

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Sammanfattning

I och med det planerade uppförandet av Kärnbränsleförvaret kommer sprängmedelsspill och odetonerade sprängmedel från bergarbeten, liksom en ökad mängd spillvatten (avloppsvatten), att leda till kväveutsläpp i havsområdet utanför Forsmark. Detta dokument (bilaga K:27) belyser synpunkter och frågor från remissinstanser om kväveutsläppen och beskriver SKB:s fortsatta utredningar av skydds- och kompensationsåtgärder för att minska effekten av kväveutsläppen. Dessutom ges en uppdatering av förutsättningar som, i och med fortsatt projektering av Kärnbränsleförvaret, väsentligt förändrats i förhållande till vad som angavs i tidigare ingiven bilaga K:5.

SKB avser att begränsa spillet av sprängmedel i samband med sprängningarna genom att upprätta goda rutiner för sprängningsarbetet. Som en skyddsåtgärd föreslås allt lakvatten från bergupplaget och spillvatten ledas till reningsverk, som anpassas för att klara en hög reningsgrad. Med nya förutsättningar kan de kumulativa kväveutsläppen från uppförandet av Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR i värsta fall bli cirka 25 ton under ett år, vilket är cirka 20 procent mer än vad som användes för bedömningen i bilaga K:5. Med en sådan ökning är bedömningen dock fortfarande att endast mycket begränsade effekter kommer att uppstå i Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga och att utsläppen inte leder till att miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten Öregrundsgrepen inte kan uppfyllas.

Sannolikheten för att detta värsta utsläppsår ska inträffa bedöms som liten, men skulle i så fall innebära en temporär påverkan. Kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret under resten av uppförandeskedet, liksom under driftskedet, kommer att bli betydligt lägre. Dessutom baseras uppskattningarna av kväveutsläppen på ett antal mer eller mindre pessimistiska antaganden som tillsammans leder till en överskattning av kväveutsläppen. Sammantaget tyder detta på att kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret, liksom de kumulativa utsläppen tillsammans med SFR, sannolikt blir lägre än uppskattningarna i bilaga K:5.

SKB har studerat andra skyddsåtgärder och olika kompensationsåtgärder. Ingen av dessa andra skyddsåtgärder bedöms i nuläget som rimliga med tanke på osäkerheten i deras effekt i förhållande till kostnaden. Däremot skulle kompensationsåtgärder kunna vidtas som över tid reducerar kvävebelastningen på Öregrundsgrepen inklusive Kallrigafjärden, med en kvävemängd som motsvarar de ackumulerade utsläppen från Kärnbränsleförvarets uppförande- och driftfas.

Innehåll

1	Inledning	3
2	Förutsättningar och antaganden.....	3
2.1	Utbyggd kväverening i reningsverket	3
2.1.1	Förändrade förutsättningar för reningsverket.....	4
2.1.2	Utbyggd kväverening.....	4
2.2	Övriga projektförutsättningar och antaganden som påverkar utsläppens storlek	6
2.2.1	Förändrade tidsplaner för Kärnbränsleförvaret och SFR-utbyggnad	6
2.2.2	Pessimistiska antaganden i bedömningarna	8
2.3	Uppdatering av bevarandeplaner för Natura 2000-områden	10
2.4	Sammanfattning av hur de förändrade förutsättningarna påverkar bedömningen av de ekologiska effekterna	10
3	Skydds- och kompensationsåtgärder för minskad kvävebelastning på recipienten	11
3.1	Skyddsåtgärder	11
3.1.1	Reningsverket	11
3.1.2	Rening av länshållningsvatten	12
3.1.3	Rening av utfyllnadsmassor	13
3.1.4	Ändrad utsläppspunkt för olika vattenströmmar	13
3.2	Kompensationsåtgärder	14
3.2.1	Anläggande av våtmark	15
3.2.2	Strukturkalkning	16
3.2.3	Utbyggd kväverening på kommunala reningsverk	17
3.3	Slutsatser åtgärder	18
4	Kontroll och uppföljning	18
5	Referenser	19

1 Inledning

I och med det planerade uppförandet av Kärnbränsleförvaret kommer sprängmedelspill och odetonerade sprängmedel från tunnelarbetena, liksom en ökad mängd spillvatten (avloppsvatten), att leda till kväveutsläpp i havsområdet utanför Forsmark. Uppförandet av Kärnbränsleförvaret kan komma att sammanfalla i tid med utbyggnaden av SFR, som också kommer bidra med liknande kväveutsläpp. I bilaga K:5 (Konsekvensbedömning för vattenmiljöer. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle) bedömdes de kumulativa övergödningseffekterna i kustområdet utanför Forsmark som kväveutsläppen från de båda byggprojekten skulle kunna medföra. Utgångspunkten för bedömningen var ett scenario där de största årliga utsläppen under byggperioden av respektive förvar kombinerades i ett så kallat ”maxscenario”, med ett sammanlagt årligt utsläpp på drygt 20 ton under det värsta så kallade ”toppåret”. Slutsatserna var att även under detta toppår skulle de kumulativa utsläppen ge mycket begränsade effekter på både vattenkvaliteten ute i Öregrundsgrepen liksom på Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga.

Remissinstanserna har fått möjlighet att ställa frågor och komma med synpunkter på innehållet i bilaga K:5. Detta dokument är dels ett bemötande på specifika frågor och synpunkter från remissinstanserna, dels en uppdatering av förutsättningar som, i och med fortsatt projektering av Kärnbränsleförvaret, väsentligt förändrats i förhållande till vad som angavs i bilaga K:5.

För att ta höjd för osäkerheter i förutsättningarna har ofta pessimistiska antaganden, som resulterar i större uppskattade kväveutsläpp gjorts, men ibland har antagandena utgått från det som anses mest sannolikt. För att belysa effekten av de viktigaste antagandena, analyseras och diskuteras påverkan på resultaten av både realistiska och ett antal pessimistiska antaganden.

Eftersom flera remissinstanser (Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Uppsala län och Östhammars kommun) har efterfrågat information om ytterligare skyddsåtgärder och/eller möjliga kompensationsåtgärder görs här en tydligare redovisning av genomförbarhet och de effekter av specifika åtgärder som utretts. Istället för att, som i bilaga K:5, fokusera på enbart maxscenariots toppår, vars sannolikhet att inträffa är relativt liten, visas tydligare hur utsläppen och därmed övergödningseffekterna förväntas variera under bygg- och driftskedena, samt även hur stora de ackumulerade utsläppen över tid uppskattas bli.

2 Förutsättningar och antaganden

Generellt utgår analyserna från samma förutsättningar och antaganden som gjordes i bilaga K:5. Sedan dess har vissa förutsättningar, som framför allt berör den planerade kvävereningen av spillvatten och lakvatten i reningsverket, förändrats. Dessutom analyseras hur tidsplanerna för uppförandet av Kärnbränsleförvaret respektive utbyggnaden av SFR kan påverka utsläppens storlek och fördelning över tid. Slutligen diskuteras ett antal mer eller mindre pessimistiska antaganden som gjorts för att inte riskera att underskatta kväveutsläppens storlek och effekter, men som tillsammans sannolikt gör att utsläppen har överskattats.

2.1 Utbyggd kväverening i reningsverket

I K:5 föreslogs att allt spillvatten från de nya anläggningarna liksom lakvattnet från bergupplagen skulle ledas till Forsmarks kärnkraftverks (FKA:s) reningsverk, som förutsätts byggas om med målsättningen om en kvävereningsgrad på 90 procent (oavsett belastning). En 90-procentig reningsgrad är sannolikt orimligt hög och har varit svår att uppnå i befintliga

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

moderna reningsverk (Danielsson 2010) eller att motivera ekonomiskt. Även Havs- och vattenmyndigheten har i sitt remissyttrande (aktbilaga 475) ifrågasatt om en så hög reningsgrad verkligen är rimlig att uppnå. En förstudie av hur reningsverket kan anpassas för att uppnå en fortfarande hög, men mer realistisk kväverensningsgrad presenteras översiktligt nedan. Dessutom har det tillkommit uppgifter om reningsgrad för kväve i befintligt reningsverk, samt om både nuvarande och framtida kvävebelastning i form av spillvatten. Dessa nya förutsättningar har använts i de uppdaterade analyserna.

2.1.1 Förändrade förutsättningar för reningsverket

Reningsgraden i det befintliga reningsverket antogs i bilaga K:5 ligga på cirka 40 procent. Denna uppgift byggde på erfarenheter från FKA:s tidigare reningsverk, men sedan det befintliga reningsverket togs i drift (2013) har kvävereningen förbättrats trots att det inte är specifikt anpassat för kväverening. I genomsnitt låg kväverensningsgraden under 2014–2016 på drygt 75 procent, vilket förklaras av en låg flödesbelastning i förhållande till vad reningsverket är dimensionerat för. När den antagna 40-procentiga reningsgraden kombinerades med ett, på mätningar uppskattat, årligt, utsläpp på cirka 1,5 ton kväve, uppskattades den nuvarande kvävebelastningen på reningsverket i bilaga K:5 felaktigt till 2,5 ton, medan den i verkligheten har legat på cirka 6 ton.

I den ursprungliga analysen i bilaga K:5 hade reningsverkets utsläpp från den i dag befintliga verksamheten (FKA, SFR, Forsmarks bruk) inkluderats i de kumulativa utsläppen från SKB:s framtida verksamhet och i uppskattningarna av de ekologiska effekterna med motiveringen att bidraget kommer att bli marginellt ($2,5 \text{ ton} \times 90 \% = 0,25 \text{ ton}$). De förändrade förutsättningarna, med högre nuvarande kvävebelastning på reningsverket och en lägre uppskattad reningsgrad i framtiden, innebär att dessa utsläpp inte längre är marginella. De bör snarare betraktas som en del av den redan etablerade basnivån, vilken effekten av de framtida tillkommande utsläppen bör jämföras med. I den uppdaterade uppskattningen av kväveutsläppens storlek har därför endast SKB:s kväveutsläpp från framtida tillkommande verksamhet (spillvatten och lakvatten) tagits med i beräkningarna. Belastningen på reningsverket från den nuvarande verksamheten antas fortsatt ligga konstant på 6 ton även i framtiden. Detta kvävebidrag har räknats med i belastningen på och dimensioneringen av reningsverket, men den andel av detta kväve som släpps ut från reningsverket efter rening (cirka 1,5 ton) har alltså inte räknats med i de kväveutsläpp som uppstår vid uppförandet av Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR.

Nya och mer detaljerade uppskattningar av den framtida spillvattenbelastningen från SKB:s verksamhet ger något lägre kvävebelastning på reningsverket från Kärnbränsleförvaret (0,8 ton/år under uppförandeskedet, 0,4 ton/år under driftskedet) och utbyggnaden av SFR (0,4 ton/år) än de mer pessimistiska uppskattningar som användes i bilaga K:5.

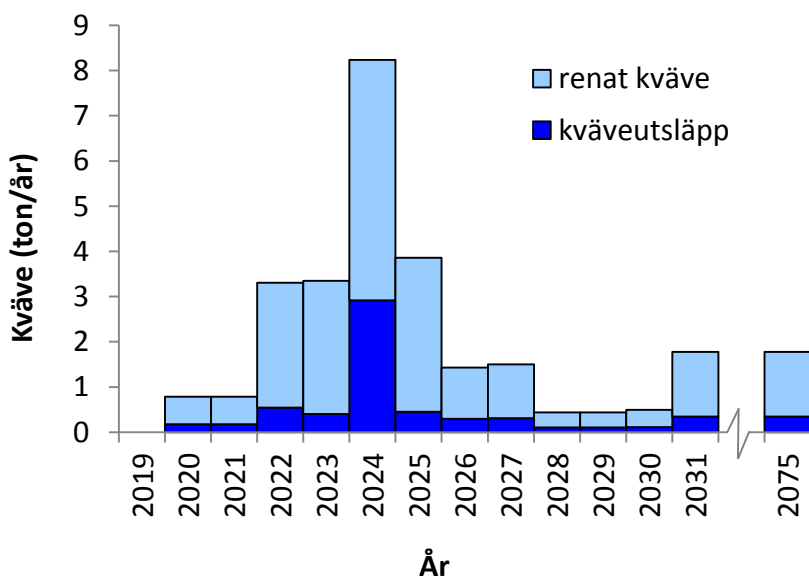
2.1.2 Utbyggd kväverening

Det nuvarande reningsverket, som togs i bruk i slutet av 2013, använder en så kallad satsvis biologisk rening (SBR – Sequential Batch Reactor). Reningsverket innehåller tre SBR-tankar och är dimensionerat för att kunna ta emot ett spillvattenflöde på i genomsnitt 722 m^3 per dygn och en kvävebelastning på drygt 10 ton per år, vilket är betydligt mer än nuvarande belastning (cirka $400 \text{ m}^3/\text{dygn}$ och 6 ton N/år). Trots denna överdimensionering är det tveksamt om den betydligt större mängden kväve som förväntas under något eller några få år, skulle kunna renas lika effektivt med nuvarande processteknik. I en förstudie har därför en möjlig utbyggnad av reningsverket med ytterligare tre SBR-reaktorer och en modifierad processteknik utretts. SKB har även utrett om det finns alternativa tekniker med vilka motsvarande kväverening skulle kunna åstadkommas.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Med den studerade utbyggnaden beräknas kvävereningsskapaciteten uppgå till cirka 16 ton per år (cirka 4,5 ton/år renas i nuvarande reningsverk) och kvävehalten i utgående vatten förväntas då ligga på cirka 8 mg/L. Som jämförelse har stora reningsverk (>100 000 person-ekvivalenter, pe) i södra Sverige i nuläget ett gränsvärde för kväve i utgående vatten på 10 mg/L och för mindre reningsverk (>10 000 pe) ligger gränsvärdet på 15 mg/L (EU-rådet 1991). FKA:s reningsverk är dimensionerat för 1 900 pe och kommer med en utbyggnad fortfarande ligga klart under 10 000 pe. Eftersom produktionen av vegetation i Bottenhavet norr om Norrtälje kommun i huvudsak anses vara fosforbegränsad finns ett undantag från EU:s krav på särskild kväverening i större reningsverk (EU-domstolen 2009). Myndigheterna ställer i dagläget därför inte några krav på kväverening i andra reningsverk i regionen och svenska kommunala reningsverk längs Bottenhavskusten har i genomsnitt en totalkvävhalt på 27 mg/L i sina utsläpp (Naturvårdsverket 2014). Den studerade utbyggnaden innebär alltså en mycket hög reningsgrad.

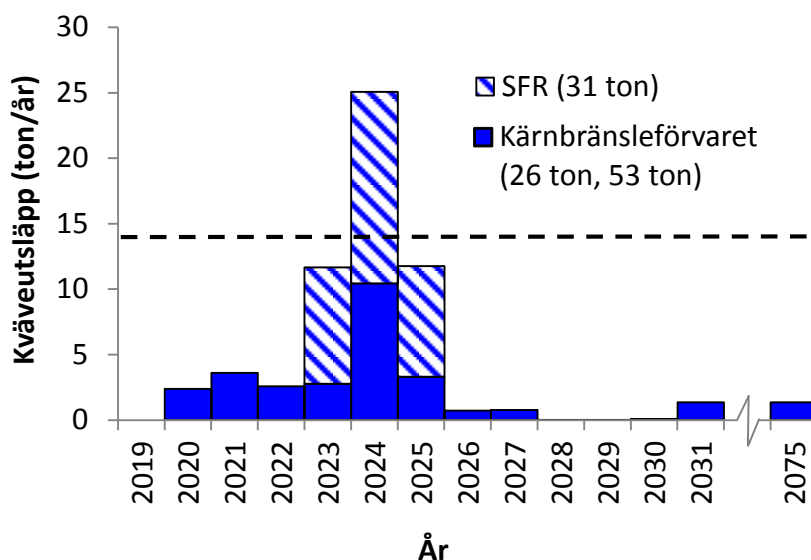
Baserat på förutsättningar ovan (8 mg N/L i utgående vatten och 16 tons årlig kvävereningsskapacitet) har de årliga kväveutsläppen under uppförandet av Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR med det så kallade **maxscenariot**, samt under Kärnbränsleförvarets driftfas uppskattats. Den maximala belastningen av spill- och lakvatten från Kärnbränsleförvaret på reningsverket uppskattas till 8,25 ton (år 2024), men är betydligt lägre under övriga år, se figur 2-1. Reningsgraden med den utbyggda kvävereningen beräknas generellt ligga omkring 80 procent, men vid en extra hög belastning som under maxscenariots toppår skulle kvävereningsskapaciteten kunna överskridas och reningsgraden hamna på 60–70 procent. Den studerade dimensioneringen skulle ändå innebära en överdimensionering under större delen av uppförandeskedet, vilket gör att åtgärden inte blir kostnadseffektiv i relation till reningskostnaden i konventionella reningsverk.



Figur 2-1. Staplarna visar den årliga belastningen på reningsverket från Kärnbränsleförvarets spill- och lakvatten. Den ljusblå delen av stapeln visar det kväve som kommer att renas bort i reningsverket, medan den mörkblå visar det kväve som kommer att släppas ut.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Med en utbyggd kväverening uppskattas de totala kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret (spill-, lak- och länshållningsvatten) bli cirka 10 ton under det värsta året, medan utsläppen blir betydligt lägre under övriga år, se figur 2-2. De ackumulerade utsläppen under hela uppförandeskedet för Kärnbränsleförvaret uppskattas till cirka 26 ton och utbyggnaden av SFR uppskattas bidra med ytterligare sammanlagt cirka 31 ton under tre års tid. Om maxscenariots toppår skulle inträffa, uppskattas de kumulativa utsläppen från både Kärnbränsleförvaret och SFR att bli cirka 25 ton detta år. Det är några ton mer än de 20,6 ton som utsläppen för maxscenariots toppår uppskattades till i bilaga K:5. Denna ökning med cirka 20 procent påverkar dock inte slutsatserna att utsläppen har mycket begränsade effekter på vattenkvaliteten och närliggande Natura 2000 områden. De årliga utsläppen under Kärnbränsleförvarets driftfas är små (cirka 1,5 ton) i förhållande till de högsta årliga utsläppen under uppförandeskedet och de ekologiska effekterna förväntas minska i motsvarande omfattning.



Figur 2-2. De årliga uppskattade kväveutsläppen efter rening för de båda förvarerna under maxscenariot. Inom parentes redovisas de ackumulerade utsläppen från utbyggnaden av SFR (byggfasen) och Kärnbränsleförvaret (uppförandeskedet, driftskedet).

2.2 Övriga projektförutsättningar och antaganden som påverkar utsläppens storlek

Uppskattningarna av kväveutsläppens storlek baseras på ett antal antaganden. Vid osäkerhet har det i många fall gjorts mer eller mindre pessimistiska antaganden som leder till större utsläpp för att inte riskera att underskatta utsläppens storlek. I andra fall, när det funnits mer data och säkrare information, har så realistiska antaganden som möjligt gjorts. I detta avsnitt undersöks hur en förskjutning i tiden för byggstart för Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR kan påverka de årliga utsläppen. Dessutom diskuteras ett antal mer eller mindre pessimistiska antaganden som sannolikt innebär att kväveutsläppen i verkligheten blir mindre än de redovisade uppskattningarna.

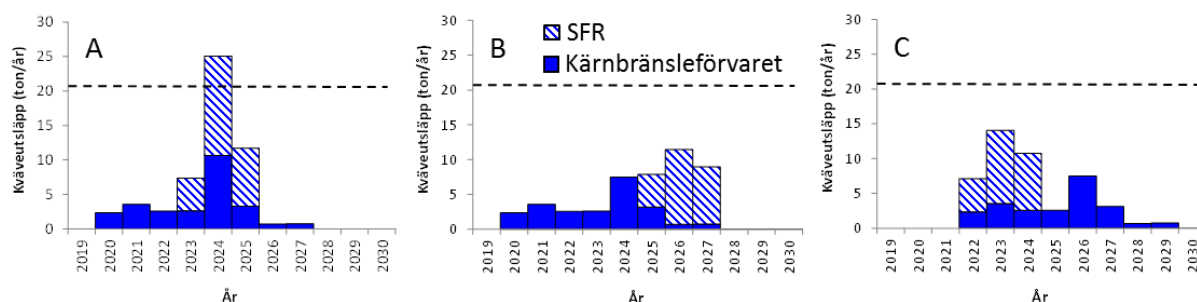
2.2.1 Förändrade tidsplaner för Kärnbränsleförvaret och SFR-utbyggnad

Nuvarande tidsplaner för de båda projekten innebär en byggstart för Kärnbränsleförvaret år 2020 och för utbyggnaden av SFR 2022, men sannolikheten att åtminstone något av projekten

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

inte kommer att följa sin tidsplan är stor. För att inte riskera en underskattning av det maximala årliga utsläppet, utgår analysen från det så kallade **maxscenariot**, vilket innebär att båda projektens maximala årliga utsläpp sammanfaller i ett **toppår**. Detta inträffar år 2024 om tidsplanen för Kärnbränsleförvaret hålls samtidigt som byggstarten för SFR förskjuts till 2023. Sannolikheten för att just detta scenario inträffar bedöms dock som liten. Med en annan förskjutning av åren för byggstart för de två projekten i förhållande till varandra, kommer utsläppen under toppåret att bli lägre och de totala utsläppen mer jämnt fördelade över fler år. Detta innebär samtidigt att maxbelastningen på reningsverket minskar, med större möjlighet att utnyttja reningskapaciteten och lägre ackumulerade utsläpp som följd.

För att exemplifiera vilken effekt en förskjutning av byggstart för projekten i förhållande till varandra skulle kunna ha dels på fördelningen av utsläppen mellan år, dels på de ackumulerade utsläppen, testas ytterligare två scenarier. I ett av dem förskjuts byggstarten för SFR med tre år till 2025 och i det andra förskjuts istället byggstarten för Kärnbränsleförvaret med två år till 2022 (medan SFR påbörjas enligt planen 2022), se figur 2-3. I båda dessa scenarier blir effekten en jämnare fördelning av kväveutsläppen och utsläppen under toppåret ligger betydligt lägre än de 20,6 ton som användes för bedömningen av de ekologiska effekterna i bilaga K:5. Dessutom uppskattas de ackumulerade utsläppen över tid att minska med drygt 6 ton i båda fallen, eftersom reningsverkets maxkapacitet inte överskrids under något år.



Figur 2-3. De beräknade årliga kväveutsläppen med olika förskjutning i byggstart för uppförandet av Kärnbränsleförvaret respektive utbyggnaden av SFR. Nuvarande byggplaner innebär att uppförandet av Kärnbränsleförvaret påbörjas 2020 och SFR-utbyggnaden påbörjas 2022. En förskjutning av byggstart för SFR med ett år till år 2023 är identiskt med maxscenariot (A) som analyserna i bilaga K:5 utgår ifrån och innehåller toppåret (2024) där de största utsläppen från respektive projekt sammanfaller. Om byggstart för SFR förskjuts med tre år till 2025 (B) eller att istället byggstart för Kärnbränsleförvaret förskjuts med två år (C) blir både de maximala årliga utsläppen betydligt mindre liksom att de ackumulerade utsläppen för båda projekten under hela uppförandefasen uppskattas minska med drygt sex ton.

Trots de potentiella fördelarna i form av både lägre ackumulerade utsläpp och minskad maximal belastning under toppåret, är en förskjutning av byggstarterna inte något som SKB föreslår som en skyddsåtgärd. Tidsplanerna styrs av flera faktorer som kan vara svåra att kontrollera. En förskjutning av ett projekt kommer dessutom medföra en stor kostnad och bedöms inte som ekonomiskt rimlig i förhållande till vinsten i form av minskade kväveutsläpp. Däremot finns stora chanser att de årliga utsläppen i praktiken kommer att bli mer jämt fördelade än i maxscenariot, vilket innebär både lägre maximalt årligt utsläpp liksom lägre ackumulerade utsläpp över tid. Det är dock inte säkert att ett stort kväveutsläpp under ett år och mindre utsläpp övriga år skulle ge större ekologiska effekter på lång sikt än motsvarande ackumulerade utsläpp som är mer jämt fördelat mellan år.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

2.2.2 Pessimistiska antaganden i bedömningarna

I analysen görs ett antal mer eller mindre pessimistiska antaganden i brist på mer exakt information. I flera fall tyder dock mycket på att kväveutsläppen sannolikt kommer att bli lägre än de uppskattningar som redovisats. Nedan diskuteras ett antal av dessa antaganden.

Sprängmedelsåtgång

Uppskattningen av kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret (liksom från SFR) baseras på ett generellt antagande om att sprängmedelsåtgången är 2,2 kg/tfm³ (teoretisk fast utsprängd bergvolym). I verkligheten varierar sprängmedelsåtgången och den förväntas bli högre vid drivning av tunnlar med liten tvärsnittsarea och lägre för större tunnlar och bergsalar. Nya mer detaljerade uppskattningar indikerar att sprängmedelsåtgången och därmed kväveutsläppen under uppförandet av Kärnbränsleförvaret (liksom för utbyggnaden av SFR) med stor sannolikhet är överskattade. Detta gäller i synnerhet under ett eventuellt toppår när stora bergvolymerna från relativt stora tunnlar och bergsalar sprängs ut. Däremot skulle det kunna gå åt något mer sprängmedel under driftskedet, när drivningen av deponeringstunnlar med en liten tvärsnittsarea sker.

Dessutom har bergvolymerna från utbyggnaden av SFR reviderats ner med minst 10 procent sedan analyserna gjordes (Segerstedt 2017). Orsaken är att reaktortankarna planeras att segmenteras istället för att transporteras hela ner i förvaret hela. Därmed bortfaller behovet av en särskild transporttunnel för reaktortankar inklusive det tidigare planerade tunnelpåslaget. Detta leder till ytterligare minskad sprängmedelsåtgång och en motsvarande minskning av de ackumulerade kväveutsläppen.

Sprängmedelsspill

Antagandet om 10 procent spill och odetonerade sprängmedel har en stor påverkan på uppskattningarna av kväveutsläppen, men det finns indikationer på att andelen spill med bra rutiner skulle kunna bli betydligt lägre (Olsson och Niklasson 2012, Weimann 2014). Havs- och vattenmyndigheten har i sitt remissyttrande (aktbilaga 475) påpekat vikten av *att sprängningsarbetena sker på så vis att mängden sprängmedelsrester, och därmed utsläpp av kväve, blir så liten som möjligt*. SKB håller med om att mängden spill bör begränsas genom att använda goda rutiner, som till exempel att vara noggrann vid laddning och genom uppsamling av eventuellt spill vid uppstart och efter laddning i separata kärl.

Förhållande mellan ammoniumkväve och nitratkväve

Sprängmedel innehåller ammoniumnitrat som består av lika delar ammoniumkväve och nitratkväve. Därför har fördelningen mellan kväve i form av nitrat och ammonium, både i länshållningsvatten och på bergmassorna, som används till utfyllnader eller lakas ur på bergupplaget, antagits vara 50:50. En del av ammoniumkvävet kan dock avgå från vattnet i form av ammoniak, särskilt vid ett högt pH-värde som ett resultat av tunneltätning med cementbaserade produkter. Tidigare tunnelprojekt visar att andelen ammoniakkväve i till exempel länshållningsvattnet kan förväntas bli betydligt lägre än 50 procent. Ett mer realistiskt antagande skulle ge en mindre mängd kväveutsläpp direkt till havet i och med att en del av kvävet ventileras bort som ammoniak. Dessutom skulle en mindre mängd ammoniumkväve minska behovet av tidskrävande nitrifikation i reningsverket, vilket ger mer tidsutrymme för denitrifikation och kan resultera i en högre reningsgrad.

Kvävefördelning mellan länshållningsvatten och bergmassor

Fördelningen av kvävet från sprängningarna mellan bergmassorna (lakvattnet) och länshållningsvattnet har antagits vara 50:50. Det finns observationer som tyder på att en större

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

del skulle kunna hamna i lakvattnet. Detta skulle innebära att en större del av kvävet skulle kunna renas bort i reningsverket innan det når havet. För att testa effekten av detta antagande har vi även analyserat med förutsättningen att fördelningen av kvävet skulle vara 70:30 mellan lak- och länshållningsvattnet. Under maxscenariots toppår skulle ingen minskning av kväveutsläppen ske, eftersom reningsverkets kapacitet att rena kväve redan är fullt utnyttjad. Analysen visar dock att de ackumulerade kväveutsläppen under uppförandeskedet skulle kunna minska något (cirka 3 ton) och att minskningen sannolikt skulle bli ännu större under driftskedet. Antagande om en jämn fördelning av kvävet mellan bergmassorna och länshållningsvattnet kan alltså ha bidragit till en överskattning av utsläppens storlek och påverkan, med undantag för de allra största årliga utsläppen som till exempel under toppåret.

Ingen spontan kväverening

De mikrobiella reningsprocesserna (nitrifikation och denitrifikation) som i reningsverket omvandlar ammonium och nitrat till kvävgas, är processer som i olika utsträckning sker naturligt både på land och i sötvatten och i havsmiljöer. Omfattningen av denna spontana rening är svår att förutse och i analysen har den inte räknats med alls. I praktiken finns dock en stor sannolikhet att ytterligare kväve kommer att försvinna som kvävgas, innan eller efter att det når havet. Detta förväntas framför allt kunna ske i utloppsdiket/våtmarken som vattnet från reningsverket passerar innan det släpps ut i kylvattenkanalen. I mindre omfattning skulle kväve även kunna avgå som kvävgas i sedimentationsdammar och utjämningsmagasin för lak- och länshållningsvatten.

För utfyllnaderna har det antagits att allt kväve på bergmassorna snabbt kommer att lakas ur till havet. För Kärnbränsleförvaret, där de största utfyllnaderna inte sker direkt i havet utan på land, kommer det för en del av kvävet sannolikt att ta relativt lång tid innan det når havet, vilket ökar chansen att det hinner avgå som kvävgas till luften och aldrig nå havsmiljön.

Slutligen har det i analyserna helt bortsetts från både kväveupptaget och den naturliga kvävereningen som skulle kunna ske i den konstgjorda Biotestsjön, där majoriteten av kvävet kommer att passera innan det når Öregrundsgrepen. Sammanfattningsvis bedöms att naturlig spontan kväverening i utloppsdiken och dammar, i marken och i Biotestsjön kommer leda till att kväveutsläppen i praktiken blir lägre än de överskattningar som använts i analysen.

Kväveutsläppens fördelning över året

Sommarperioden är den del av året då lokala övergödningseffekter av kväveutsläppen skulle kunna uppstå, medan produktionen under övriga årstider är ljus- eller fosforbegränsad. Vi har antagit att den årliga produktionen av bergmassor är relativt jämnt fördelad över året och att kväveutsläppen är konstanta mellan årets månader. Om bergarbetenas omfattning är stabil över tid, antas detta stämma relativt väl för utsläppen via länshållningsvattnet som pumpas upp från tunnarna, medan mängden kväve i lakvattnet är mer beroende av nederbörd och avrinning. Kvävemängden i lakvattnet kan förväntas bli mindre under vintern när nederbörden är i form av snö och en kvävetopp är sannolik under vårens snösmältning. Under resten av året beror kvävemängderna i lakvattnet på nederbörden, men reglermagasin som utjämnar flödet över tid gör att en relativt stabil mängd kväve förväntas nå reningsverket.

Reningsgraden i reningsverket (liksom den spontana reningen i naturen) är temperaturberoende, eftersom de mikrobiella reningsprocesserna sker snabbare och mer effektivt vid högre temperaturer. Utsläppen från reningsverket under sommarmånaderna förväntas därmed bli lägre än årsgenomsnittet. Eftersom analysen utgår från att reningsgraden och kväveutsläppen är konstanta under året, förväntas de ekologiska effekterna bli mindre än analysen visar.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Inläckage i avloppsledningarna

Hälften av nuvarande flödesbelastning på reningsverket har uppskattats bero på inläckage av grundvatten i avloppsledningsnätet. Detta inläckage förväntas minska när delar av avloppsledningsnätet kommer att tätas. Denna minskning av flödesbelastningen på reningsverket, i synnerhet vid hög nederbörd, förväntas resultera i en högre reningsgrad som inte har beaktats i uppskattningen av kväveutsläppens storlek.

2.3 Uppdatering av bevarandeplaner för Natura 2000-områden

Länsstyrelsen i Uppsala län har i sitt remissvar på bilaga K:5 (aktbilaga 505) uppmärksammat SKB på att uppdaterade bevarandeplaner för de båda Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga publicerades under 2016 (Länsstyrelsen i Uppsala län, 2016a, 2016b), efter det att SKB lämnade in kompletteringen om konsekvensbedömningen för vattenmiljöer (bilaga K:5). I den uppdaterade bevarandeplanen för Skaten-Rångsen har naturtypen blottade ler- och sandbottnar tillkommit. Denna naturtyp fanns omnämnd i den tidigare bevarandeplanen för Kallriga och slutsatsen att SKB:s kväveutsläpp skulle få *en mycket begränsad betydelse för de berörda naturtypernas struktur eller funktion på lång sikt* gäller även för Skaten-Rångsen. Vidare har bevarandemålen delvis omformulerats i de nya bevarandeplanerna. Målsättningen att områdena ska skyddas från övergödning kvarstår, men formuleringarna är i vissa fall mindre kategoriska. Ett exempel är att formuleringen *ingen ökning av näringstillförsel av något slag får ske* har ändrats till *ingen betydande ökning av näringstillförseln får ske*. SKB tolkar denna förändring som att den marginella temporära påverkan, som inte kan uteslutas från kväveutsläppen från SKB:s verksamhet, skulle kunna accepteras så länge som det inte riskerar att påverka naturtypernas struktur och funktion eller enskilda arter negativt. I och med att påverkan från SKB:s verksamhet är begränsad i både tid och rum, kvarstår bedömningen att det inte finns någon risk för betydande påverkan på Natura 2000-områdena.

2.4 Sammanfattning av hur de förändrade förutsättningarna påverkar bedömningen av de ekologiska effekterna

Den viktigaste förändringen som riskerar att leda till ökade kväveutsläpp är att kväveringsgraden i reningsverket antas bli lägre än de 90 procent som förutsattes i bilaga K:5. Med den nu studerade utbyggnaden av reningsverket uppskattas utsläppen i värsta fall (maxscenariots så kallade toppår) bli cirka 25 ton, vilket är cirka 20 procent mer än vad som användes för bedömningen i bilaga K:5. Med en sådan ökning är bedömningen dock fortfarande att endast mycket begränsade effekter kommer att uppstå i Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga och att utsläppen inte leder till att miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsten Öregrundsgrepen inte kan uppfyllas. Sannolikheten för att detta toppår ska inträffa bedöms som liten. Ett enskilt toppår innebär dessutom en temporär påverkan och kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret under resten av uppförandeskedet, liksom under driftskedet, kommer att bli betydligt lägre. Sammantaget stärker detta slutsatsen att de ekologiska och i synnerhet långsiktiga effekterna kommer att bli mycket begränsade.

Dessutom baseras uppskattningarna av kväveutsläppen på ett antal mer eller mindre pessimistiska antagande som tillsammans leder till en överskattning av kväveutsläppen. Bland annat finns nya uppgifter om cirka 10 procent lägre uttag av bergmassor vid utbyggnaden av SFR och en lägre sprängmedelsåtgång per volym utsprängt berg för både Kärnbränsleförvarets uppförandeskede och utbyggnaden av SFR. Detta betyder att kväveutsläppen från Kärnbränsleförvaret, liksom de kumulativa utsläppen tillsammans med SFR, i synnerhet under ett eventuellt toppår, sannolikt blir lägre än uppskattningarna i bilaga K:5.

3 Skydds- och kompensationsåtgärder för minskad kvävebelastning på recipienten

De åtgärder som syftar till att begränsa påverkan utgår från den så kallade skadelindringshierarkin. Enligt den ska i första hand detta ske genom att påverkan undviks eller förebyggs, till exempel genom att minimera mängden sprängmedelsspill. I andra hand ska skyddsåtgärder sättas in som till exempel kan innebära olika former av rening för att minska utsläpp. Den påverkan som kvarstår efter att verksamheter anpassats och skyddsåtgärder vidtagits (den så kallade restskadan) kan i vissa fall behöva kompenseras genom åtgärder utanför verksamheten, så kallade kompensationsåtgärder.

3.1 Skyddsåtgärder

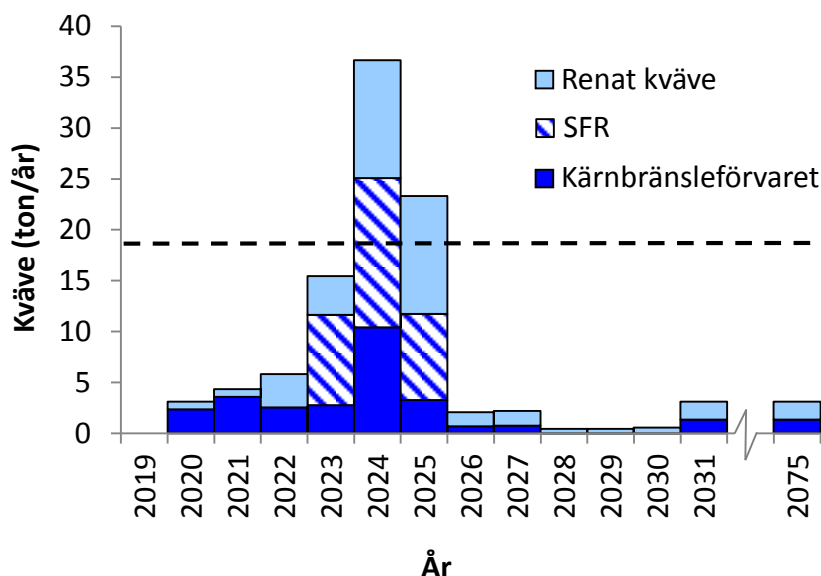
I bilaga K:5 redogjordes översiktligt för tänkbara skyddsåtgärder som skulle kunna minska kväveutsläppens storlek. De skyddsåtgärder som föreslogs var att både spill- och lakvatten från Kärnbränsleförvaret (och från SFR-utbyggnad) ska ledas till FKA:s reningsverk, som byggs ut och anpassas för att klara en hög reningsgrad av kväve även med en ökad belastning. Övriga skyddsåtgärder som nämndes var rening av länshållningsvatten med så kallad MBBR-teknik (Moving Bed Biofilm Reactor) och rening av utfyllnadsmassor genom avskiljning av det finpartikulära materialet, som innehåller störst andel kväve, med hjälp av så kallad harpning. För båda dessa metoder fanns tveksamheter kopplade till genomförbarhet och effektivitet och ingen utvärdering av skäligheten gjordes, det vill säga bedömning av kostnaden i förhållande till miljönyttan. Nedan presenteras de fortsatta utredningarna som visar att tveksamheter i genomförbarhet och effektivitet kvarstår för dessa två skyddsåtgärder. SKB har även utrett möjligheten att flytta utsläppspunkterna från Asphällsfjärden och kylvattenkanalen, delvis som en respons på en fråga från Havs- och vattenmyndigheten om vilka åtgärder som skulle kunna vidtas om kylvattenflödet till kärnkraftverket stoppas.

3.1.1 Reningsverket

För att uppskatta nyttan (effekten) av skyddsåtgärden **utbyggd rening**, jämförs detta scenario med ett **basfall** där vi antar att kvävereningskapaciteten i reningsverket skulle förbli konstant på nuvarande 4,5 ton per år, även om flödes- och kvävebelastningen på reningsverket skulle öka. Detta scenario är liktydigt med att ingen kväverening av det tillkommande spill- och lakvattnet skulle ske. Det är alltså inte ett rimligt scenario, utan endast för att kunna uppskatta nyttan av att leda spill- och lakvatten till reningsverket och att bygga ut kvävereningen.

I **basfallet** utan utbyggd kväverening uppskattas de kumulativa kväveutsläppen från både Kärnbränsleförvaret och utbyggnaden av SFR under maxscenariots toppår att uppgå till 37 ton, men med **utbyggd rening** skulle utsläppen bli 25 ton, se figur 3-1. Detta är cirka 20 procent mer än de 20,6 ton som redovisades i bilaga K:5 med 90 procent reningsgrad i reningsverket. Dessa utsläppsnivåer inträffar dock enbart under ett enda år om maxscenariot skulle inträffa, vilket inte är särskilt troligt. Under ytterligare ett par år skulle utsläppen bli cirka hälften så stora som under toppåret och betydligt lägre under resten av byggskedet liksom under driftskedet (cirka 1,5 ton/år). Utan rening uppskattas de ackumulerade utsläppen under hela byggskedet från båda förvarerna till drygt 90 ton, men med rening blir det knappt 60 ton, varav 26 ton från Kärnbränsleförvaret. Detta är jämförbart med uppskattningen i bilaga K:5. Om driftskedet räknas in blir de ackumulerade utsläppen istället nästan 20 procent lägre (112 ton mot 134 ton i bilaga K:5), vilket beror på att mängden kväve i spillvatten är lägre i de nya uppskattningarna än i bilaga K:5. Oavsett om kväveutsläppen under det värsta året skulle bli 25 ton, 20 ton eller lägre, bedöms det inte uppstå mer än mycket begränsade effekter i Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga. Utsläppen bedöms heller inte kunna bidra till att miljökvalitetsnormerna för Öregrundsgrepen inte ska kunna uppnås.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder



Figur 3-1. Årliga beräknade utsläpp från Kärnbränsleförvaret och SFR i maxscenariot, samt hur mycket kväve i spill- och lakvattnet från de båda projekten som renas bort i reningsverket. Staplarnas totala höjd visar därmed hur stora kväveutsläppen skulle bli om inget kväve från varken Kärnbränsleförvaret eller SFR-utbyggnaden renades (basfallet).

3.1.2 Rening av länshållningsvatten

Havs- och vattenmyndigheten har uttryckt en brist på *information kring möjlig kväverening av länshållningsvattnet* (aktbilaga 475). SKB har därför utrett möjligheten att rena kvävet i länshållningsvattnet från Kärnbränsleförvaret (och utbyggnaden av SFR). Sedan tidigare (se bilaga K:5) har det konstaterats att volymerna av länshållningsvattnen är för stora för att kunna renas i FKA:s reningsverk, även med den planerade utbyggnaden. Länshållningsvattnet antas, liksom lakvattnet, bestå av ungefär lika stora delar ammoniumkväve och nitratkväve. I praktiken kan dock en del av ammoniumkvävet avgå som ammoniak till luften, särskilt vid högt pH som uppstår när cementbaserade produkter används i samband med bergarbetena. Antagandet om lika delar ammonium- och nitratkväve är därmed ett pessimistiskt antagande som överskattar både ammoniummängden och den totala kvävemängden i länshållningsvattnet.

SKB har utrett möjligheterna att rena länshållningsvattnet och drar slutsatsen att det i första hand är nitratkvävet som skulle kunna renas (genom denitrifikation). Ammoniumkvävet är svårare att komma åt, bland annat eftersom nitrifikationsprocessen som omvandlar ammonium till nitrat är betydligt känsligare för störningar. Dessutom är som sagt mängden ammoniumkväve sannolikt lägre än nitratkvävet. För att rena nitrat är en möjlighet att använda så kallade MBBR-teknik där nitratkvävet teoretiskt skulle kunna renas ner till halter så låga som 1–2 µg/L genom denitrifikation. Detta innebär att reningsgraden i vatten med en nitrat halt på 10 mg/L skulle kunna bli 80–90 procent, men att vatten med en nitrat halt under 2 mg/L i princip inte kan renas. Generellt förväntas kvävekoncentrationerna att bli betydligt lägre i länshållningsvattnet än i lak- och spillvattnet. Under sju av Kärnbränsleförvarets åtta byggår uppskattas nitrathalten i genomsnitt ligga mellan 0,5 och 5 mg/L, med en medelhalt på cirka 2 mg/L. Detta antyder att reningen skulle kunna bli mycket ineffektiv under dessa år. Under året med mest intensiva bergarbeten uppskattas nitrathalten bli mellan 6 och 12 mg/L.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Då skulle reningsgraden kunna bli högre, men det är tveksamt att motivera en stor investering i en reningsanläggning som enbart fungerar under ett enda år. För närvarande bedöms det därför inte rimligt att åta sig rening av länshållningsvatten som en skyddsåtgärd.

3.1.3 Rening av utfyllnadsmassor

Utfyllnaderna med bergmassor vid Kärnbränsleförvaret uppskattas innehålla omkring 3 ton kväve som genom diffust läckage har antagits nå vattenrecipienten. Rening av utfyllnadsmassor skulle kunna erhållas genom harpning/tvättning, det vill säga att de mindre fraktionerna, som innehåller mest kväve, sållas och spolats bort innan utfyllnaderna sker. Detta är något som Havs- och vattenmyndigheten har föreslagit som ett möjligt villkor för verksamheten (aktbilaga 475). Av de cirka 3 ton kväve som beräknas finnas i bergmassorna till Kärnbränsleförvarets utfyllnader, uppskattas omkring 80 procent (knappt 2,5 ton) kunna avskiljas på detta sätt. Dessutom behöver vattnet med det avskilda kvävet också tas omhand/renas och beroende på metod kan därmed ytterligare kväve nå recipienten. Om detta kvävehaltiga vatten leds till reningsverket kommer uppskattningsvis 80 procent av kvävet kunna renas bort. Detta innebär att totalt cirka 65 procent av kvävet kommer kunna renas bort, det vill säga 2 ton av de 3 ton som beräknas finnas i utfyllnadsmassorna. Detta utgör en relativt liten del (2–3 %) av de totala utsläppen under uppförande- och driftperioden. Eftersom större delen av utfyllnaderna vid Kärnbränsleförvaret sker uppe på land är det dessutom inte säkert att allt detta kväve skulle ha nått havet, även om uppskattningarna av kväveutsläppens storlek baseras på detta pessimistiska antagande. Sammantaget bedöms det därmed inte som rimligt att bygga upp ett system för rening av bergmassor som endast används under en kort inledande period av uppförandeskedet.

3.1.4 Ändrad utsläppspunkt för olika vattenströmmar

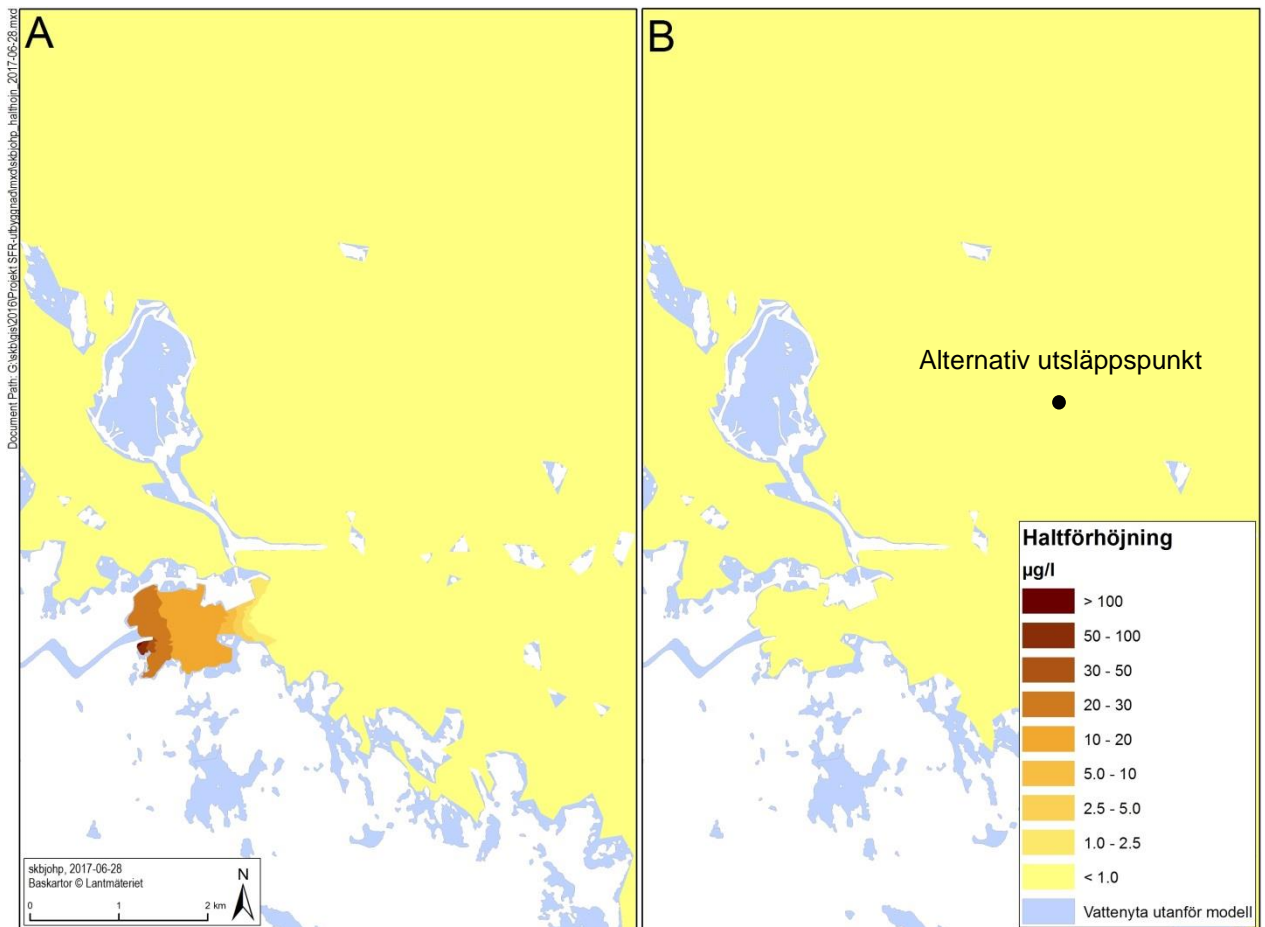
Med nuvarande och planerade utsläppspunkter för vattenströmmarna från reningsverket och länshållningsvattnet i Asphällsfjärden kommer det mesta kvävet att passera in via kärnkraftverkets kylvattenkanal och transporteras med den starka kylvattenströmmen ut i Öregrundsgrepen via Biotestsjöns utlopp. I praktiken innebär detta en transport och utspädning av kväveutsläppen som gör att de lokala effekterna av utsläppen minskar. Den planerade driften av Kärnkraftverket förväntas pågå i flera decennier till, men när kärnkraftverket avvecklas och kylvattenströmmen stoppas förväntas de relativt små kväveutsläppen under driftskedet av Kärnbränsleförvaret ändå kunna leda till betydande haltförhöjningar inne i Asphällsfjärden. Nedläggningen kommer att bli föremål för en separat miljökonsekvensbeskrivning, men för att tillmötesgå Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens fråga (aktbilagor 467 och 475) om vilka åtgärder som skulle kunna vidtas när kylvattenflödet stoppas, har SKB undersökt förutsättningarna för lämpliga åtgärder.

En möjlig skyddsåtgärd är att utsläppspunkterna för länshållningsvatten och reningsverket flyttas genom en rörledning till en plats längre ut i Öregrundsgrepen med syfte att minska de lokala miljöeffekterna. Denna åtgärd skulle ge en kvävespridning som mer liknar nuvarande förhållanden med kylvattenflöde. Med nuvarande utsläppspunkter beräknas kvävehalterna i Asphällsfjärden i genomsnitt att öka med cirka 20 µg/L under driftskedet om kylvattenflödet stoppas, vilket sannolikt kan medföra märkbara lokala ekologiska effekter. Beräkningarna visar att en utflyttad utsläppspunkt helt skulle kunna reducera dessa negativa effekter i Asphällsfjärden och att haltförhöjningen runt den utflyttade utsläppspunkten skulle bli mycket små på grund av den stora naturliga vattenomsättningen i Öregrundsgrepen, se figur 3-2.

Tekniskt sett är åtgärden möjlig att genomföra med hjälp av sjöförlagda, viktade polyeten-rör (PE-rör). Livslängden för denna typ av ledningar är lång, i storleksordningen 100 år. Sjöförlagda ledningar är vanligt förekommande för transport av dricksvatten och

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränslefordvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

avloppsvatten, så de juridiska hindren för anläggandet av ledningen bör vara små såvida inte till exempel Fennoscankablarna för likströmsöverföring till Finland berörs. Slutsatsen är att detta är en möjlig skyddsåtgärd som skulle kunna användas när kylvattenflödet stoppas i samband med en framtida stängning av Forsmarks kärnkraftverk.



Figur 3-2. Haltförhöjningen sommartid under driftskedet när cirka 1,5 ton kväve släpps ut årligen och kylvattenflödet till Kärnkraftverket har stoppats, med planerade utsläppspunkter i Asphällsfjärden (A) och en alternativ utsläppspunkt en bit utanför Asphällsfjärden (B).

3.2 Kompensationsåtgärder

Kompensationsåtgärder nämndes i bilaga K:5 som en möjlighet, men utan att konkreta exempel gavs. Flera remissinstanser (Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Uppsala län och Östhammars kommun) har i sina remissvar (aktbilaga 475, 467, 505, 463–465) påtalat att den restskada som uppkommer efter det att rimliga skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder har vidtagits bör kompenseras genom ytterligare åtgärder. Därför har SKB utrett möjligheten att vidta relevanta kompensationsåtgärder som kan reducera kvävebelastningen på Öregrundsgrepen. Nedan presenteras tre exempel på kompensationsåtgärder som SKB utrett och bedömer som genomförbara. Utan att låsa sig vid just dessa tre kompensationsåtgärder, visar utredningarna att det finns goda förutsättningar för att vidta åtgärder för att minska kvävebelastningen på Öregrundsgrepen och kompensera en eventuell påverkan.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

3.2.1 Anläggande av våtmark

I Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram för Öregrundsgrepen poängteras att problemen med övergödning är storskaliga och att i stort sett hela kustvattnet från södra Bottenhavet och söderut har måttlig ekologisk status. Ett stort vattenutbyte med utsjön räcker därför inte för att nå god status med avseende på övergödningssindikatorer i detta kustområde, om inte den storskaliga övergödningen minskar. De åtgärder som bedöms ge störst effekt i det kustnära området är dock anläggande av våtmarker och förbättrade enskilda avlopp. Våtmarker och dammar i anslutning till jordbruksmark bedöms dessutom vara en av de åtgärder som är mest kostnadseffektiva räknat per ton reducerat kväve.

I anslutning till Olandsån som rinner genom jordbruksmark och transporterar stora mängder kväve till Kallrigafjärden strax söder om Forsmark finns goda möjligheter att anlägga våtmarker som skulle kunna minska kvävetillförseln. Kompensationsåtgärder i Olandsån skulle främst påverka den övergödda Kallrigafjärden positivt, men SKB:s modelleringar visar att situationen sannolikt även skulle förbättras i de delar av Öregrundsgrepen som kan påverkas av SKB:s utsläpp.

Kvävereduktionen i våtmarker varierar beroende på många olika faktorer som kvävehalt, vattenflöde och vattnets uppehållstid i våtmarken. Svenska studier av våtmarker anlagda i jordbruksmarker visar att en årlig kvävereduktion på 0,5 ton per hektar våtmarksyta sannolikt kan uppnås om våtmarken utformas så att näringsavskiljning prioriteras. Det finns även exempel på årliga reduktionsgrader med 1 ton/ha och schablonuppskattningar visar att förutsättningarna för detta kan vara goda i Olandsån (Weisner et al. 2015).

SKB har översiktligt utrett möjliga våtmarker på tre platser längs Olandsåns nedre lopp (figur 3-3), det vill säga platser där effekten blir så stor som möjligt på Öregrundsgrepen eftersom retentionen längs ån annars minskar åtgärdernas effektivitet med avseende på vattenförekomsten. Slutsatsen av dessa undersökningar är att det med stor sannolikhet går att skapa en våtmark på någon av dessa platser med en effektiv yta på cirka fyra hektar, vilket motsvarar en årlig kvävereduktion på 2–4 ton per år beroende på våtmarkens effektivitet. Med en beräknad effektiv livslängd på 30–50 år för en våtmark skulle det motsvara en ackumulerad kvävereduktion på 60–200 ton, vilket skulle motsvara större delen av eller överstiga de ackumulerade utsläppen från Kärnbränsleförvaret. Utöver kvävereduktionen skulle en våtmark i detta område tillföra en rad mervärden i form av fosforreduktion samt ökade naturvärden och ökad biologisk mångfald, eftersom öppna vattenspeglar är ovanliga i regionen. För havet skulle en rätt utformad våtmark även kunna ha betydelse för reproduktion av bland annat gädda eftersom det inte finns några vandringshinder mellan den eventuella platsen och havet. I ett lokalt perspektiv kan en våtmark/damm också medföra ökade värden för friluftsliv, jakt och kulturhistoria.

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder



Figur 3-3. Foto över Olandsån (överst) som schematiskt visar ett exempel på hur en del av vattnet skulle kunna ledas av mot en tidigare utdikad våtmark (nederst).

3.2.2 Strukturkalkning

Strukturkalkning är en kompensationsåtgärd som genom att förbättra jordstrukturen med hjälp av tillförd kalk minskar läckaget av närsalter från jordbruksmark. I första hand syftar åtgärden till att minska läckaget av fosfor, men även kväveläckaget minskar med i storleksordningen 6 kilogram per hektar och år (personlig kommunikation, Sören Eriksson, Hushållningssällskapet Uppsala). Åtgärden, som beräknas ha en livslängd på 10–15 år, är relativt kostnadseffektiv jämfört många andra åtgärder. Utöver minskat näringsläckage leder åtgärden även till högre skördar och minskad drivmedelsåtgång, vilket är positivt för lantbrukaren (Vattenmyndigheterna 2015).

K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

SKB har översiktligt utrett möjligheterna till strukturkalkning på lerjordar i Olandsåns avrinningsområde nedströms Gimo. I Vattenmyndigheternas sammanställningar (VISS) anges att den sammanlagda arealen som är lämplig för strukturkalkning i detta område är minst 1 200 hektar. Eftersom intresset för ett strukturkalkningsprogram verkar vara stort när SKB har sonderat med intressenter som LRF, bedöms det som realistiskt att kunna genomföra åtgärden i stor skala. Om till exempel 500 hektar strukturkalkas, medför det en kvävereduktion på i storleksordningen 3 ton per år under 10–15 år, det vill säga totalt 30–45 ton.

3.2.3 Utbyggd kväverening på kommunala reningsverk

Utbyggd kväverening i kommunala reningsverk handlar i första hand om att projektera och finansiera ett efterbehandlingssteg i form av en våtmark för att förbättra kvävereningen för något av de kommunala avloppsreningsverken, till exempel utmed Olandsån, som inte redan har detta, se figur 3-4. I andra hand kan det handla om bidrag till att bygga om eller modernisera reningsprocessen i ett av dessa reningsverk. Reduktionspotentialen är hög för åtgärden, eftersom avloppsvatten innehåller hög halt av kväve och vattenflödena är kontrollerade och små. I övrigt fungerar denna åtgärd på samma sätt som våtmarker och dammar i anslutning till jordbruksmark genom att minska tillförseln av kväve. Kompensationsåtgärdens effektivitet med avseende på vattenförekomsten reduceras något beroende på hur stor den naturliga retentionen är längs ån, vilket gör att åtgärden sannolikt får störst genomslag ju närmare utloppet i havet den ligger.

SKB har översiktligt utrett möjligheten att anlägga våtmarker liknande den som byggts i Vagnhärad. Om 50 procent kvävereduktion uppnås i våtmarken innebär det att i storleksordningen 5 ton kväve kan reduceras per år genom åtgärden, under antagandet 2000 anslutna personekvivalenter (pe), samt ett utsläpp av 15 g N/pe/dygn. Åtgärden förutsätter vidare tillgång till privatägd mark med en yta av några hektar. Åtgärden förutsätter att det i dagsläget inte finns några planer hos Östhammars kommun att genomföra motsvarande utbyggnader/kompletteringar i tilltänkta reningsverk.



K:27 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från Kärnbränsleförvaret i Forsmark - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

Figur 3-4. Ett exempel på ett efterbehandlingssteg är Karö Våtmark vid Östhammars avloppsreningsverk. Till höger ligger en av flera grunda dammar för kväveretention där vattenståndet varierar i cykler över dygnet och dammen till vänster innehåller färdigbehandlat vatten. Utloppet till Östhammarfjärden ligger längst bort i bild.

3.3 Slutsatser åtgärder

SKB avser att begränsa spillet av sprängmedel i samband med sprängningarna genom att upprätta goda rutiner för sprängningsarbetet. Som en skyddsåtgärd föreslås att allt lakvatten från bergupplaget och spillvatten ledas till FKA:s reningsverk, som byggs ut och dimensioneras för en utgående kvävehalt på 8 mg/L under sommarperioden, alternativt att motsvarande rening åstadkoms i en annan anläggning. Denna åtgärd minskar den totala ackumulerade kvävebelastningen från Kärnbränsleförvaret med nästan 50 procent, men om maxscenariots toppår skulle inträffa kan reningsgraden bli något lägre om den maximala reningskapaciteten överskrids. Med dessa åtgärder bedöms utsläppen endast orsaka mycket begränsade effekter i omkringliggande Natura 2000-områden och inte heller riskera att miljö kvalitetsnormerna i Öregrundsgrepen inte kommer att kunna uppfyllas. Övriga utredda skyddsåtgärder bedöms i nuläget inte som rimliga med tanke på osäkerheten i deras effekt i förhållande till kostnaden. Däremot skulle kompensationsåtgärder kunna vidtas som över tid reducerar kvävebelastningen på Öregrundsgrepen inklusive Kallrigafjärden med en kvävemängd som motsvarar de ackumulerade utsläppen från Kärnbränsleförvarets uppförande- och driftfas. Under delar av uppförandefasen kommer de årliga kväveutsläppen kunna bli större än den årliga kvävereduktionen från kompensationsåtgärderna, men det kompenseras med tiden och resulterar i ett nollutsläpp över hela verksamhetsperioden.

4 Kontroll och uppföljning

För att kontrollera hur mycket kväve som kommer att släppas ut kommer mätningar av kvävekoncentrationer och volymer av utgående vattenströmmar (länshållningsvatten och reningsverket), att behöva göras. För att uppskatta reningsgraden i reningsverket behöver även ingående vatten provtas, vilket görs redan i dagsläget.

När det gäller de ekologiska effekterna, som relaterar till vattenkvalitet och miljö kvalitetsnormer, finns redan i dag ett pågående regionalt provtagningsprogram för vattenförekomsterna Öregrundsgrepen liksom för Kallrigafjärden som SKB är med och delfinansierar. Därutöver finns SKB:s egna provtagningar (totalkväve, oorganiskt kväve, klorofyll, siktdjup, med mera) i Asphällsfjärden och några ytterligare provpunkter ner mot Kallrigafjärden. Nyligen initierades även provtagningar i en gradient från Stora Asphällan och in i Natura 2000-området Skaten-Rångsen för att även täcka in detta område med månadsvisa mätningar sommartid. Det behöver dock påpekas att den observerade variationen i övergödningsrelaterade variabler som till exempel klorofyllhalt är betydligt större än de små förändringarna som skulle kunna uppstå på grund av utsläpp från SKB:s verksamheter, i synnerhet en bit ifrån utsläppspunkterna. Därför kommer det bli mycket svårt att upptäcka en påverkan och att skilja en observerad förändring från naturliga orsaker.

Inventering av flerårig bottenvegetation skulle kunna göras innan och under uppförandeskedet både i närheten av utsläppspunkterna och i kontrollområden längre bort. Förekomst av snabbväxande fintrådiga alger har en betydligt större inom- och mellanårsvariation som är svår att förutsäga och därmed betydligt svårare att kontrollera i förhållande till kväveutsläppen.

5 Referenser

Danielsson A, 2010. Utvärdering av åtta svenska avloppsreningsverk utbyggda för kväverening. Examensarbete. Luleå tekniska universitet.

EU-domstolen, 2009. EU-domstolen (mål C-438/07). Domstolens dom (tredje avdelningen) av den 6 oktober 2009.

EU-rådet, 1991. Rådets direktiv 91/271/EEG om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse.

Länsstyrelsen i Uppsala län, 2016a. Bevarandeplan Kallriga. Dnr. 511-0986-16 (Vol. 1). Uppsala, Sverige.

Länsstyrelsen i Uppsala län, 2016b. Bevarandeplan Skaten-Rångsen. Dnr. 511-1021-16. Uppsala, Sverige.

Bilaga K:5. Hjerne O, Tröjbom M, Tunbrant S, 2016. Konsekvensbedömning för vattenmiljöer – Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKBdoc 1386598 ver 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Naturvårdsverket, 2014. Rening av avloppsvatten i Sverige. Naturvårdsverket. ISBN978-91-620-8703-6.

Olsson M, Niklasson B, 2012. Tunnelldrivning med pumpemulsion. Erfarenheter av sprängämne, utrustning och laddningsarbete. BeFo Rapport 115. Stockholm, Sverige.

Segerstedt H, 2017. Övergång från hela till segmenterade reaktortankar. SKBdoc 1580501, ver 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Vattenmyndigheterna 2015. Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status – underlag till vattenmyndigheternas förslag till åtgärdsprogram. Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna. Tillgänglig: www.vattenmyndigheterna.se [15 april 2017].

Weimann L, 2014. Utsläpp från tunnelsprängning till ytvatten. Med fallstudier vid Gerumstunneln och Ulricehamnstunneln. Masterarbete. Göteborgs Universitet.

Weisner S, Johannesson K, Tonderski K, 2015. Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket. Analys av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet. Rapport 2015:7.