

# SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

## Sammanfattning

I och med den planerade utbyggnaden av Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) kommer sprängmedelsspill och odetonerade sprängmedel från bergarbeten, liksom en ökad mängd spillvatten (avloppsvatten), att leda till kväveutsläpp i havsområdet utanför Forsmark. Detta dokument (bilaga SFR-U K:16) bemöter 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 utbyggnaden, förändrats i förhållande till vad som angavs i tidigare ingiven bilaga SFR-U K:2.

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 utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret i värsta fall bli cirka 25 ton under ett år, vilket är cirka 20 procent mer än vad som användes för bedömningen i SFR-U K:2. Även 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 överträds.

Sannolikheten för att detta värsta utsläppsår ska inträffa bedöms som liten och skulle i så fall innebära en temporär påverkan. Om inte de mest intensiva bergarbetena under utbyggnaden av SFR skulle sammanfalla med året då bergarbetena är som mest intensiva under Kärnbränsleförvarets åtta år långa utbyggnadsfas, kommer kväveutsläppen att bli betydligt lägre. Dessutom baseras uppskattningarna av kväveutsläppen på ett antal mer eller mindre pessimistiska antaganden som tillsammans leder till en överskattning. Sammantaget tyder detta på att kväveutsläppen från utbyggnaden av SFR, liksom de kumulativa utsläppen tillsammans med Kärnbränsleförvaret, sannolikt blir betydligt lägre än det nya beräknade maxutsläppet på 25 ton. Detta innebär att de tidigare bedömningarna av de ekologiska effekterna som baserades på ett maxutsläpp på 20,6 ton (se bilaga SFR-U K:2) fortfarande gäller.

Utöver de åtgärder som SKB åtagit sig att vidta, har SKB studerat andra skyddsåtgärder och även kompensationsåtgärder. Ingen av dessa andra skyddsåtgärder bedöms i nuläget som rimlig med tanke på osäkerheten om deras effekt i förhållande till kostnaden respektive deras tekniska genomförbarhet. Däremot skulle kompensationsåtgärder kunna vidtas. SKB har fortsatt utredningarna av relevanta kompensationsåtgärder i syfte att begränsa och motverka negativ påverkan från utsläpp av övergödande ämnen till vattenrecipienten. Åtgärderna ska dimensioneras med ambitionen att dessa sammantaget över tid leder till att verksamhetens påverkan blir neutral eller positiv för vattenförekomsten Öregrundsgrepen.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Förutsättningar och antaganden.....</b>	<b>3</b>
2.1	Utbyggd kväverening i reningsverket .....	4
2.1.1	Förändrade förutsättningar för reningsverket.....	4
2.1.2	Utbyggd kväverening.....	5
2.2	Övriga projektförutsättningar och antaganden som påverkar utsläppens storlek .....	7
2.2.1	Förändrade tidsplaner för SFR-utbyggnad och Kärnbränsleförvaret .....	7
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 .....	11
<b>3</b>	<b>Skydds- och kompensationsåtgärder för minskad kvävebelastning på recipienten</b>	<b>11</b>
3.1	Förebyggande åtgärder .....	12
3.2	Skyddsåtgärder .....	12
3.2.1	Reningsverket .....	12
3.2.2	Rening av länshållningsvatten .....	13
3.2.3	Rening av utfyllnadsmassor .....	14
3.2.4	Utsläppspunkt för olika vattenströmmar .....	14
3.3	Kompensationsåtgärder .....	15
3.3.1	Anläggande av våtmark vid Olandsån .....	16
3.3.2	Efterbehandling av avloppsvatten vid kommunala reningsverk .....	17
3.3.3	Strukturkalkning av lerjordar .....	18
<b>4</b>	<b>Slutsatser .....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Kontroll och uppföljning .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>20</b>

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

## 1 Inledning

I och med den planerade utbyggnaden av SFR kommer sprängmedelspill och odetonerade sprängmedel från tunnelarbetena, liksom en ökad mängd spillvatten (avloppsvatten), att leda till kväveutsläpp i havsområdet utanför Forsmark. Utbyggnaden av SFR kan komma att sammanfalla i tid med uppförandet av Kärnbränsleförvaret, som också kommer bidra med liknande kväveutsläpp. I bilaga SFR-U K:2 (Konsekvensbedömning för vattenmiljöer vid utbyggnaden av SFR) bedömdes de övergödningseffekter 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 vattenkvalitén 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 SFR-U K:2. Detta dokument är dels ett bemötande på specifika frågor och synpunkter från remissinstanserna, dels en uppdatering av förutsättningar som, i och med fortsatt projektering för utbyggnaden av SFR, förändrats i förhållande till vad som angavs i bilaga SFR-U K:2.

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 Havs- och vattenmyndigheten 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 SFR-U K:2, fokusera på enbart maxscenariots toppår, vars sannolikhet att inträffa är relativt liten, visas tydligare hur utsläppen och därmed övergödningseffekterna förväntas variera över tid 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 SFR-U K:2. Sedan dess har vissa förutsättningar, som framför allt berör den planerade kvävereningen av spillvatten och lakvatten i reningsverket, förändrats. Dessutom analyseras hur tidsplanerna för utbyggnaden av SFR respektive uppförandet av Kärnbränsleförvaret 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.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

## 2.1 Utbyggd kväverening i reningsverket

I SFR-U K:2 föreslogs att allt spillvatten från de nya anläggningarna liksom lakvattnet från bergupplagen skulle ledas till Forsmarks kärnkraftverks (FKA:s) reningsverk, som förutsattes byggas om med målsättningen om en kvävereningsgrad på 90 procent (oavsett belastning). En 90-procentig reningsgrad är svår att uppnå i befintliga moderna reningsverk (Danielsson 2010) eller att motivera ekonomiskt. Även Havs- och vattenmyndigheten har i sitt remissyttrande (aktbilaga 93) 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 kvävereningsgrad presenteras översiktligt nedan. Dessutom har det tillkommit uppgifter om reningsgraden för kväve i befintligt reningsverk, samt uppgifter 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 för kväve i det befintliga reningsverket (togs i drift 2013) antogs i bilaga SFR-U K:2 ligga på cirka 40 procent. Denna uppgift byggde på erfarenheter från FKA:s tidigare reningsverk, men reningsgraden visade sig vara högre trots att det nya (befintliga) reningsverket inte är specifikt anpassat för kväverening. I genomsnitt låg kvävereningsgraden 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 SFR-U K:2 felaktigt till 2,5 ton, medan den i verkligheten har legat på cirka 6 ton.

I den ursprungliga analysen i bilaga SFR-U K:2 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 ( $2,5 \text{ ton} \times (100 \% - 90 \%) = 0,25 \text{ ton}$ ). 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 utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret.

Nya och mer detaljerade uppskattningar av den framtida spillvattenbelastningen från SKB:s verksamhet ger något lägre kvävebelastning på reningsverket från utbyggnaden av SFR (0,4 ton/år) och från Kärnbränsleförvaret (0,8 ton/år under uppförandeskedet,) än de mer pessimistiska uppskattningar som användes i bilaga SFR-U K:2.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

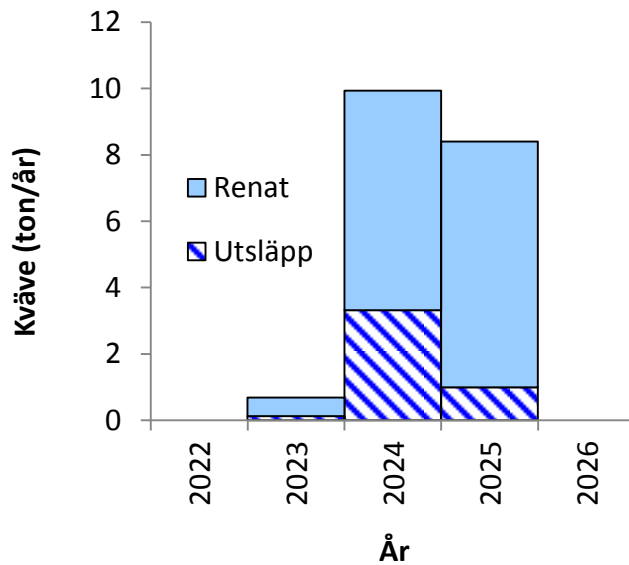
## 2.1.2 Utbyggd kväverening

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<sup>3</sup> per dygn och en kvävebelastning på drygt 10 ton per år, vilket är betydligt mer än nuvarande belastning (cirka 400 m<sup>3</sup>/dygn och 6 ton N/år). Trots denna överdimensionering är det osannolikt att den betydligt större mängden kväve som förväntas under något eller några få år, skulle kunna renas lika effektivt med nuvarande dimensionering och 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.

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 dagsläget 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 utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret med det så kallade **maxscenariot** uppskattats. Den maximala belastningen av spill- och lakvatten från utbyggnaden av SFR på reningsverket uppskattas till knappt 10 ton (år 2024 om utbyggnaden påbörjas 2023), något lägre år 2025 och betydligt lägre under det första utbyggnadsåret, se figur 2-1. Reningsgraden med den utbyggda kvävereningen beräknas generellt ligga omkring 80 procent, men vid en extra hög belastning som om maxscenariots toppår inträffar (då även kvävebelastningen från Kärnbränsleförvaret beräknas vara hög) skulle belastningen av kväve kunna överskrida reningskapaciteten och reningsgraden hamna på 60–70 procent. Den studerade utbyggnaden skulle ändå innebära en överdimensionering under större delen av uppförandeskedet, vilket gör att åtgärden inte blir kostnadseffektiv i relation till reningskostnaden i konventionella reningsverk.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

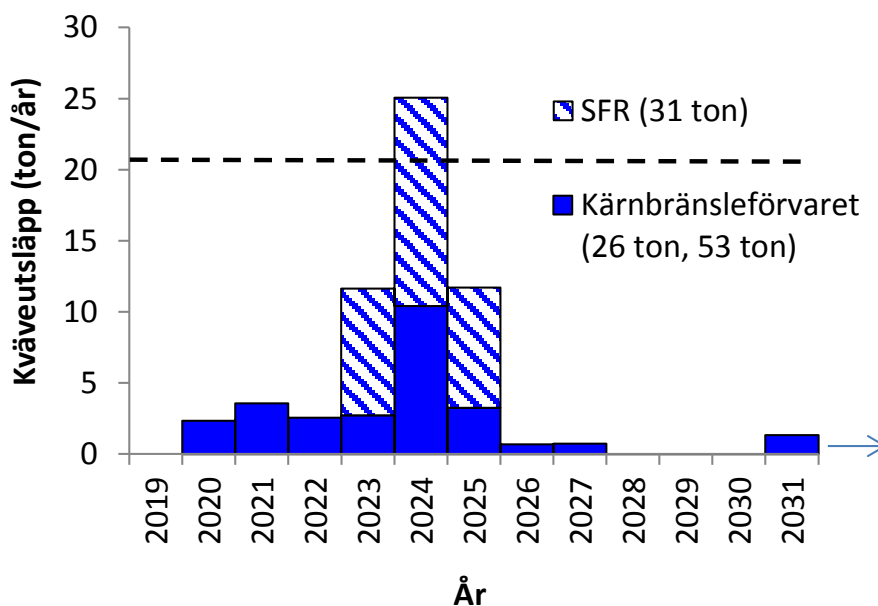


**Figur 2-1.** Staplarna visar den årliga belastningen på reningsverket av spill- och lakvatten från utbyggnaden av SFR. Den ljusblå delen av stapeln visar det kväve som kommer att renas bort i reningsverket, medan den blåvitrandiga visar det kväve som kommer att släppas ut.

Med en utbyggd kväverening för spill- och lakvatten uppskattas de totala kväveutsläppen från utbyggnaden av SFR (spill-, lak- och länshållningsvatten samt utsläpp från utfyllnader med bergmassor) bli knappt 15 ton under det värsta året och lägre under övriga år, se figur 2-2. De ackumulerade utsläppen från hela utbyggnaden av SFR uppskattas till cirka 31 ton. Kärnbränsleförvaret uppskattas, under hela uppförandeskedet bidra med sammanlagt cirka 26 ton under åtta års tid. Om maxscenariots toppår skulle inträffa, uppskattas de kumulativa utsläppen från både SFR och Kärnbränsleförvaret att bli cirka 25 ton detta år. Det är 4,4 ton mer än de 20,6 ton som utsläppen för maxscenariots toppår uppskattades till i bilaga SFR-U K:2. Denna ökning med cirka 20 procent påverkar dock inte slutsatserna att utsläppen har mycket begränsade effekter på vattenkvaliteten och närliggande Natura 2000 områden.



SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder



**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). Den streckade svarta linjen visar storleken på utsläppet (20,6 ton) som användes för bedömningen av de ekologiska effekterna i SFR-U K:2.

## 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 utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret 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 SFR-utbyggnad och Kärnbränsleförvaret

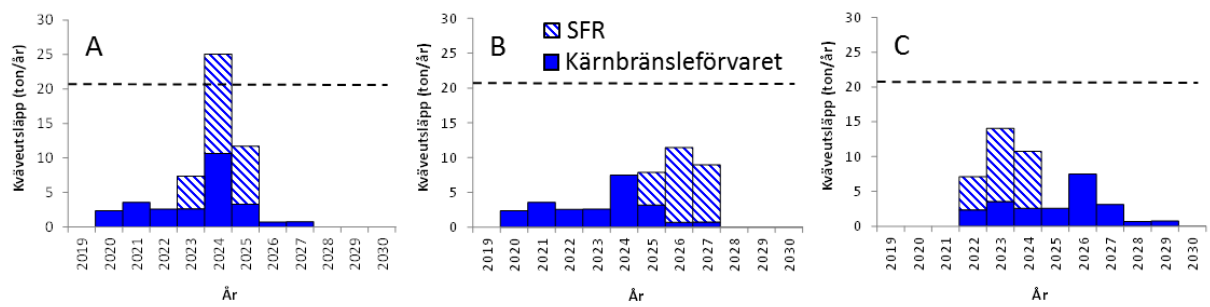
Tidsplanerna för projekten som angavs i SFR-U K:2, innebär byggstart för Kärnbränsleförvaret år 2020 och för utbyggnaden av SFR två år senare (2022), men sannolikheten att byggstarten av projekten kommer att förskjutas i förhållande till varandra är stor. För att inte riskera en underskattning av det 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 i SFR-U K:2 för Kärnbränsleförvaret skulle ha behållits samtidigt som byggstarten för SFR förskjuts till 2023.

Tidplanerna förändras löpande bland annat med hänsyn till framdriften av tillståndsprövningarna och sannolikheten för att detta maxscenario inträffar bedöms 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,

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

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 2022 enligt tidsplanen i SFR-U K:2), 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 SFR-U K:2. 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. Byggbygplanerna i SFR-U K:2 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 SFR-U K:2 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.

## 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 några av dessa antaganden.

### Sprängmedelsåtgång

Uppskattningen av kväveutsläppen från utbyggnaden av SFR (liksom från Kärnbränsleförvaret) baseras på ett generellt antagande om att sprängmedelsåtgången är 2,2 kilogram per teoretisk fast utsprängd bergvolym ( $\text{tfm}^3$ ). I verkligheten varierar



SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

sprängmedelsåtgången och den förväntas bli högre vid drivning av tunnlar med liten tvärsnittsarea och lägre för större tunnlar och bergssalar. Nya mer detaljerade uppskattningar indikerar att sprängmedelsåtgången och därmed kväveutsläppen i synnerhet under utbyggnaden av SFR, men även under uppförandet av Kärnbränsleförvaret, med stor sannolikhet är överskattade. Detta gäller i synnerhet under ett eventuellt toppår när stora bergvolymen från relativt stora tunnlar och bergssalar sprängs ut.

### ***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). Länsstyrelsen har i sitt remissyttrande (aktbilaga 96) framfört att sprängtekniken bör optimeras så att mängden sprängmedelsrester i de bergmassor som kommer att lagras på bergupplaget eller hamnar i länshållningsvattnet 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 länshållningsvattnet och på bergmassorna, 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 länshållningsvattnet 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 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 kväveutsläppen även uppskattats 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). Antagandet 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 ett eventuellt toppår.

### ***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 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

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

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.

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 från reningsverket 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 tunnlarna, 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. Analysen utgår från att reningsgraden och kväveutsläppen är jämnt fördelade under året, men i praktiken förväntas kväveutsläppen under sommaren, och därmed de ekologiska effekterna, bli mindre än analysen visar.

### ***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.

### ***Slutsatser om pessimistiska antaganden***

Flera av antagandena om utsläpp av kväve är pessimistiska. Framför allt är sannolikheten att toppåren för utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret ska sammanfalla liten, vilket innebär att året med maxbelastning på reningsverket sannolikt inte kommer att inträffa. Därmed bedöms reningsgraden med den utbyggda kvävereningen inte någon gång nämnvärt understiga 80 procent.

## **2.3 Uppdatering av bevarandeplaner för Natura 2000-områden**

Länsstyrelsen i Uppsala län har uppdaterat bevarandeplanerna för de båda Natura 2000-områdena Skaten-Rångsen och Kallriga (Länsstyrelsen i Uppsala län, 2016a, 2016b), efter det att SKB lämnade in kompletteringen om konsekvensbedömningen för vattenmiljöer (bilaga SFR-U K:2). 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*

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

*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 skarpa. Ett exempel är att formuleringen *ingen ökning av näringsstillförsel av något slag får ske* har ändrats till *ingen betydande ökning av näringsstillförseln 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 kvävereningsgraden i reningsverket antas bli lägre än de 90 procent som förutsattes i bilaga SFR-U K:2. 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 SFR-U K:2. Med en sådan ökning är bedömningen dock fortfarande 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 överskrids. Sannolikheten för att detta toppår ska inträffa bedöms som liten. Ett enskilt toppår innebär dessutom en temporär påverkan och kväveutsläppen från de båda förvararna under resten av uppförandeskedena, 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 förväntas en lägre sprängmedelsåtgång per volym utsprängt berg för både utbyggnaden av SFR och under Kärnbränsleförvarets uppförandeskede. Detta betyder att kväveutsläppen från utbyggnaden av SFR, liksom de kumulativa utsläppen tillsammans med Kärnbränsleförvaret, i synnerhet under ett eventuellt toppår, sannolikt blir betydligt lägre än det nya beräknade maxutsläppet på 25 ton. Detta innebär att de tidigare bedömningarna av de ekologiska effekterna som baserades på ett maxutsläpp på 20,6 ton (se bilaga SFR-U K:2) fortfarande gäller.

## 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.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

### 3.1 Förebyggande åtgärder

Den billigaste och inledande åtgärd som bör göras är att genom undervisning och information se till att personalen är medveten om hur man med enkla medel kan reducera kväveutsläppen med länshållningsvattnet. Det gäller val av rutiner för att reducera sprängämnesspill och mängd odetonerat sprängämne genom optimeringar av planer och teknikval vid borring och laddning, val av tändföljder etc. Studier vid olika verksamheter där intensiv sprängning förekommer har visat att en hög kunskap och medvetenhet om dessa faktorer kan reducera kväveutsläppen med i storleksordningen 10–20 procent.

### 3.2 Skyddsåtgärder

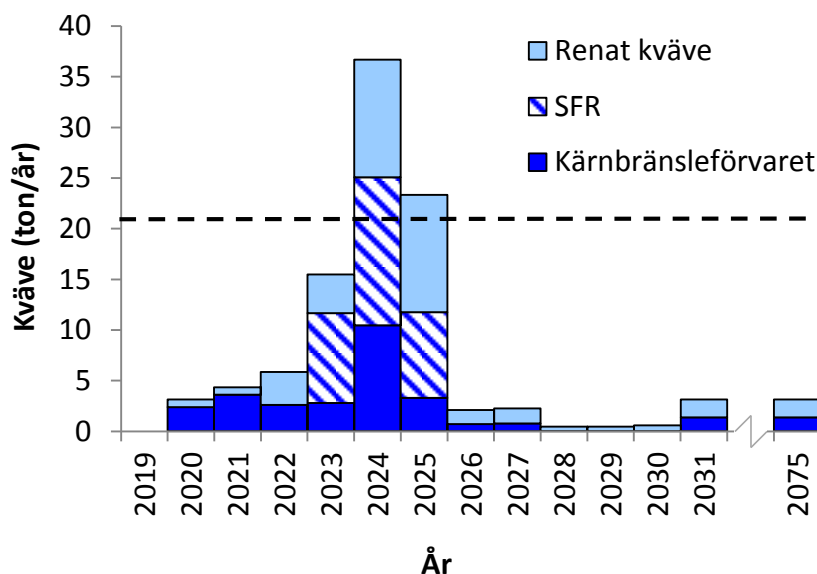
I bilaga SFR-U K:2 redogjordes översiktligt för tänkbara skyddsåtgärder som skulle kunna minska kväveutsläppens storlek. De skyddsåtgärder som föreslogs var att både spill- och lakvatten från SFR-utbyggnaden (och från Kärnbränsleförvaret) ska ledas till FKA:s reningsverk, som byggs ut och anpassas för 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. I avsnitt 3.1.2 och 3.1.3 presenteras de fortsatta utredningarna som visar att tveksamheter i genomförbarhet och effektivitet kvarstår för dessa två skyddsåtgärder. I avsnitt 3.1.4 pekas på en möjlighet att minska lokal påverkan genom att flytta utsläppspunkten för länshållningsvatten.

#### 3.2.1 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 utbyggnaden av SFR och Kärnbränsleförvaret under maxscenariots toppår att uppgå till 37 ton, men med **utbyggd rening** skulle utsläppen bli cirka 25 ton, se figur 3-1. Dessa utsläppsnivåer inträffar dock enbart under ett enda år om maxscenariot skulle inträffa, vilket inte är särskilt troligt. Under de övriga två åren av SFR-utbyggnaden skulle utsläppen bli cirka hälften så stora som under toppåret och betydligt lägre under resten av byggskedet för Kärnbränsleförvaret liksom under dess driftskede (cirka 1,5 ton/år). Utan rening uppskattas de ackumulerade utsläppen under hela byggskedet från båda förvaren till drygt 90 ton, men med rening blir det knappt 60 ton, varav 34 ton från utbyggnaden av SFR. Detta är jämförbart med uppskattningen i bilaga SFR-U K:2. Om Kärnbränsleförvarets driftskede räknas in blir de ackumulerade utsläppen istället nästan 20 procent lägre (112 ton mot 134 ton i bilaga SFR-U K:2), vilket beror på att mängden kväve i spillvatten är lägre i de nya uppskattningarna än i bilaga SFR-U K:2. 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 överskrids.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - 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).

### 3.2.2 Rening av länshållningsvatten

Havs- och vattenmyndigheten har påtalat en brist på information kring möjlig kväverening av länshållningsvattnet (aktbilaga 93). SKB har därför utrett möjligheten att rena länshållningsvattnet från utbyggnaden av SFR (och Kärnbränsleförvaret) från kväve.

Kvävekoncentrationerna förväntas bli lägre i länshållningsvattnet än i lak- och spillvattnet, och har uppskattats till mellan 8 och 40 mg/L under utbyggnaden av SFR, varav cirka hälften utgörs av nitrat. I konventionella reningsverk med särskild kväverening understiger sällan kvävekoncentrationen i utgående vatten 8 mg/L. Sedan tidigare (se bilaga SFR-U K:2) har det konstaterats att volymerna av länshållningsvattnen är för stora för att kunna renas i FKA:s reningsverk, även med den planerade utbyggnaden. Den relativt låga kvävekoncentrationen och den höga flödesbelastningen från länshållningsvattnet skulle dessutom späda ut kvävekoncentrationen från övriga källor till reningsverket, vilket försämrar reningsgraden.

SKB har undersökt vilka kvävereningstekniker som används i större infrastrukturprojekt och gruvprojekt i Sverige. Naturliga, seminaturliga eller konstgjorda våtmarker, rening genom infiltration i torvmarker och bevattning av grödor/odlingar är exempel på metoder som används. Dessa reningsmetoder är relativt utrymmeskrävande och är därför inte aktuella för SFR-utbyggnaden p g a det begränsade utrymmet vid utbyggnaden runt Stora Asphällan. Att ta ytterligare naturliga grunda havsområden i anspråk än de som ska fyllas ut enligt nuvarande planering för att etablera reningsanläggningar anses inte motiverat. Exempel på mer tekniskt avancerade lösningar är jonbytes-, membran- och elektrokemiska tekniker, MBBR-tekniken (Moving Bed Biofilm Reactors), bioreaktorer eller mindre beprövade stripping- och kristallisationsmetoder. Dessa reningstekniker kan vara mindre utrymmeskrävande, men har gemensamt att de kräver stora investeringskostnader. Detta är ofta motiverat i till exempel gruvprojekt som pågår under många år, men gör dem mindre lämpliga för utbyggnaden av SFR när en hög reningskapacitet krävs under en kort period.



SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

En begränsande faktor med de flesta av reningsmetoderna är att de framförallt renar bort nitratkväve, men är mindre effektiva för ammoniumkväve. Eftersom knappt hälften av kvävet i länshållningsvattnet antas vara ammoniumkväve kommer den totala reningsgraden därför att bli relativt låg. Dessutom är mängden kväve som hamnar i länshållningsvattnet, processvattenbehovet och volymen inläckande vatten svåra att förutsäga, vilket gör uppskattningarna av kvävekonzentrationen i länshållningsvattnet osäkra. Om effektiva förebyggande åtgärder (till exempel goda rutiner vid sprängarbeten) minskar mängden kväve i länshållningsvattnet blir koncentrationen i länshållningsvattnet lägre, vilket skulle försvåra reningen och försämra kostnadseffektiviteten av skyddsåtgärderna. SKB avser dock även fortsättningsvis att bevaka teknikutvecklingen inom området och bedöma om det föreligger möjligheter att rena länshållningsvattnet.

Sammantaget är bedömningen att osäkerheterna om reningsgrad, brist på lämpliga ytor och stora investeringskostnader gör att rening av länshållningsvattnet knappast kan motiveras för den korta tidsrymd och relativt måttliga kväveutsläpp det är frågan om från utbyggnaden av SFR. Däremot finns goda möjligheter att vidta kompensationsåtgärder som reducerar belastningen på Öregrundsgrepen med en kvävemängd som motsvarar utsläppen från SKB:s verksamhet (se avsnitt 3.3).

### 3.2.3 Rening av utfyllnadsmassor

Utfyllnaderna med bergmassor runt Stora Asphällan vid utbyggnaden av SFR uppskattas innehålla omkring 5 ton kväve som förväntas nå vattenrecipienten. Rening av utfyllnadsmassor skulle kunna erhållas genom harpning/tvättning, det vill säga att de mindre fraktionerna, som innehåller mest kväve, sällas bort innan utfyllnaderna sker. Av de cirka 5 ton kväve som beräknas finnas i bergmassorna till SFR:s utfyllnader, uppskattas omkring 80 procent (cirka 4 ton) kunna avskiljas på detta sätt. Vattnet med det avskilda kvävet måste också tas omhand/renas och beroende på metod som används kan därmed ytterligare kväve nå recipienten. Om detta kvävehaltiga vatten leds till reningsverket kommer uppskattningsvis 80 procent av kvävet kunna renas bort. Det innebär att totalt cirka 65 procent av kvävet kommer kunna renas bort, det vill säga drygt 3 ton av de 5 ton som beräknas finnas i utfyllnadsmassorna. Detta utgör en relativt liten del (cirka 5 %) av de kumulativa utsläppen under utbyggnaden av SFR och uppförandet av Kärnbränsleförvaret. 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.

### 3.2.4 Utsläppspunkt för olika vattenströmmar

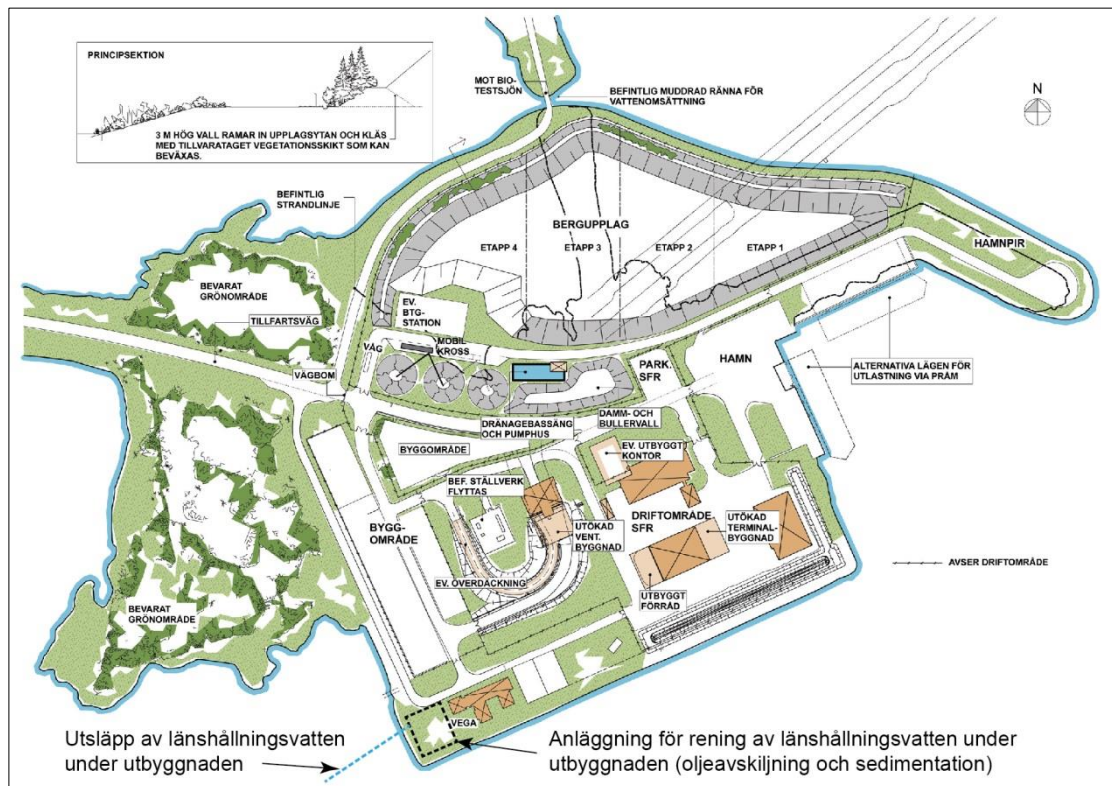
Med nuvarande utsläppspunkt för vatten från reningsverket kommer de kväverester som släpps ut efter rening av spill- och lakvatten att passera in via kärnkraftverkets kylvattenkanal och transporteras med den starka kylvattenströmmen ut i Öregrundsgrepen via Biotestsjöns utlopp. I praktiken innebär detta en transport och utspädning av kväveutsläppen som gör att de lokala effekterna av utsläppen minskar.

Nuvarande utsläppspunkt för länshållningsvattnet från befintligt SFR mynnar ut i hamnbassängen. Om samma utsläppspunkt används när SFR byggs ut kan kvävet i länshållningsvattnet till följd av sprängningarna komma att innebära en lokal påverkan. Under utbyggnaden av SFR planerar därför SKB att flytta utsläppspunkten för länshållningsvattnet. Denna skyddsåtgärd innebär att rening av länshållningsvattnet med avseende på oljerester och partiklar flyttas till den sydvästra delen av Stora Asphällan och att utsläppspunkten flyttas till en mer central del av Asphällsfjärden med hjälp av en cirka 50 meter lång rörledning (se figur



SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

3-2). Skyddsåtgärden bedöms bidra till att begränsa den lokala påverkan från kvävetutsläppen runt Hamnbassängen genom att utsläppet av länshållningsvatten från SFR sugts in mot kärnkraftverkets kylvattenkanal där det transporteras och späds ut i Öregrundsgrepen via Biotestsjöns utlopp.



**Figur 3-2.** Placering av anläggning för rening av länshållningsvatten och utsläppspunkt under utbyggnaden av SFR.

### 3.3 Kompensationsåtgärder

I mark- och miljödomstolens yttrande i mål 1333-11 (sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall) föreslås möjligheten att vidta kompensationsåtgärder för att minska den totala kvävetillförseln till Öregrundsgrepen när skyddsåtgärder bedöms vara ineffektiva ur renings- och kostnadssynpunkt. I sina remissvar avseende utbyggnaden av SFR öppnar flera remissinstanser för att frågan kan hanteras på motsvarande sätt i mål 7062-14 (utbyggnaden av SFR). Havs- och vattenmyndigheten anser till exempel att villkor om kompensationsåtgärder i så fall ska formuleras i tillståndsprövningen utan provotid och att målet med kompensationsåtgärden ska specificeras. SKB har sedan förhandlingen i mål 1333-11 fortsatt utredningarna av relevanta kompensationsåtgärder i syfte att begränsa och motverka negativ påverkan från utsläpp av övergödande ämnen till vattenrecipienten. Åtgärderna ska dimensioneras med ambitionen att dessa sammantaget över tid leder till att verksamhetens påverkan blir neutral eller positiv för vattenförekomsten Öregrundsgrepen.

Här presenteras tre åtgärder som SKB bedömer som genomförbara. Utan att låsa sig vid just dessa tre exempel, visar utredningarna att det finns goda förutsättningar att kompensera för SKB:s utsläpp av kväve till Öregrundsgrepen.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

### 3.3.1 Anläggande av våtmark vid Olandsån

I Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram för Öregrundsgrepen poängteras att problemen med övergödning i detta kustområde är betydande och att ett stort vattenutbyte med utsjön inte räcker för att nå god status med avseende på övergödningsindikatorer, om inte den storskaliga övergödningen i Bottenhavet minskar. De lokala åtgärder som bedöms ha störst potential att minska kväve till Öregrundsgrepen är anläggande av våtmarker och förbättrade enskilda avlopp (Vattenmyndigheterna 2015). Våtmarker i anslutning till jordbruksmark pekas också ofta ut som en av de mer kostnadseffektiva åtgärderna räknat per ton reducerat kväve.

I Forsmarks närområde utgör den jordbruksdominerade Olandsån en av de största kvävekällorna till vattenförekomsterna Kallrigafjärden och Öregrundsgrepen. SKB:s utredning visar att det finns goda möjligheter att anlägga våtmarker i anslutning till Olandsån för att minska de mängder kväve som når fram till havet. Kvävereduktionen i våtmarker varierar dock beroende på flera olika faktorer som kvävehalt, vattenflöde och vattnets uppehållstid i våtmarken, vilket gör det svårt att förutsäga den exakta reningseffektiviteten hos en specifik våtmark. Svenska studier av våtmarker anlagda i anslutning till jordbruksmark visar att en årlig kvävereduktion på 0,5–1,0 ton per hektar våtmarksyta sannolikt kan uppnås om våtmarken utformas så att näringsavskiljning prioriteras (Weisner et al. 2015).

SKB har gjort detaljerade utredningar av möjliga våtmarker längs Olandsåns nedre lopp (figur 3-3). Slutsatsen av dessa undersökningar är att det med stor sannolikhet går att skapa en våtmark med en effektiv yta på fyra hektar, vilket motsvarar en årlig kvävereduktion på 2–4 ton per år beroende på våtmarkens uppnådda effektivitet. Med en beräknad effektiv livslängd på 30–50 år för en våtmark skulle det motsvara en ackumulerad kvävereduktion på 60–200 ton, vilket vida skulle överstiga de ackumulerade utsläppen från utbyggnaden av SFR (31 ton). Utöver kvävereduktion skulle en våtmark tillföra en rad mervärden i form av fosforreduktion, ökade naturvärden och ökad biologisk mångfald. För havet skulle en riktig utformad våtmark även kunna ha betydelse för reproduktion av fisk bland annat gädda, eftersom det inte finns några vandringshinder mellan de potentiella våtmarkerna och havet. I ett lokalt perspektiv kan en våtmark/damm också medföra ökade värden för friluftsliv, jakt och kulturhistoria, i synnerhet som det nästan helt saknas öppna vattenspeglar i området.





SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - 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).*

### 3.3.2 Efterbehandling av avloppsvatten vid kommunala reningsverk

Åtgärden innebär i första hand att projektera och finansiera ett efterbehandlingssteg i form av en teknisk våtmark för att förbättra kvävereningen vid något av de kommunala avloppsreningsverken som använder Öregrundsgrepen som recipient. Effektiviteten är hög för åtgärden, eftersom avloppsvatten håller hög halt av kväve och vattenflödena är kontrollerade och små. Åtgärden minskar tillförseln av kväve genom att rena bort kväve som har sitt ursprung i avloppsvatten och som annars skulle ha transporterats till havet.

SKB har översiktligt tittat på möjligheten att anlägga våtmarker för efterbehandling av avloppsvatten i anslutning till avloppsreningsverken i Alunda och Gimo som använder Olandsån som recipient. I båda fallen är det möjligt att anlägga våtmarker liknande den som byggts i Karö, Östhammar (figur 3-4) där cirka 50 procent kvävereduktion uppnåtts (Peter Ridderstolpe, pers. kom.). De tekniska våtmarkerna skulle kunna utformas i form av ett system av grunda dammar där kvävereduktionen sker när de fylls och töms i cykler. Det efterbehandlade avloppsvattnet samlas upp i en damm och släpps därefter ut i Olandsån.

Beräkningar visar att en våtmark för efterbehandling av avloppsvatten vid något av dessa verk skulle minska kväveutsläppen i Olandsån med 3-4 ton per år. Eftersom den naturliga retentionen av kväve är låg längs Olandsån (<5 % mellan Alunda och havet, SMHI 2018) har det ingen betydelse, med avseende på effekten på havet, vid vilken av orterna åtgärden genomförs. Utöver minskade utsläpp av kväve kan en våtmark för efterbehandling av avloppsvatten även reducera utsläppen av fosfor och exempelvis läkemedelsrester. Väl utformad kan våtmarken och de avslutande dammarna även utgöra en attraktiv parkmiljö i anslutning till samhällena där även dagvatten kan omhändertas i ett separat system.

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder



*Figur 3-4. Ett exempel på ett efterbehandlingssteg är Karö Våtmark som efterbehandlar avloppsvatten från 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.*

### 3.3.3 Strukturalkning av lerjordar

Strukturalkning är en kompensationsåtgärd som genom att förbättra jordstrukturen med hjälp av tillförd kalk, minskar läckaget av i första hand fosfor från jordbruksmark. Åtgärden beräknas ha en livslängd på 10–15 år och utöver minskat fosforläckage medför den ett mervärde för lantbrukaren i form av högre skördar och minskad drivmedelsåtgång (Vattenmyndigheterna 2015). Åtgärdens effektivitet med avseende på kväve är mer osäker, men det förekommer uppgifter om att kväveläckaget skulle kunna minska med i storleksordningen 6 kilogram kväve per hektar. Det saknas dock entydiga vetenskapliga referenser avseende kvävereduktionen för åtgärden.

SKB har utrett möjligheterna till strukturalkning på lerjordar i Olandsåns avrinningsområde nedströms Gimo. I Vattenmyndigheternas sammanställningar (Länsstyrelsen 2018) anges att den sammanlagda arealen som är lämplig för strukturalkning i detta område är minst 1 200 hektar. Intresset för ett strukturalkningsprogram verkar vara stort när SKB har sonderat med intressenter som LRF. Om till exempel 500 hektar strukturalkas, innebär det en kvävereduktion på i storleksordningen 3 ton per år under 10–15 år, under förutsättning att ovanstående kvävereduktion uppnås.

## 4 Slutsatser

SKB avser, som en förebyggande åtgärd, att begränsa spillet av sprängmedel i samband med sprängningarna genom att upprätta goda rutiner för sprängningsarbetet. Som en skyddsåtgärd föreslås att lakvatten från bergguppelaget och spillvatten leds till FKA:s reningsverk som dimensioneras för att kunna rena bort 16 ton kväve per år och klara en utgående kvävehalt på 8 mg/L när den årliga mängden renat kväve understiger 16 ton. Denna åtgärd minskar kväveutsläppen från utbyggnaden av SFR med drygt 30 procent. Med dessa åtgärder bedöms utsläppen endast orsaka mycket begränsade effekter i omkringliggande Natura 2000-områden

SFR-U K:16 Påverkan på vattenmiljöer från utsläpp av kväve från utbyggnaden av SFR - fortsatt arbete med skydds- och kompensationsåtgärder

och inte heller riskera att miljö kvalitetsnormerna i Öregrundsgrepen inte kommer att kunna uppfyllas. Övriga utredda skyddsåtgärder bedöms inte som rimliga med tanke på osäkerheten i deras effekt i förhållande till kostnaden eller deras tekniska genomförbarhet. Däremot skulle kompensationsåtgärder kunna vidtas, som över tid reducerar tillskottet av övergödande ämnen till Kallrigafjärden och Öregrundsgrepen på så sätt att påverkan från utbyggnaden av SFR blir neutral eller positiv för recipienten. Under delar av byggfasen kommer de årliga kväveutsläppen kunna bli större än den årliga kvävereduktionen från kompensationsåtgärder, men detta kompenseras för över tid. Kompensationsåtgärder kan också bidra med betydande mervärden till exempel i form av minskad fosforreduktion, ökade naturvärden och ökad biologisk mångfald, förbättrad fiskreproduktion, ökade rekreativvärden, eller förbättrade skördar, beroende på vilka åtgärder som vidtas. En stor fördel med kompensationsåtgärder som reducerar både kväve och fosfor är att åtgärden kan bidra till minskad övergödning även om produktionen under perioder är fosforbegränsad istället för kvävebegränsad, vilket verkar vara fallet i Forsmarksområdet. Minskade fosforutsläpp kan dessutom minska risken för blomningar av kvävefixerande cyanobakterier som skulle kunna motverka effekterna av kvävereningen. Kompensationsåtgärder blir därmed en mer robust (och kostnadseffektiv) metod att minska övergödningen jämfört med ensidiga åtgärder för att maximera kvävereningen från länshållningsvattnet.

## 5 Kontroll och uppföljning

För att kontrollera hur mycket kväve som kommer att släppas ut, kommer mätningar av kvävekoncentrationer och volymer av utgående vattenströmmar (länshållningsvattnet 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 övergödning relaterade 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.

## 6 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.

**Länsstyrelsen 2018.** VISS, VattenInformationSystem Sverige. Tillgänglig: [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se) [17 maj 2018].

**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.

**SMHI 2018.** Tillgänglig: <http://vattenweb.smhi.se/modelarea/> [17 maj 2018].

**Vattenmyndigheterna 2015.** Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status – underlag till vattenmyndigheternas förslag till åtgärdsprogram. Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna. Tillgänglig: [www.vattenmyndigheterna.se](http://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. Jordbruksverket, Jönköping.