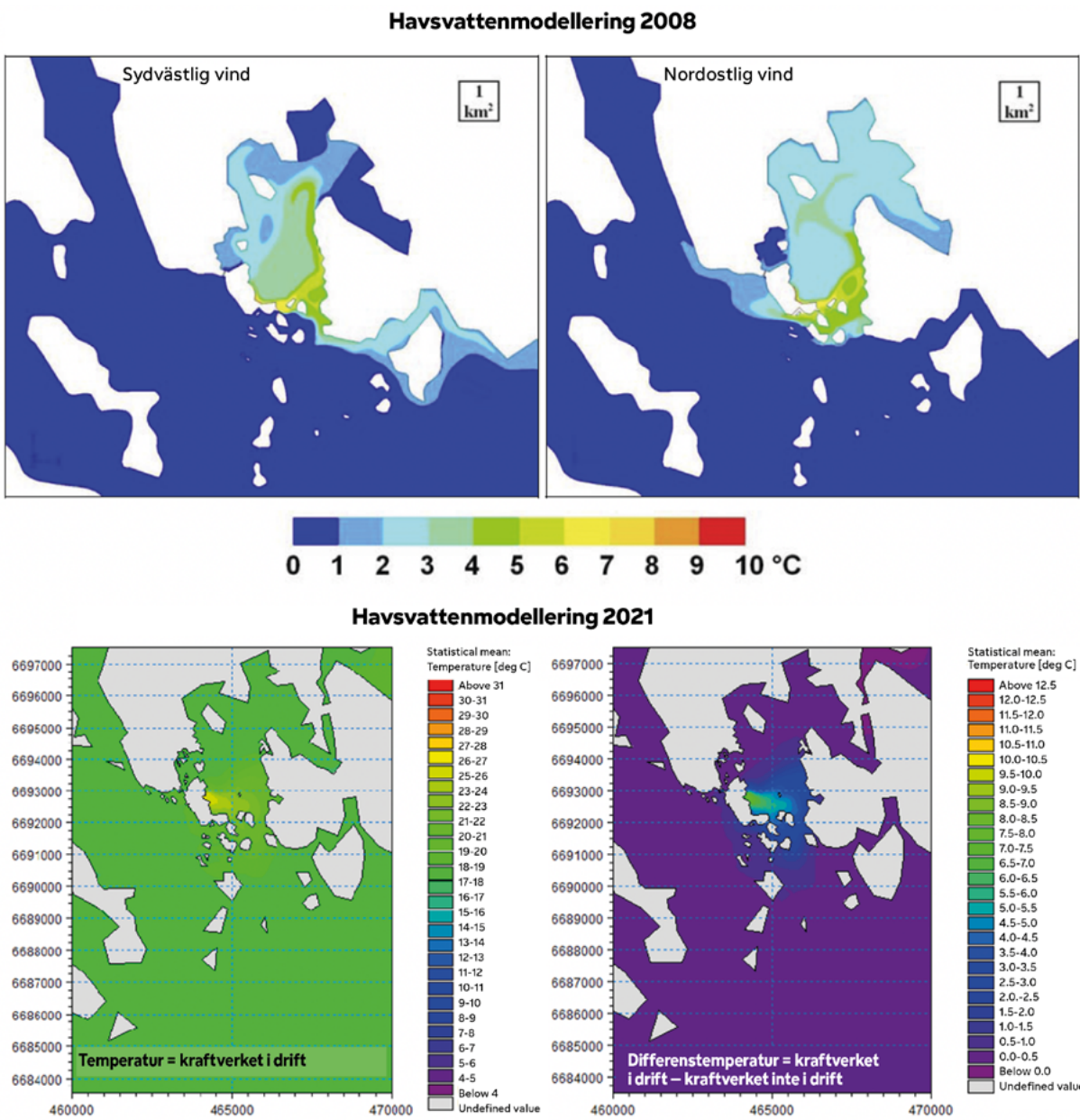


Bild 6-1. Resultaten av kylvattenmodelleringen 2008 (upptill) (Toppila 2008) och modelleringsresultaten av detta arbete (nedtill). På kartorna visas medelvärdet av havsvattnets ytemperatur under sommaren.

På bild 6-2 visas tidsserier för vattentemperaturen utifrån kylvattenmodelleringarna vid punkt 8 i Hästholmsfjärden och punkt 3 i Hudöfjärden (lägena visas på bild 4-2) under den isfria perioden. Bilderna upptill (a och b) är resultaten av modelleringen i detta arbete och bilderna nedtill (c och d) re- sultaten av en kylvattenmodellering som utarbetades av en extern expertorganisation 2010 (DHI 2010). De modellerade situationerna är från olika år (2011 och 2008), och därför kan resultaten inte jämföras sinsemellan. Utöver modelleringsre- sultaten presenteras emellertid också temperaturmätningar- nas resultat, och således kan man bedöma hur väl modelleri- ngarna har lyckats genom att jämföra den modellerade och den uppmätta temperaturen.

Utifrån bild 6-2 kan man för det första konstatera att vattenmassans skiktning sommaren 2011 har varit klart kraftigare än 2008, eftersom temperaturskillnaden mellan botten och ytan var större. Förhållandena 2008 har således varit mer gynnsamma för en modellering. Detta märks även i resultaten, eftersom de modellerade havsvattentemperatu- rerna 2008 ligger närmare observationerna än de modellerade havsvattentemperaturerna 2011. Modelleringsresultaten för ytemperaturen ligger trots detta tämligen nära observa- tionerna under båda åren.

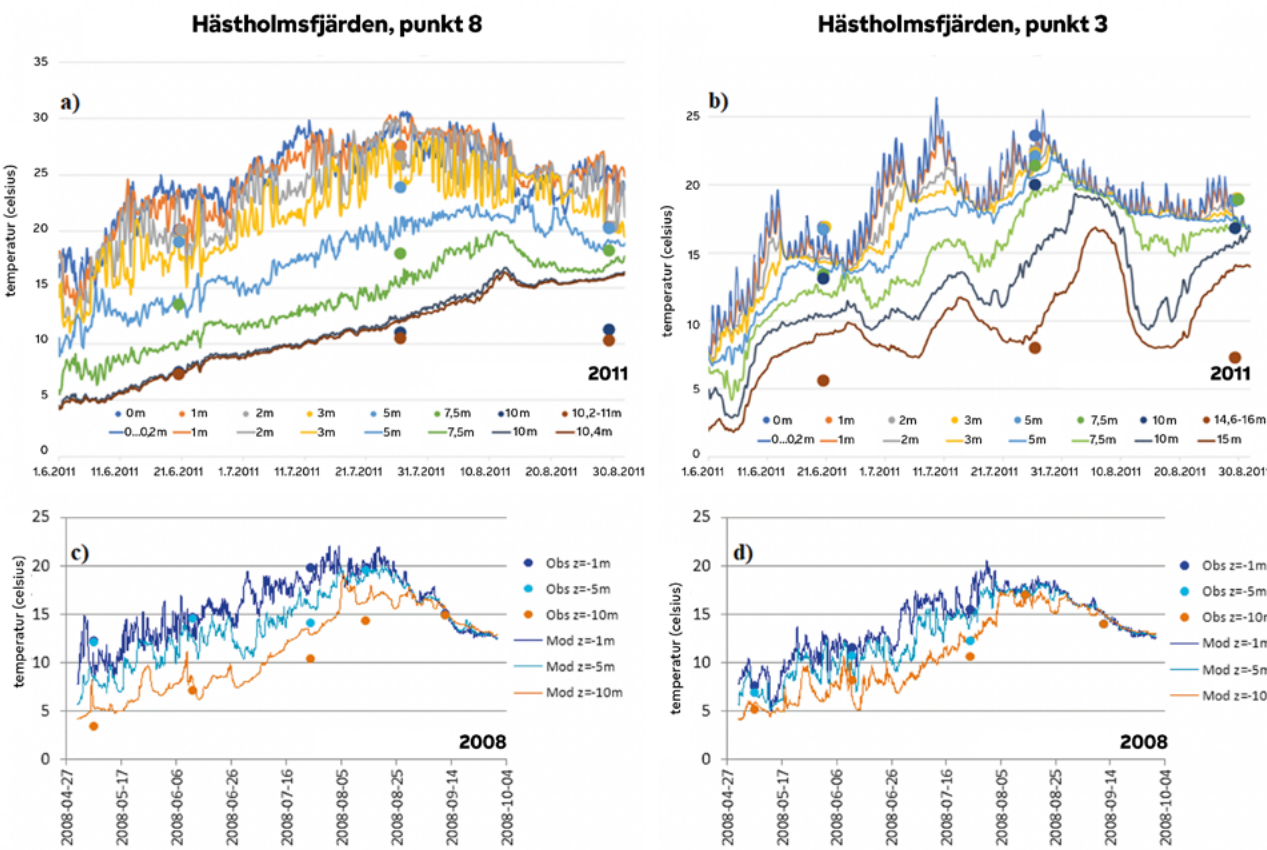


Bild 6-2. Modellerade (kurvor) och observerade (cirklar) havsvattentemperaturer vid punkt 8 i Hästholmsfjärden och punkt 3 i Hudöfjärden utifrån modelleringen i detta arbete (år 2011) och den modellering som utarbetades 2010 (år 2008) (DHI 2010).

På bild 6-3 visas medel- och maximivärden för vattnets yttemperatur utifrån kylvattenmodelleringarna under den isfria perioden som en uppskattning för 2011 och 2009. Bilderna för 2011 är resultatet av modelleringen i detta arbete och bilderna för 2009 är resultatet av kylvattenmodelleringen 2010 (DHI 2010). När man jämför bilderna är det skäl att observera de olika färgskalorna som används för temperaturen. Man bör också observera att modelleringarna har utarbetats för olika år och att man därför inte kan anta att temperaturerna motsvarar varandra fullt ut, i synnerhet inte eftersom det var rätt så varmt 2011.

Enligt medelvärdesbilderna (bild 6-3, de övre bilderna) kan man konstatera att kylvattnet vid ytan sprider sig till

nästan samma område i båda kylvattenmodelleringarna. År 2011 verkar det varma vattnet sprida sig i större utsträckning också söder om Håstholmen, men detta intryck beror främst på skillnaderna i färgskalan. Detta framgår också om man granskar de maximala yttemperaturerna, eftersom man på bild 6-3 d) kan se att det varma kylvattnet också sprider sig utanför Håstholmsfjärden. Av bilderna över de maximala yttemperaturerna framgår också att åren är olika, eftersom yttemperaturerna 2011 är klart högre än yttemperaturerna 2009 även utanför det område som påverkas av kraftverkets värmande effekt. Resultaten överensstämmer ändå i stora drag ganska väl sinsemellan.

Resultaten av kylvattenmodelleringen i detta arbete avviker något från kylvattenmodelleringen 2008, som utarbetades med en betydligt enklare modell. Skillnaderna i modelleringsresultaten beskriver i huvudsak begränsningarna i den enkla modellen. Vid en jämförelse av resultaten av kylvattenmodelleringen i detta arbete med resultatet av den modellering som utarbetades 2010, motsvarar resultaten varandra ganska väl i stora drag. Modelleringen 2010 utarbetades med ett program av samma typ som i detta arbete.

6.2 PERIODEN MED ISTÄCKE

Effekten av det varma kylvattnet från Lovisa kraftverk på istäcket i det intilliggande havsområdet har undersökts flera gånger med olika metoder under årens lopp. På bild 6-4 finns ett exempel på en iskarta över omgivningen kring kraftverket från den 14 mars 1986. På bilden kan man se att det isfria

området vid kraftverkets kylvattenutlopp är tämligen litet vid tidpunkten i fråga. Isvintern 1986 har klassificerats som en hård isvinter (SMHI 1986).

Spridningen av det varma kylvattnet från Lovisa kraftverk och dess effekt på isläget i det omgivande havsområdet bedömdes med en kylvattenmodellering 2008 (bild 6-5). Utifrån modelleringen visar bilden till vänster isfria områden (med blått) och områden med svag is (med turkost) som konsekvens av kraftverkets drift, medan istäcket i början av modelleringen är perfekt och läget i övrigt störningsfritt. På bilden till höger visas en uppfattning av spridningsområdet för det uppvärmda kylvattnet på basis av modelleringen. Kylvattenmodelleringen 2008 utarbetades utifrån genomsnittliga förhållanden i omgivningen och resultaten representerar således ingen viss tidpunkt, utan beskriver läget mer allmänt på längre sikt. Utifrån modelleringsresultaten för 2008 är hela Håstholmsfjärden, en del av Vådholmsfjärden och de

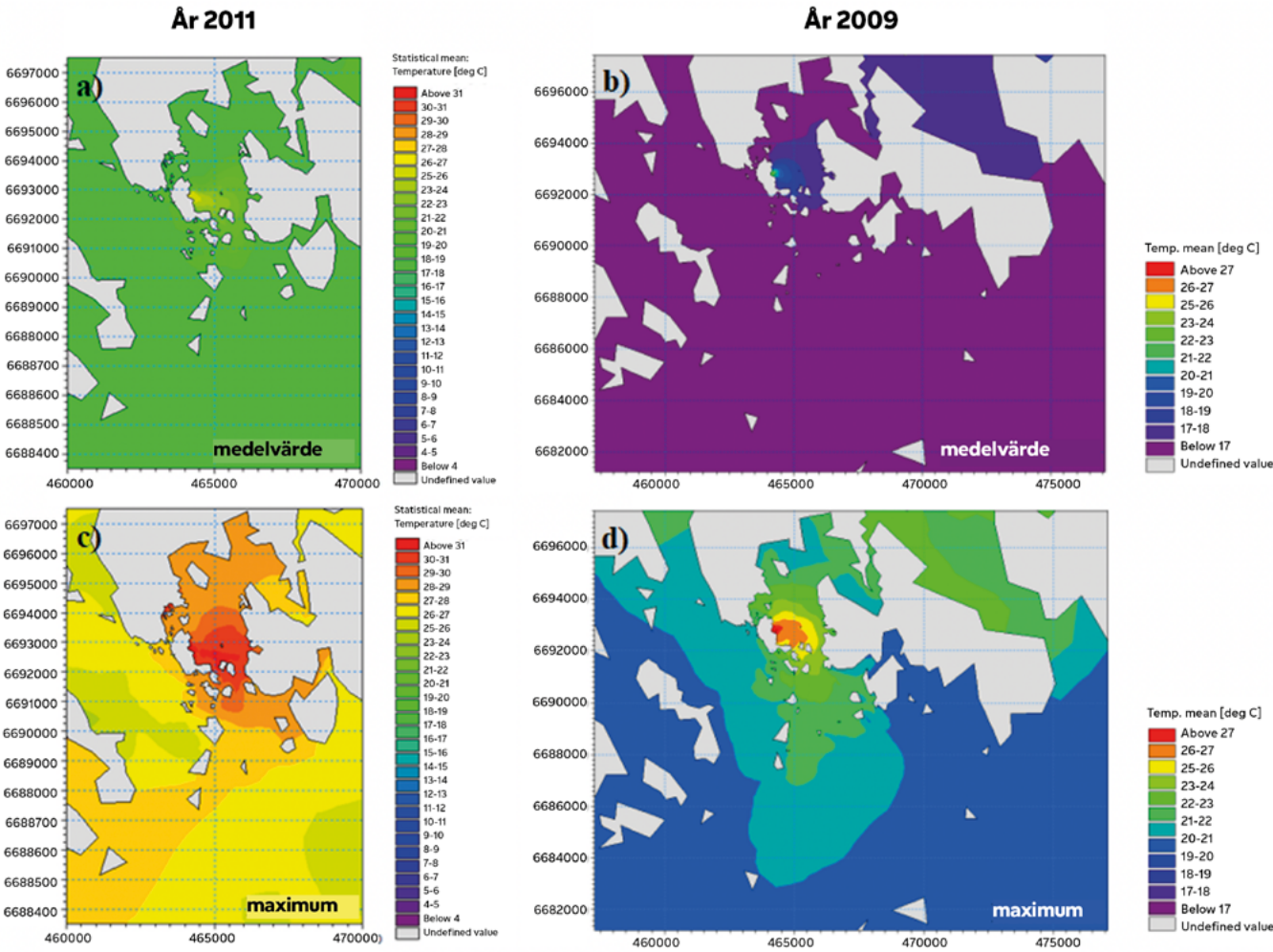


Bild 6-3. Modellerade medelvärden för havsvattnets yttemperatur (a och b) och maximivärden (c och d) under 2011 och 2009. Värdena 2011 är resultaten av detta arbete.

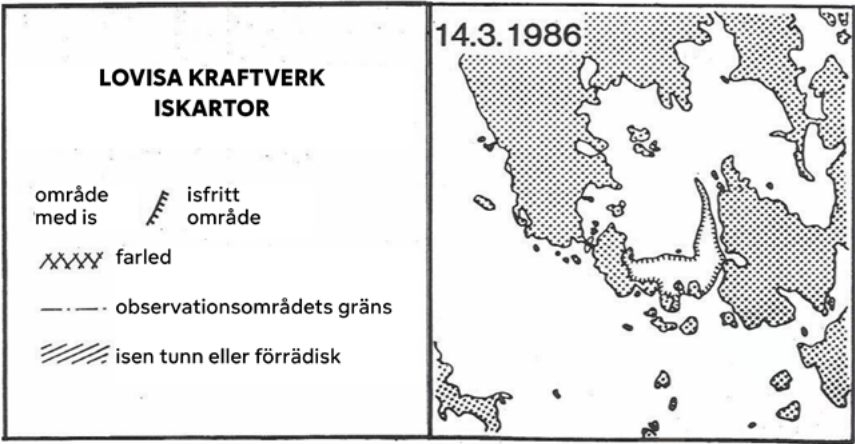


Bild 6-4. Iskarta över området kring Lovisa kraftverk 14.3.1986 (Hari 1986).

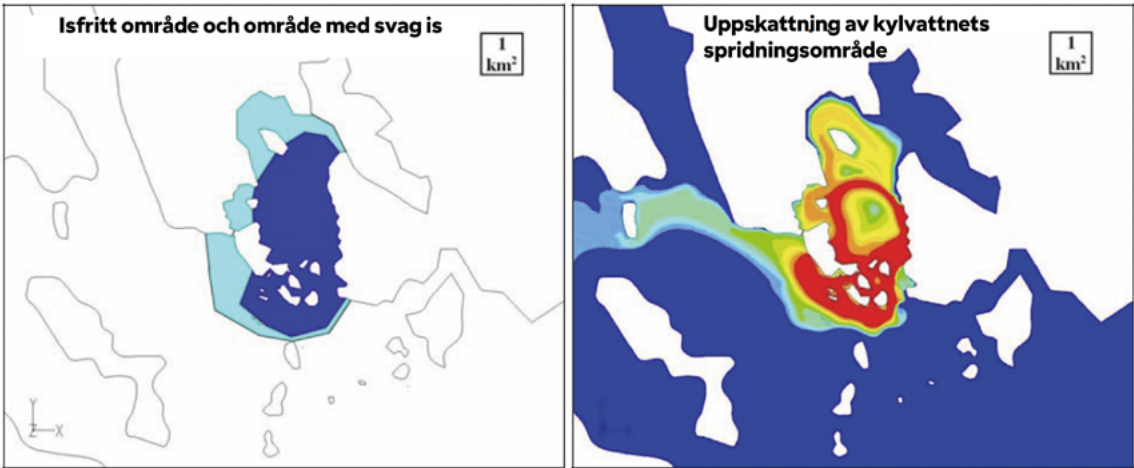


Bild 6-5. Resultat av kylvattenmodelleringen 2008: isfritt område och område med svag is (till vänster) samt en uppskattning av kylvattnets spridningsområde (till höger). Modelleringen utarbetades utifrån genomsnittliga förhållanden i omgivningen på längre sikt. (Toppila 2008)

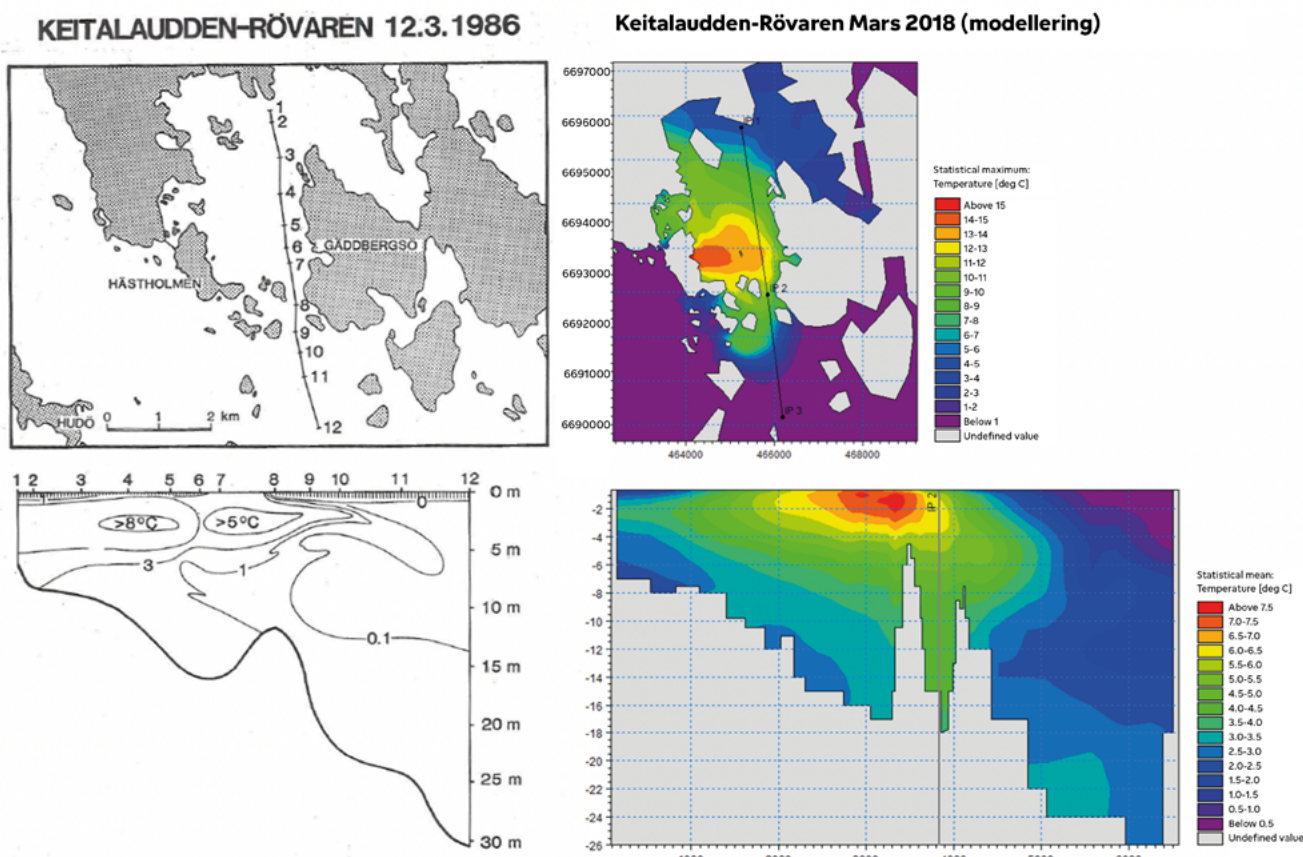


Bild 6-6. Temperaturprofil (nere till vänster) som uppmätts längs en linje (uppe till vänster) den 12 mars 1986 (Hari 1986) och havsvattentemperaturprofil som modellerats enligt förhållandena i mars 2018 inom ramen för detta arbete (nere till höger) längs en linje (uppe till höger) som nästan motsvarar mätningarna.

områden av Hudöfjärden som ligger nära Hästholmen vanligen isfria vintertid eller också är isen svag. Uppskattningen av kylvattnets spridningsområde utifrån modellen följer det isfria området och området med svag is, med undantag för en förgrening under isen västerut. (Toppila 2008)

På bild 6-6 visas en havsvattentemperaturprofil utifrån mätningar på en linje från Hästholmsfjärden till Vådholmsfjärden den 12 mars 1986 (bilderna till vänster). Därtill visas en kartbild över den maximala ytemperaturen utifrån modelleringen av havsvattentemperaturen i detta arbete (uppe till höger) och en modellerad genomsnittlig temperaturprofil från nästan samma linje som mätresultaten (nere till höger) i mars 2018. Mät- och modelleringsresultaten är från olika år och därför kan de absoluta temperaturvärdena inte antas motsvara varandra. Förutom detta beskriver modelleringsresultaten vad gäller ytemperaturen den maximala tempe-

raturen i mars och vad gäller profilen medeltemperaturerna i mars, medan mätresultaten beskriver havsvattnets temperaturförhållanden under en enskild dag. Med beaktande av dessa skillnader kan man emellertid observera tydliga likheter i temperaturprofilernas skepnader. I båda fallen ligger de maximala temperaturerna på den mittersta delen av tvärsnittslinjen, även om det varmaste vattnet enligt mätningarna ligger något längre norrut än i modelleringen. Gemensamt för båda fallen är också att temperaturen sjunker snabbt mot Vådholmsfjärden. Utöver detta är profiltbildernas (bild 6-6, de nedre bilderna) temperaturvärden i samma klass.

På bild 6-7 visas satellitbilder från några dagar i mars 2018. Det isfria området på bilden ses som svart och mörkblått kring kraftverket. Områden som varit isbelagda längre urskiljs som vita på bilden, medan det gråa området mellan det isfria området och den långvariga isen är is som nyli-

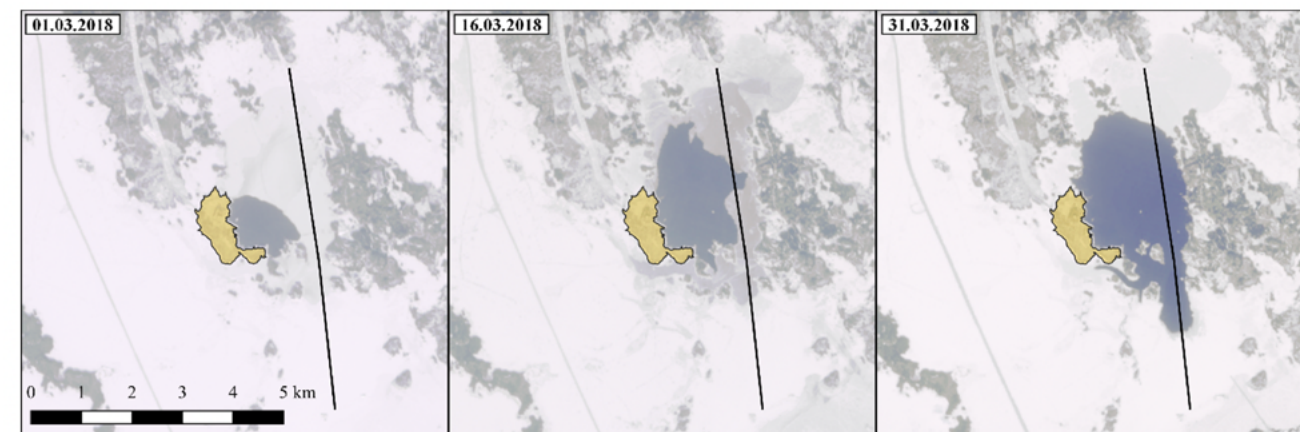


Bild 6-7. Satellitbilder från omgivningen kring Hästholmen 1.3, 16.3 och 31.3.2018. På bilden anges Hästholmen med orange färg och tvärsnittslinjen från bild 6-6 visas med ett svart streck. Esa Copernicus Sentinel Data, SYKE (2018).

gen bildats. Utifrån bildserien kan man se att isläget har varierat ganska mycket under månaden. Genom att jämföra kartan över månadens maximala temperatur i ytvattnet enligt kylvattenmodelleringen (bild 6-6, uppe till höger) med satellitobservationerna på bild 6-7 kan man konstatera att 3–4 °C isotermer på modellkartan tämligen exakt avgränsar det område som i något skede av månaden har varit isfritt enligt satellitobservationerna. Modellen har också tämligen väl lyckats beskriva omfattningen av de isfria sunden mot Hudöfjärden och Vådholmsfjärden.

Utifrån tidigare granskningar har man bedömt att det uppvärmda kylvattnet efter att det lämnat Hästholmsfjärden via de södra sunden svänger västerut i enlighet med de genomsnittliga strömningsförhållandena i Finska viken. Vanligen lägger sig det uppvärmda kylvattnet på 2–3 m djup, men ibland lägger det sig på 4–5 m djup. (Ilus 2009)

I detta arbete granskas också modelleringsresultaten av spridningen av det varma kylvattnet västerut under isen som modellen förutspår. På bild 6-8 visas den tvärsnittslinje som granskas från kylvattenutloppet via de södra sunden till sundet mellan Hudö och Lindholmen. På bild 6-9 visas en genomsnittlig temperaturprofil för tvärsnittslinjen på bild 6-8, och på bild 6-10 visas en maximal temperaturprofil för mars 2018. På profiltbilderna kan man se att huvuddelen av det varma kylvattnet efter att det sjunkit ned under isen lägger sig

på nästan fyra meters djup enligt modelleringen, både i fråga om de genomsnittliga och de maximala temperaturerna. Detta motsvarar alltså väl uppfattningen från tidigare granskningar av kylvattnets rörelser. Enligt den maximala temperaturprofilen sprids det varma kylvattnet under isen till sundet mellan Hudö och Lindholmen, även om temperaturen på så långt avstånd endast avviker litet, cirka 0–0,5 °C, från den omgivande vattentemperaturen. På grund av den tämligen korta beräkningstiden uppnår den långväga spridningen av kylvattnet förvisso inte ett jämviktsläge, det vill säga i verkligheten sprids det varma kylvattnet ännu längre bort. Enligt profiltbilderna (6-9 och 6-10) håller sig det varma kylvattnet nära ytan vid sunden söder om Hästholmsfjärden, där det tvingat av bottenformerna kan stiga upp under istäcket och således smälta isen eller bidra till att isen försvagas. Detta gör det svårt att röra sig tryggt på isen i området.

Resultaten av kylvattenmodelleringen under perioden med istäcke i detta arbete stämmer tämligen väl överens med mätresultaten och satellitbilderna. Därtill motsvarar modelleringsresultaten i detta arbete tämligen väl resultaten av kylvattenmodelleringen som genomfördes 2008 med en enklare modell. Utifrån jämförelserna är resultaten av kylvattenmodelleringen under perioden med istäcke i detta arbete rimliga och trovärdiga.

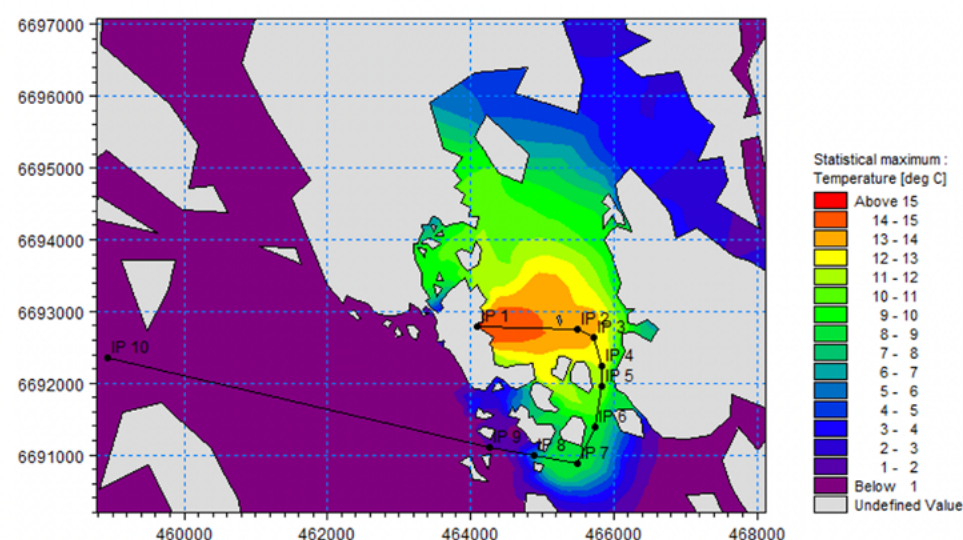


Bild 6-8. Maximala yttemperaturer i mars 2018 enligt kylvattenmodelleringen i detta arbete. På bilden visas även tvärsnittslinjen med ett svart streck.

6.3 NATURAOMRÅDE

På bild 6-11 visas den maximala skillnaden i vattnets yttemperatur enligt kylvattenmodelleringen under den isfria perioden. Skillnaden har beräknats genom att dra av yttemperaturen för situationen ”då kraftverket inte är i drift” från den modellerade yttemperaturen för situationen ”då kraftverket är i drift”. Bilden visar alltså hur mycket driften av kraftverket påverkar havsvattnets yttemperatur i de närliggande områdena. På bilden anges också gränserna för det närliggande Naturaområdet. På bilden kan man se att kraftverkets värmande effekt på Naturaområdet även vid maximala temperaturskillnader är liten enligt modelleringen, i huvudsak 0–1 °C. Som störst kan effekten vara 1,5–2,0 °C vid den skarpa spetsen av Naturaområdet som sträcker sig till Vådholmsfjärden. De maximala temperaturskillnaderna är emellertid kortvariga och vid genomsnittliga förhållanden

sträcker sig den värmande effekten som driften av kraftverket medför i praktiken inte över huvud taget till Naturaområdet under den isfria perioden.

På bild 6-12 visas den maximala skillnaden i vattnets yttemperatur enligt kylvattenmodelleringen under perioden med istäcke. På bilden anges det närliggande Naturaområdets gränser på samma sätt som på bild 6-11. På bilden kan man se att kraftverkets värmande effekt på yttemperaturerna inte sträcker sig till Naturaområdet under perioden med istäcke enligt modelleringen, inte heller vid maximala temperaturskillnader.

Utifrån bilderna 6-8...6-10 kan man dock konstatera att det varma kylvattnet kan spridas under isen till Naturaområdet. Den värmande effekten är emellertid liten, även vid maximala temperaturer (i klassen 0–1 °C).

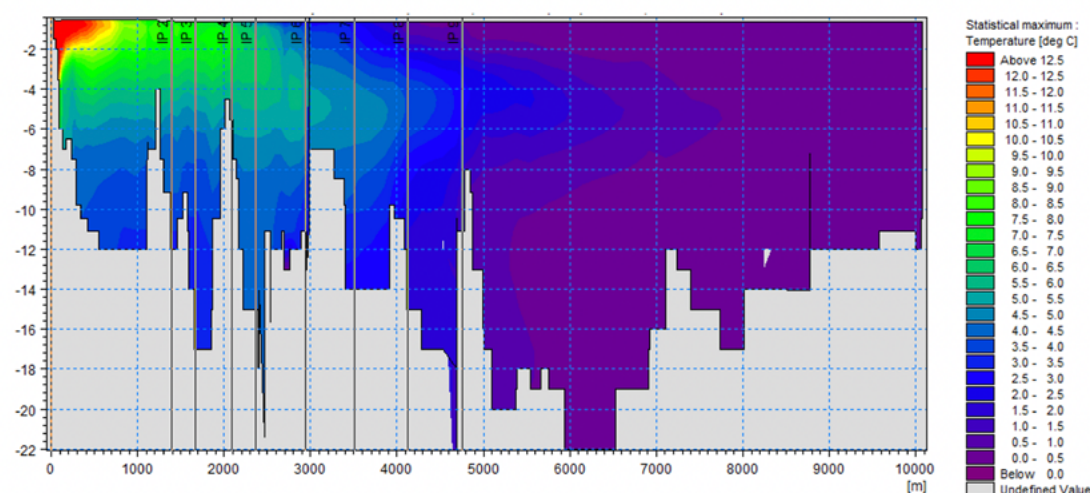


Bild 6-9. Genomsnittlig temperaturprofil enligt kylvattenmodelleringen i detta arbete längs tvärsnittslinjen på bild 6-8.

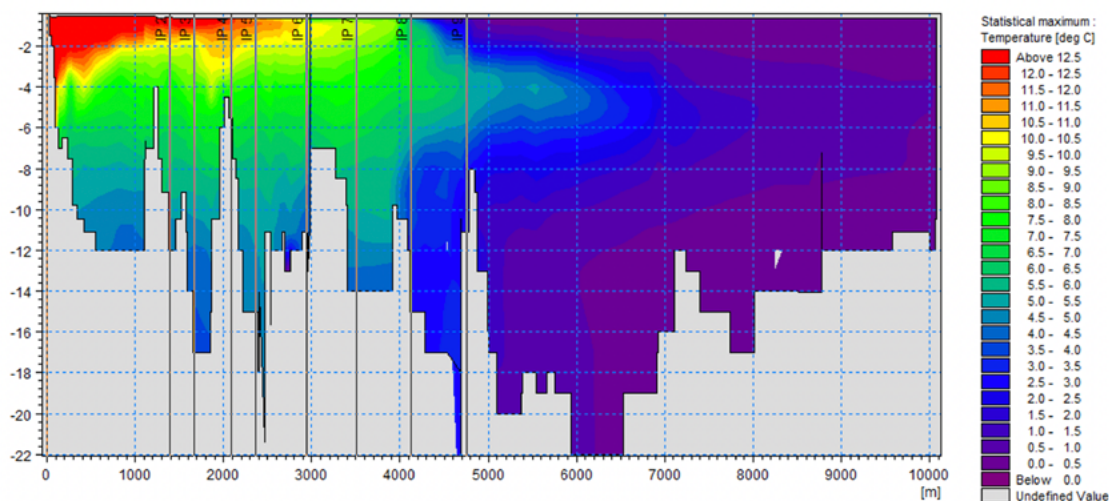


Bild 6-10. Maximal temperaturprofil enligt kylvattenmodelleringen i detta arbete längs tvärsnittslinjen på bild 6-8.

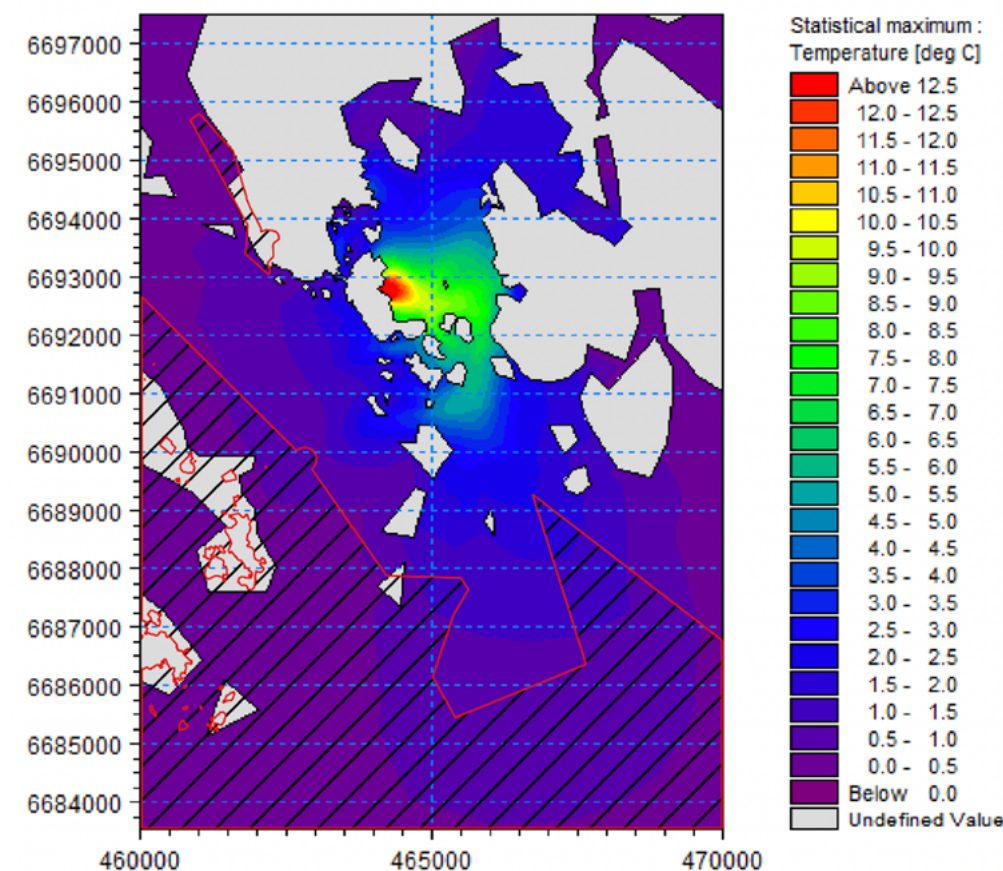


Bild 6-11. Maximal skillnad i yttemperaturen enligt modelleringen (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) under den isfria perioden. Området som har avgränsats med en röd linje är ett Naturaområde (SYKE 2020, Creative Commons 2021).

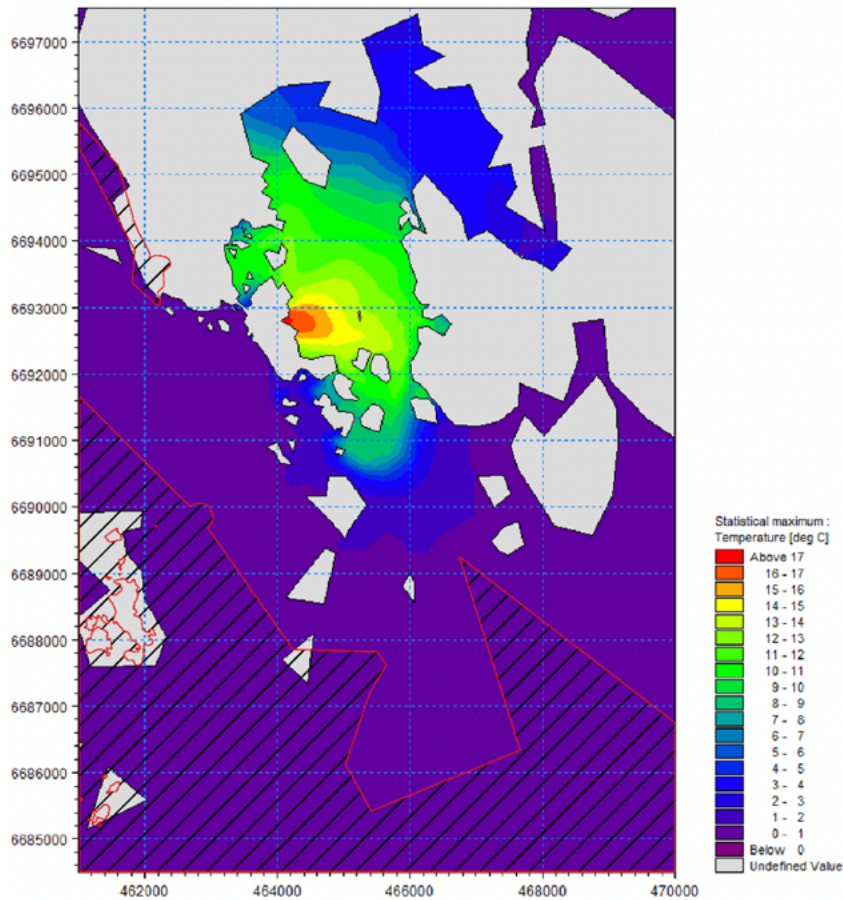


Bild 6-12. Maximal skillnad i ytemperaturen enligt modelleringen (kraftverket i drift – kraftverket inte i drift) under perioden med istäcke. Området som har avgränsats med en röd linje är ett Naturaområde (SYKE 2020, Creative Commons 2021).

7 Sammanfattning

Kylvattenmodelleringen i detta arbete utarbetades med hjälp av DHI:s Mike 3 FM non hydrostatic-flödesmodell (DHI 2017), som använder bland annat vindförhållandena, havsvattenståndet och dess variationer, lufttemperaturen, istäcket samt strålningsbalansens komponenter i havet och atmosfären som bakgrundsinformation. Modellen kalibrerades genom att jämföra de beräknade värdena med observationer under den isfria perioden 2011. Genom jämförelser med tidigare modelleringsresultat och observationer kan man konstatera att resultaten av kylvattenmodelleringen i detta arbete kvalitativt granskat är rimliga och trovärdiga.

Utifrån resultaten av denna modelleringsrapport, liksom även resultaten av den konsekvensövervakning som Lovisa kraftverk utför, syns kylvattnets värmande effekt främst i ytskiktet i havsområdet vid kylvattenutloppet, det vill säga i Hästholmsfjärden. Enligt modelleringen kan havsvattnets medeltemperatur stiga med flera grader vid ytan sommartid, men bara på ett litet område i Hästholmsfjärden, alldeles intill utloppsplatsen. Den genomsnittliga höjningen av ytemperaturen i hela Klobbfjärdens vattenförekomst (Hästholmsfjärden + Klobbfjärden) är som högst bara cirka 1 °C enligt modelleringen. Tillfälligt kan havsvattnets ytemperatur stiga även på ett större område vid kylvattenutloppet, eftersom kylvattnet ofta sprids utefter vindförhållandena en sträcka innan det blandas med vattenmassan.

Under den isfria tiden överförs värme effektivt från

havsvattnet även till atmosfären, vilket för sin del minskar kylvattnets värmande effekt bland annat under tillväxtperioden. Vintertid kan kylvattnet spridas även längre sträckor under isen, eftersom istäcket förhindrar värmeöverföring till atmosfären och vindens omblandande effekt på vatten-skikten. På vintern försvagar det varma kylvattnet också istäcket i havsområdena nära Hästholmsfjärden, i synnerhet vid de södra sunden, där bottenformerna kan leda det varma vattnet mot ytan och istäcket. Enligt modelleringsresultaten sprids kylvattnet som är varmare än den omgivande vattenmassan ganska långt under isen västerut genom Hudöfjärden på cirka fyra meters djup, vilket mycket väl motsvarar resultaten av tidigare undersökningar.

Modelleringsresultaten visar att kylvattnets värmande effekt på det närliggande Naturaområdet är mycket liten, både under den isfria perioden och perioden med istäcke. Under den isfria perioden når den värmande effekten vanligen bara tillfälligt Naturaområdet, när vinden driver strömmarna mot området. Under perioden med istäcke sprids det uppvärmda kylvattnet längre från kraftverket under isen, ofta ända till Naturaområdet, men den värmande effekten är vanligtvis liten.

Med tanke på medeltemperaturerna kommer klimatförändringen att värma upp havets yta med flera grader på hela området, och jämfört med detta är kraftverkets värmande effekt begränsad till ett mycket litet område, framför allt eftersom villkoren i kraftverkets miljötillstånd begränsar temperaturen på det vatten som släpps ut under den varmaste tiden.

Källor

An, N., Hemmati, S. och Cui, Y.-J., 2017 Assessment of the methods for determining net radiation at different time-scales of meteorological variables. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 9 (2017) 239–246.
BACC Author Team, 2008, Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 474 p. (4–31, 93–96, 198–201, 281–283, 309–358), webbplats: https://www.hereon.de/imperia/md/content/baltex/springer_bacc_complete.pdf (22.3.2021).

Creative Commons, 2021, Användarlicens för Meteorologiska institutets öppna data, webbplats: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sv> (22.2.2021).

Danish Wind Energy Association, 2021, webbplats: <http://xn--drmstre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/wind-power%20web/en/stat/unitsw.htm#roughness> (22.3.2021).

Davies, A.M., Luyten, P. J. och Deleersnijder, 1995, Turbulence Models in Shallow Sea oceanography, in Lynch E.R. & Davies A.N., Quantitative Skill Assessment for Coastal Ocean Models, Coastal and Estuarine Studies Volume 47, Pages 97–123 Copyright 1997 by the American Geophysical Union.

DHI, 2010, Numerical Modeling of Cooling Water Intake and Discharge at the Loviisa Nuclear Power Plant, Finland.

DHI, 2017, Hydrodynamic Module, User Guide, webbplats: https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Coast_and_Sea/MIKE_FM_HD_3D.pdf (22.3.2021).
https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Coast_and_Sea/MIKE3HD_Scientific_Doc.pdf (22.3.2021).

Elliott, Z. A. och Venayagamoorthy, S. K., 2010, Evaluation of turbulent Prandtl (Schmidt) number parameterizations for stably stratified environmental flows, Dynamics of Atmospheres and Oceans 51 (2011) 137–150.

Esbensen, S. K. och Reynolds, R.W., 1980, Estimating monthly-averaged air-sea transfers of heat and momentum using the bulk aerodynamic method (Oregon state university) 35 p. HC A03/MF A01. Climatic Research Institute Oregon State University Corvallis, Oregon 97331.

Hari, J., 1986, Meriveden lämpötila, suolaisuus ja jääpeite talvella 1985 - 1986.

HELCOM, 2007 Climate Change in the Baltic Sea Area – HELCOM Thematic Assessment in 2007 Balt. Sea Environ. Proc. No. 111, webbplats: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP111.pdf> (22.3.2021).

HELCOM, 2013 Climate change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013. Balt. Sea Environ. Proc. No. 137.

HELCOM, 2018: HELCOM Thematic assessment of eutrophication 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings No. 156, webbplats: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP111.pdf> (22.3.2021).

Klimatguiden, 2021a, webbplats: <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/63e8e231-2d68-45cb-97c8-6bbdd9b5bae5/itameren-jaa-olot-muuttuvat.html> (16.3.2021).

Klimatguiden, 2021b, webbplats: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/dfe79a73-08ea-4686-8463-811b87f53e44/lampotilat-kohoaivat.html> (på finska, 16.3.2021).

Meteorologiska institutet, 2020a, webbplats: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2011> (på finska, 22.3.2021).

Meteorologiska institutet, 2020b, webbplats: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2018> (på finska, 22.3.2021).

Meteorologiska institutet, 2021, Öppna data, webbplats: <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/oppen-data> (22.2.2021).

Ilus E., 2009, Environmental effects of thermal and radioactive discharges from nuclear power plants in the boreal brackish-water conditions of the northern Baltic Sea. STUK-A238.

IPCC, 2019, The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate - Summary for Policymakers.

Luode Consulting Oy, 2012, Lämpötila- ja virtausmittaukset Loviisan voimalaitoksen edustan merialueella avovesikaudella 2011.

Marjamäki, M., 2012, Meriveden lämpötilat ja jäähdytysvesien kulkeutuminen Loviisan edustalla satelliittimittausten perusteella.

Omstedt, A., Elken, J., Lehmann, A., Lepparanta, M., Meier, H. E. M., Myrberg, K. & Rutgersson, A., 2014, Progress in physical oceanography of the Baltic Sea during the 2003-2014 period, Progress in Oceanography, vol. 128 , pp. 139–171. DOI: 10.1016/j.pocean.2014.08.010

SMHI, 1986, Iskarta över maximal isutbredning i Östersjön 1986, webbplats: http://www.smhi.se/oceanografi/istjanst/produkter/arkiv/maxis/maxis_1986.pdf (22.3.2021).

SMHI, 2018, Iskarta över maximal isutbredning i Östersjön 2018, webbplats: http://www.smhi.se/oceanografi/istjanst/produkter/arkiv/maxis/maxis_2018.pdf (22.3.2021).

SYKE, 2020, Suomen ympäristökeskuksen ladattavat paikatietoaineistot - Natura 2000 -alueet, webbplats: https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat_paikkatietoaineistot (på finska, 15.3.2021).

Toppila, T., 2008, Loviisa 3, Jäähdytysveden leviämisen mallinnus, tarkastelutapausten kuvaus ja tulokset.

BILAGA 1: MAXIMAL ISUTBREDNING I ÖSTERSJÖN UNDER ISVINTERN 2017–2018 – ISKARTA.



The graph displays temperature profiles at different depths over time. The x-axis represents dates from June 1.6 to August 24.8. The y-axis represents temperature in Celsius, ranging from 0 to 35. The legend identifies nine data series: A 1 m (blue), A 4 m (grey), A 8,7 m (light blue), B 1 m (green), B 4 m (dark blue), B 10,2 m (brown), C 1 m (black), C 4 m (orange), and C 11 m (yellow). The A series (shallowest) shows the most rapid temperature fluctuations and the highest peak temperatures, reaching nearly 30°C. The B and C series show a more gradual, steady increase in temperature, with the C 11 m series (deepest) showing the lowest temperatures, rising from approximately 4°C to 15°C.

Bild L2-1. Modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutslippet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C under väderförhållandena 2011, fortsatt drift av kraftverket.

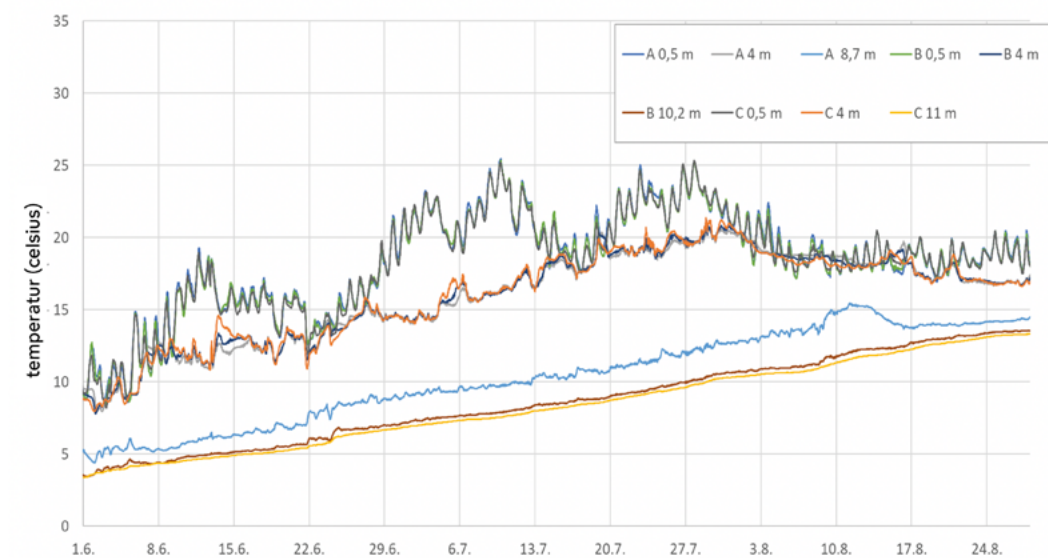


Bild L2-2. Modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C under väderförhållandena 2011, kraftverket inte i drift.

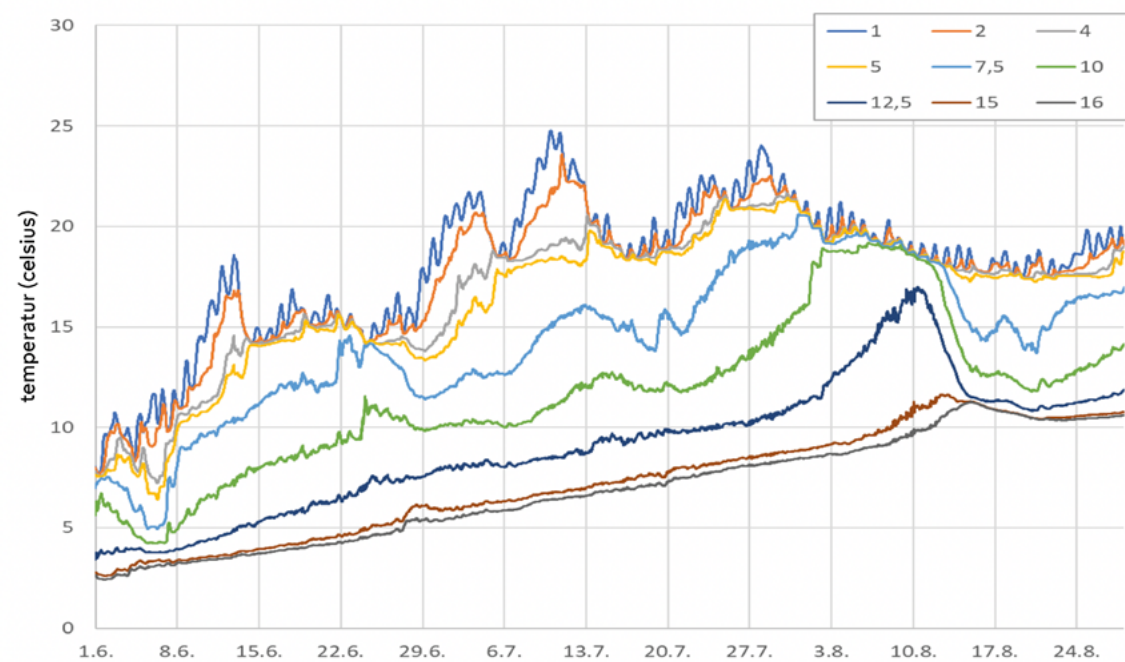


Bild L2-3. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Hudöfjärden vid punkt K1 under väderförhållandena 2011, fortsatt drift av kraftverket.

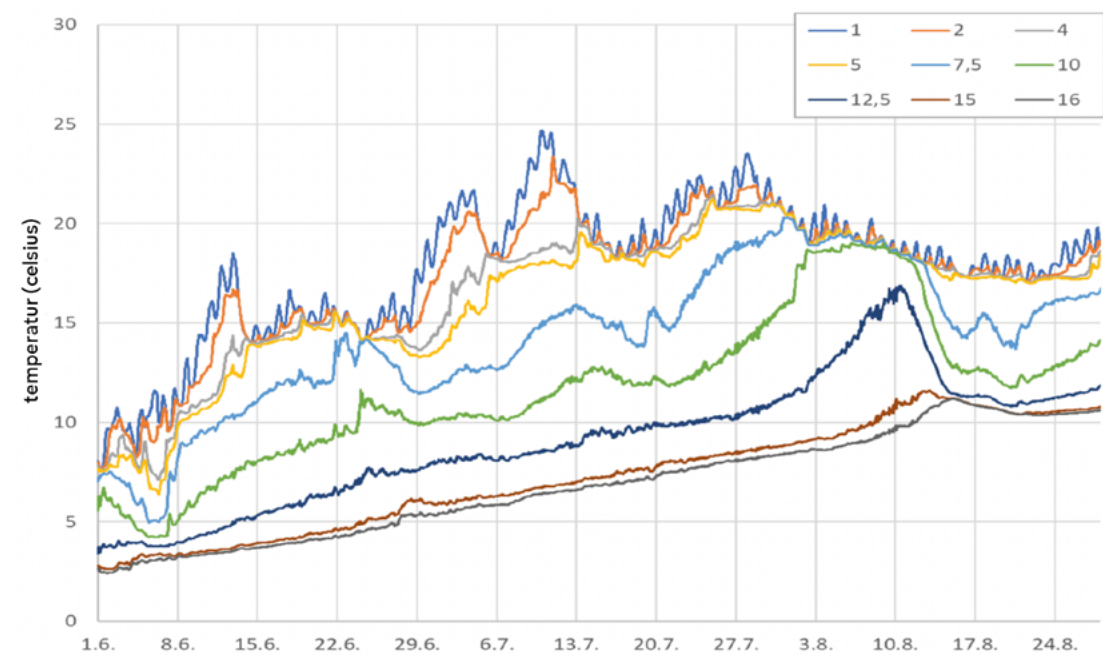


Bild L2-4. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Hudöfjärden vid punkt K1 under väderförhållandena 2011, kraftverket har inte i drift.

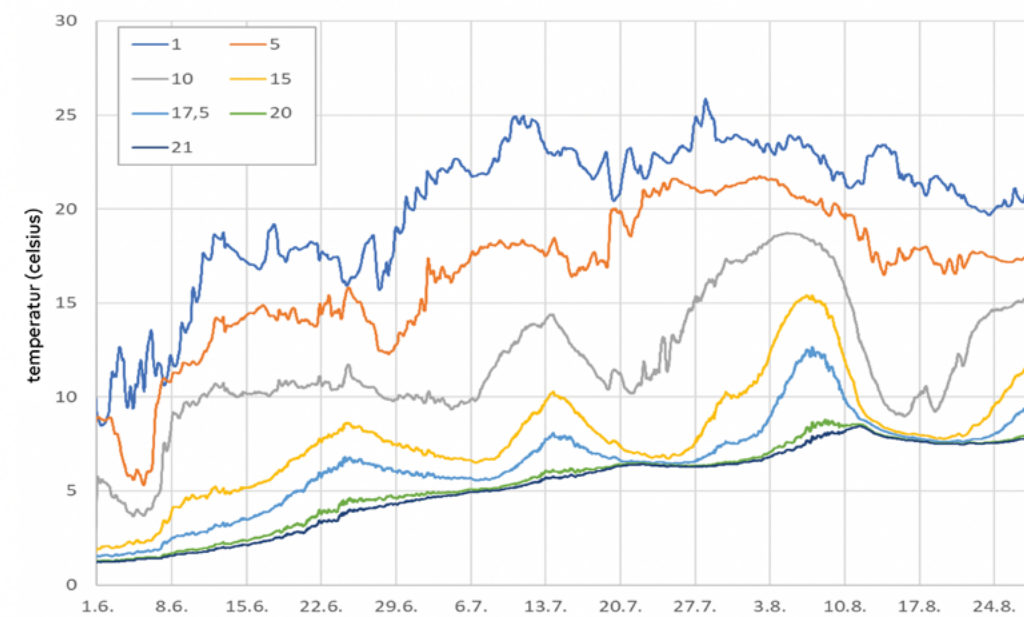


Bild L2-5. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Vådholmsfjärden vid punkt K2 under väderförhållandena 2011, fortsatt drift av kraftverket.

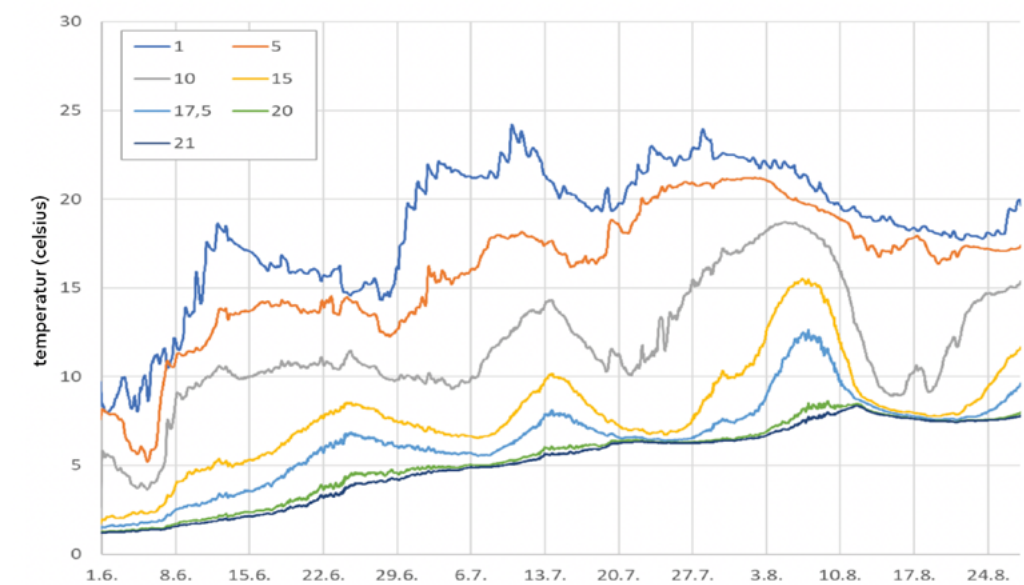


Bild L2-6. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Vådholmsfjärden vid punkt K2 under väderförhållandena 2011, kraftverket inte i drift.

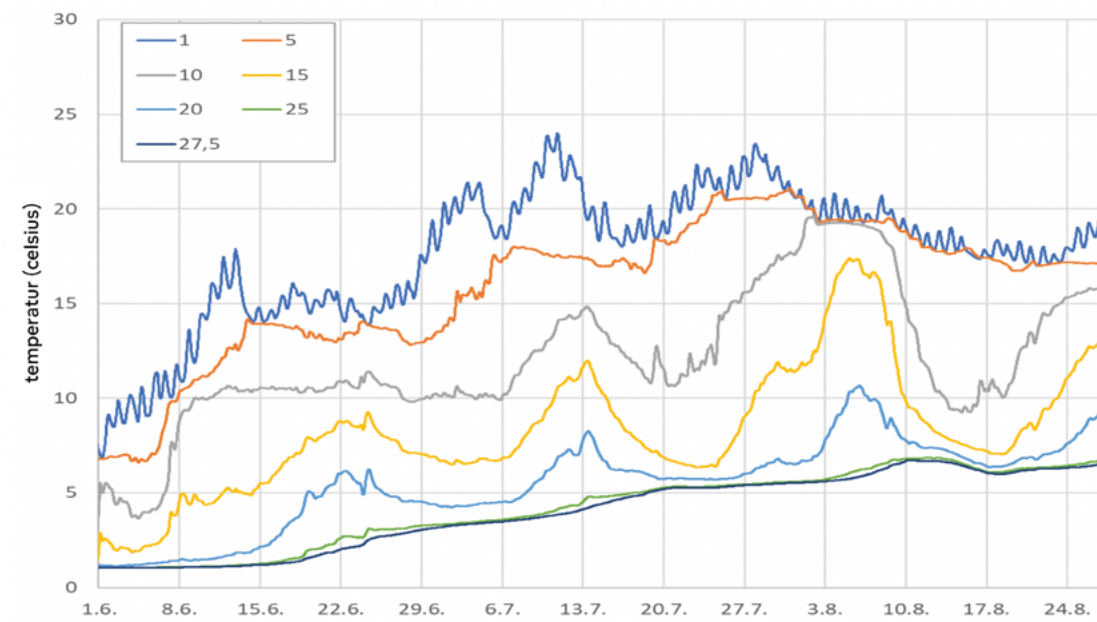


Bild L2-7. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Orregrundsfjärden vid punkt K3 under väderförhållandena 2011, fortsatt drift av kraftverket.

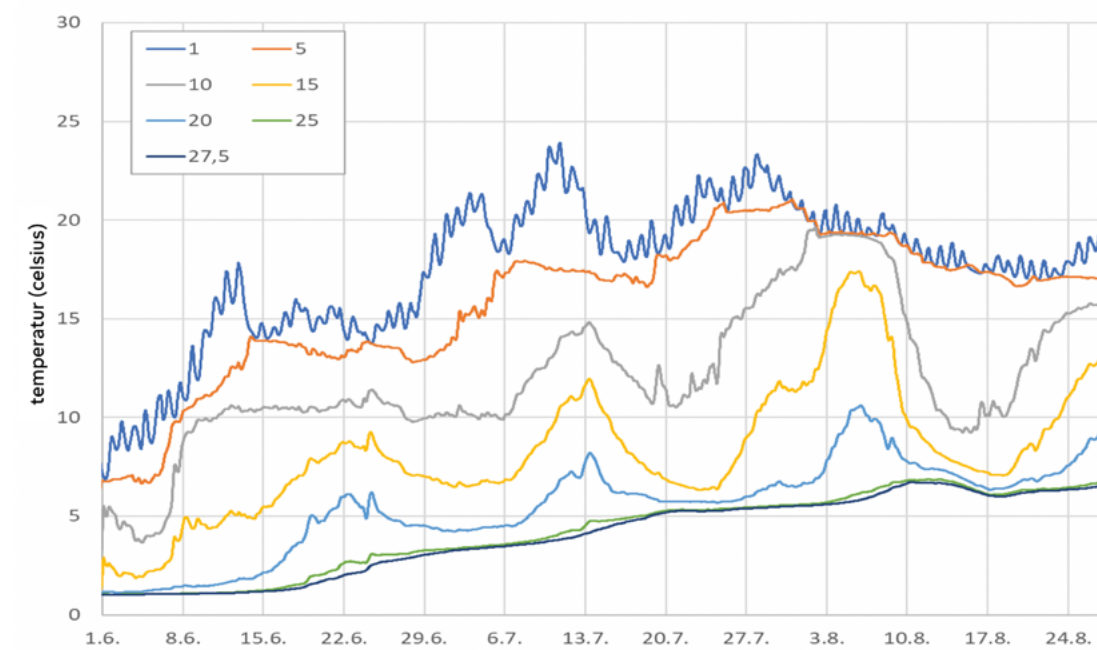


Bild L2-8. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Orregrundsfjärden vid punkt K3 under väderförhållandena 2011, kraftverket har inte i drift.

BILAGA 3: TIDSSERIER FÖR MODELLERINGSRESULTATEN PER KONTROLLPUNKT UNDER PERIODEN MED ISTÄCKE.

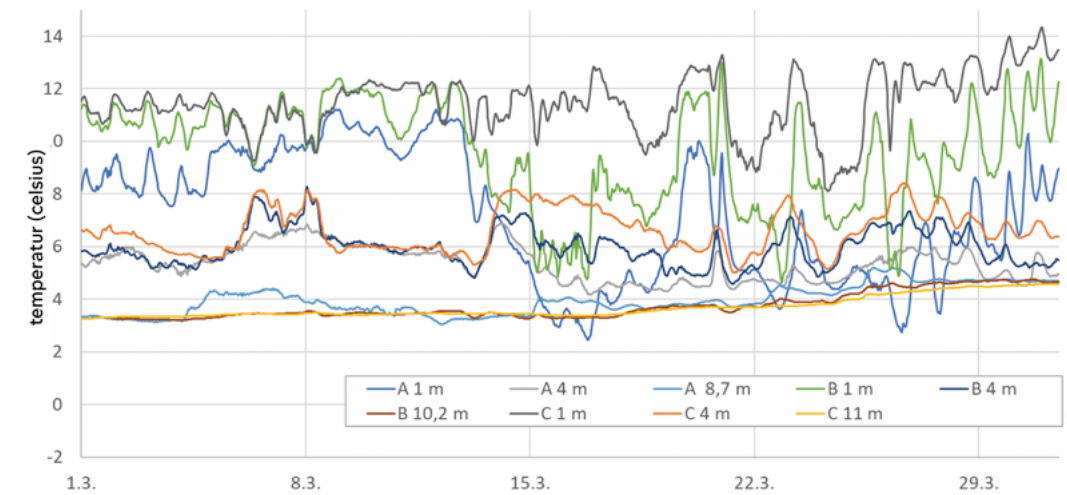


Bild L3-1. Modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C (bild 3-3) i mars 2018, fortsatt drift av kraftverket.

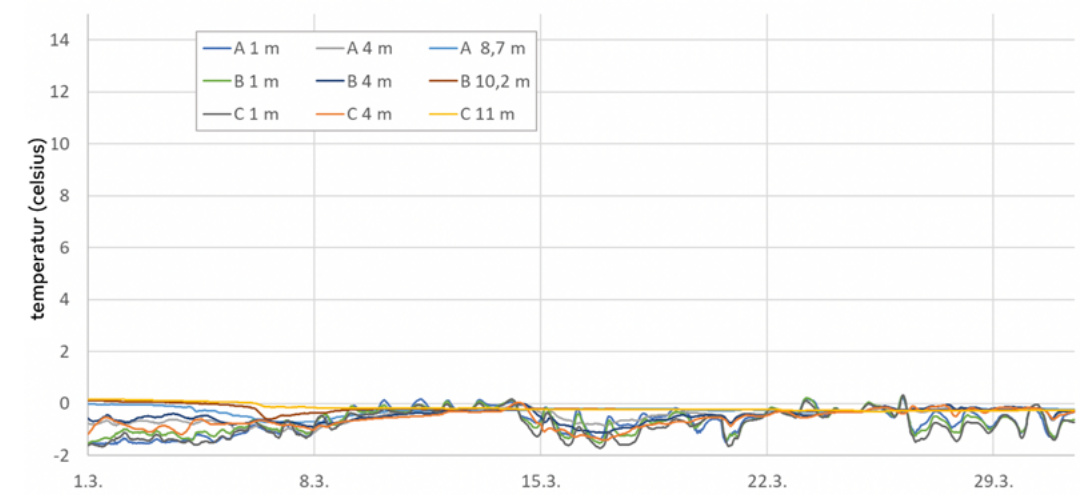


Bild L3-2. Modellerad vattentemperatur på olika djup vid kylvattenutloppet i Hästholmsfjärden vid bojarna A, B och C (bild 3-3) i mars 2018, kraftverket inte i drift.

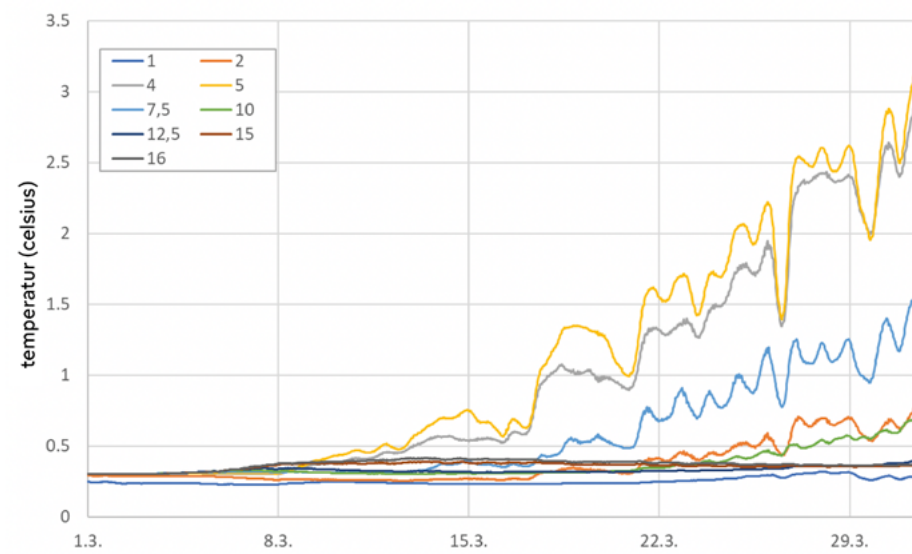


Bild L3-3. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Hudöfjärden vid punkt K1 i mars 2018, fortsatt drift av kraftverket.

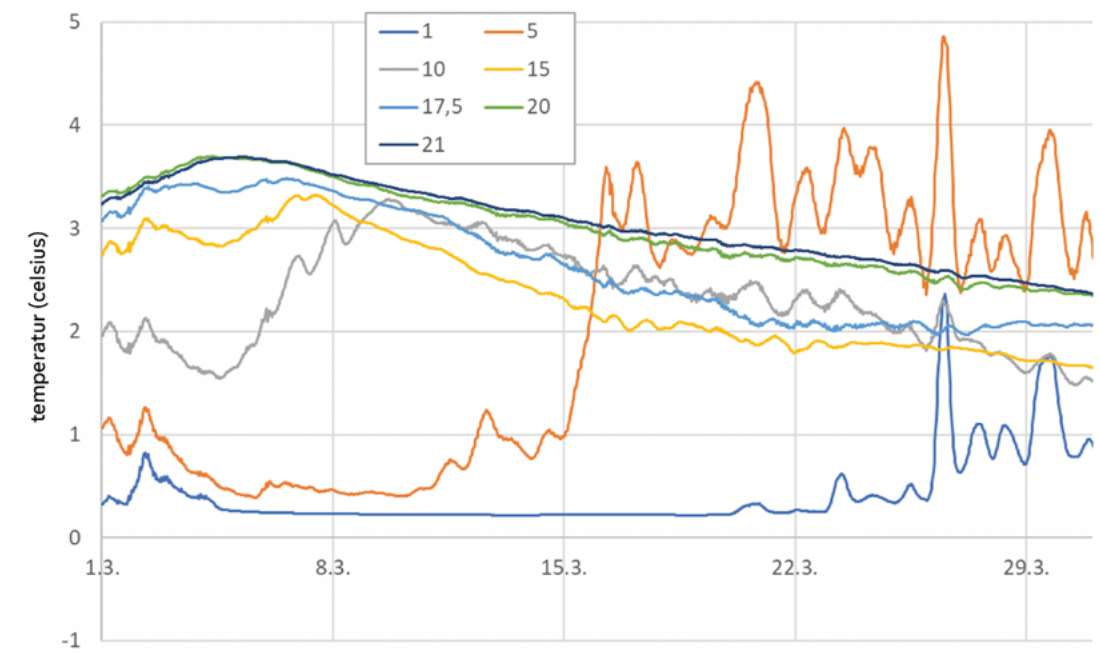


Bild L3-5. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Vådholmsfjärden vid punkt K2 i mars 2018, fortsatt drift av kraftverket.

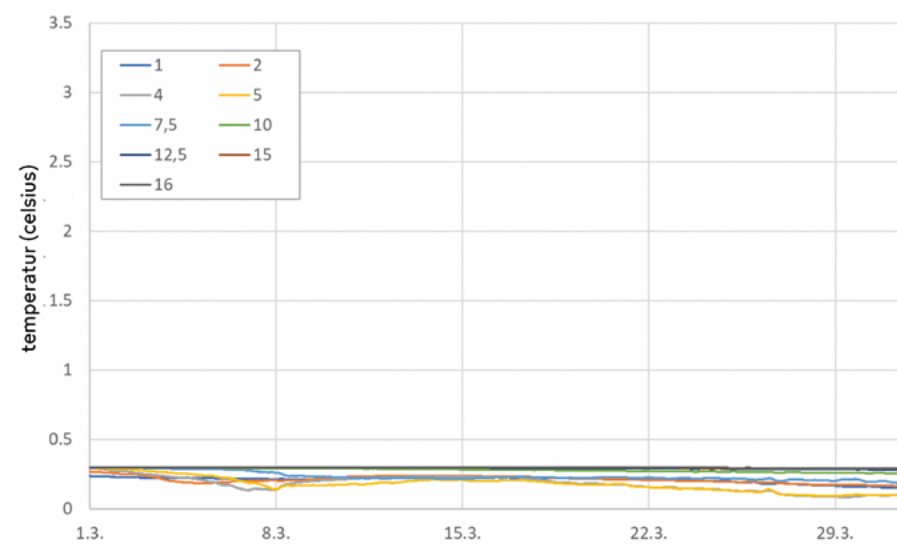


Bild L3-4. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Hudöfjärden vid punkt K1 i mars 2018, kraftverket inte i drift.

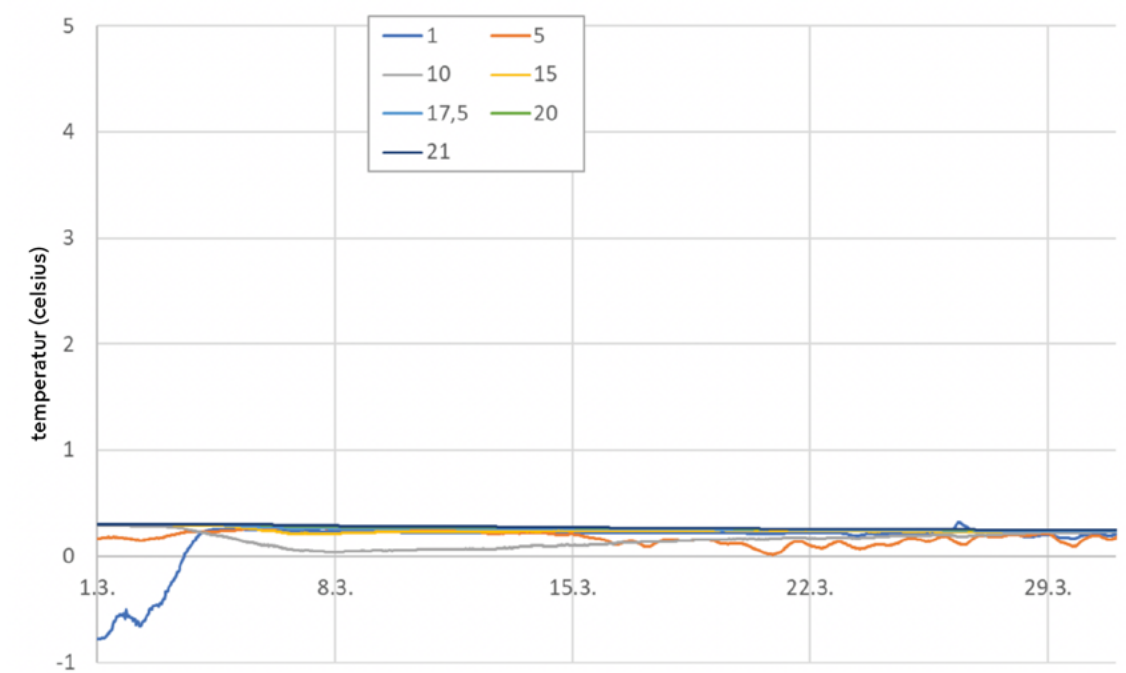


Bild L3-6. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Vådholmsfjärden vid punkt K2 i mars 2018, kraftverket inte i drift.

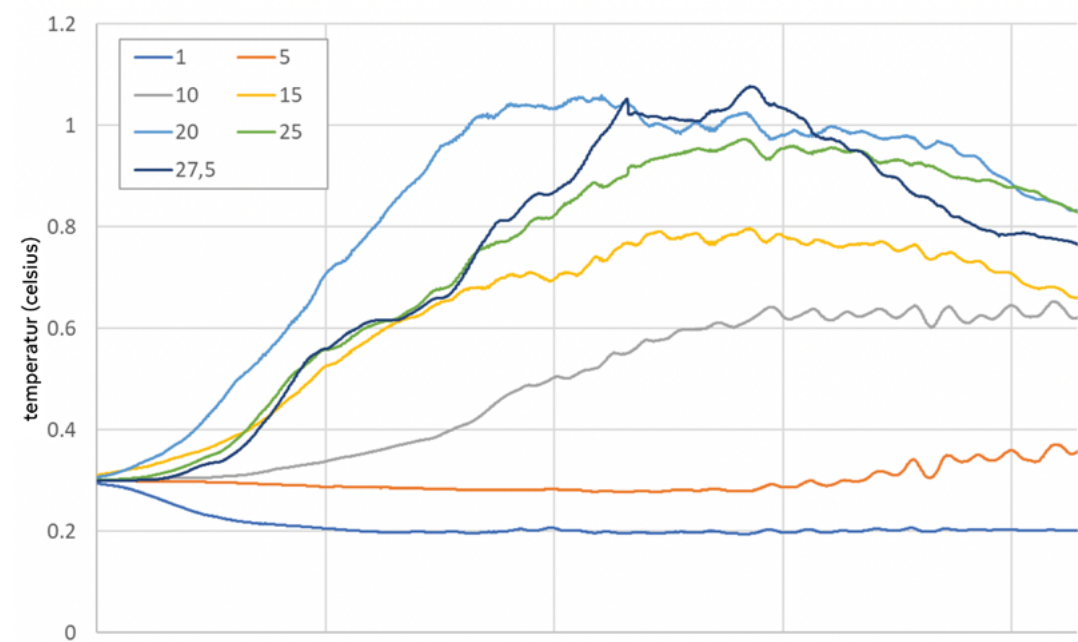


Bild L3-7. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Orregrundsfjärden vid punkt K3 i mars 2018, fortsatt drift av kraftverket.

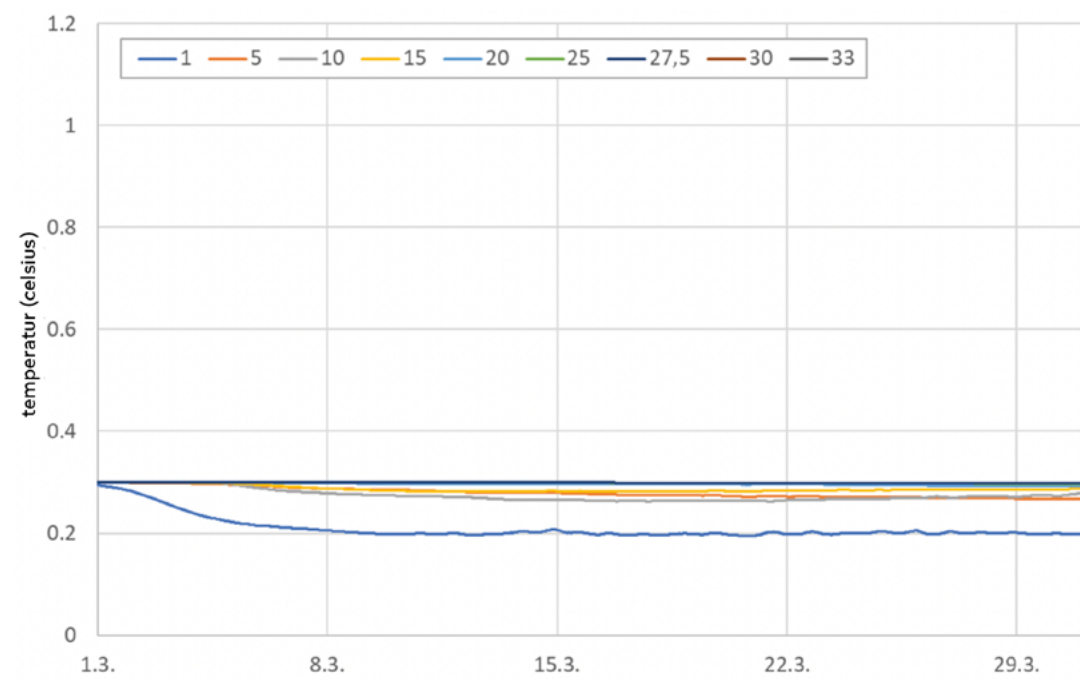


Bild L3-8. Modellerad vattentemperatur på olika djup i Orregrundsfjärden vid punkt K3 i mars 2018, kraftverket har avvecklats.

