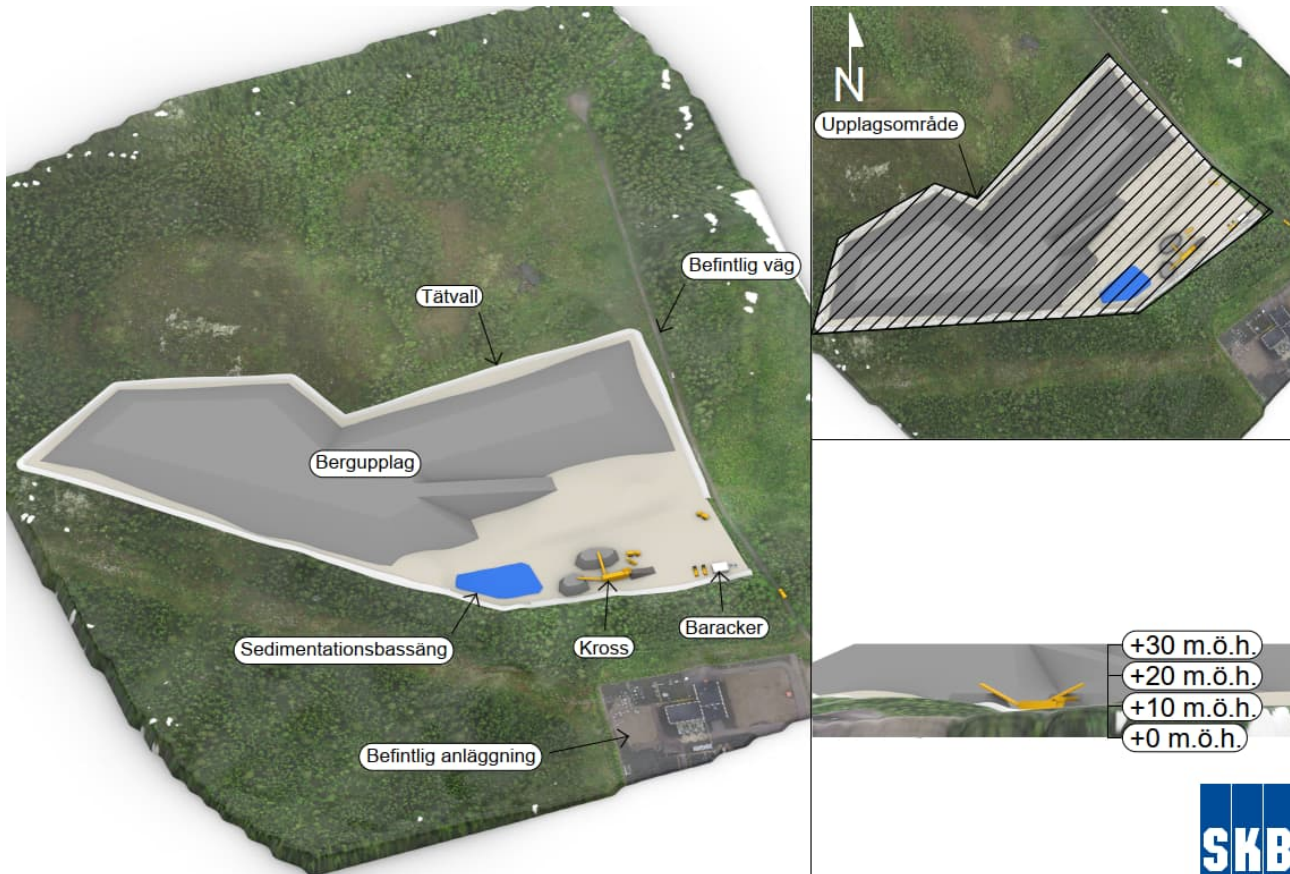


DAGVATTENUTREDNING

FORSMARK, BERGUPPLAG



2025-10-29

REVIDERAD 2025-11-19



DAGVATTENUTREDNING

Forsmark, bergupplag

Uppdragsnamn:	SKB Forsmark bergupplag dagvatten
Uppdragsnummer	10387445
Författare:	Per Norberg
Datum	2025-10-29
Ändringsdatum	2025-11-19
Granskad av	Elin Fransson
Godkänd av	Svensk Kärnbränslehantering AB

Kund

Svensk Kärnbränslehantering AB

Konsult

WSP

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

Kontaktpersoner

ANNIKA MALMER

SKB

PER NORBERG

WSP SVERIGE AB

Innehåll

1	Sammanfattning	5
2	Bakgrund	6
2.1	Syfte	7
2.2	Avgränsningar	7
3	Förutsättningar för dagvattenhantering	7
4	Befintliga förhållanden	8
4.1	Övergripande beskrivning	8
4.2	Topografi	8
4.3	Geologiska förhållanden	10
4.4	Förorenad mark	11
4.5	Hydrologi och grundvatten	12
4.6	Avrinningsområden	12
4.7	Instängda områden	13
4.8	Befintliga dagvattenanläggningar	13
4.9	Recipient och recipientstatus	13
4.9.1	Öregrundsgrepen (WA20826862)	14
4.10	Markägarförhållanden	14
4.11	Dikningsföretag	15
4.12	Områdesskydd	15
5	Framtida förhållanden	16
5.1	Planerade förändringar	16
6	Beräkningar	17
6.1	Beräkningsförutsättningar	17
6.2	Beräkning av dimensionerande flöden	19
6.3	Beräkning av fördröjningsvolym	21
6.4	Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll	22
6.4.1	Befintlig situation	23
6.4.2	Framtida situation med reningssteg	24
7	Skyfall	27

7.1 Skyfall, Framtida förhållanden	28
8 Förslag till dagvattenhantering	30
8.1 Övergripande principer	30
8.2 Beskrivning tekniska lösningar	30
8.2.1 Krossdiken	31
8.2.2 Damm	31
8.2.3 Sedimentationsmagasin/avsättningsmagasin	32
8.2.4 Underjordiska magasin med filterkassett	33
8.2.5 Oljeavskiljare	34
8.3 Dagvattenhantering under byggtiden	35
9 Konsekvenser av föreslagna åtgärder	35
9.1 Konsekvenser avseende MiljökvalitetsNormer för ytvatten	36
10 Slutsatser	36
10.1 Behov av vidare utredning	36
11 Referenser	37
11.1 Tekniskt underlag alt. erhållet underlag från beställare	37
11.2 Publikationer	37
11.3 Övriga referenser	37

Bilaga 1

Beräkningar ur StormTac Web. Höjda schablonhalter för kväve i *bergschakt*, tillägg NH₄-N med höjd schablonhalt för kväve i *bergschakt*.

1 SAMMANFATTNING

WSP Sverige AB har på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB utrett ytvattenförhållandena i ett område där bergupplag planeras vid Forsmark industriområde, Östhammars kommun. Rapporten är en del av underlaget till en ansökan om tillstånd för verksamheten.

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har tillstånd att uppföra slutförvarsanläggningar och har nu påbörjat förberedande anläggningsarbeten i Forsmarksområdet. I dagsläget utreds ett alternativ gällande placeringen av ett bergupplag/deponi för de massor som uppkommer vid anläggande av slutförvarsanläggningarna. Utredningsområdet ligger nära nuvarande kärnkraftsanläggning, väster om Forsmark kärnkraftverk och kallas område 8.

Område 8 uppgår till ca 10,9 hektar och utgörs uteslutande av naturmark. Marken är kuperad och lutar mestadels in mot ett lågzonsområde i mitten samt söderut och delvis österut.

Det finns ett antal lågzoner inom området varav 3-4 är delvis vattenfyllda. Ca 50 meter sydost om området finns en strömriktarstation. Närmaste bebyggelse ligger ca 1 km sydväst om området.

Ca 1,5 km nordost om utredningsområdet ligger naturreservatet Skaten-Rångsen. Skärgårdsområdet är även klassat som ett Natura 2000-område. Befintlig slutrecipient är vattenförekomsten Öregrundsgrepen.

Förändringen av markanvändningen innebär att det dagvattenflöde som genereras i området kommer att öka. De naturliga rinnvägarna i den norra, västra och östra delen av området kommer att förändras då marken behöver utjämnas för att kunna användas optimalt, och en tätvall uppförs för att kontrollera avrinningen. Dagvattnet föreslås genomgå rening, detta planeras ske i sedimentationsdamm. Vattnet i sedimentationsmagasinet ska efter rening pumpas till en våtmark belägen närmare Forsmarks kärnkraftverk. Viss rening kan även ske i diken som uppförs inom anläggningen.

Mellan undersökningsområdet och recipienten finns inga befintliga allmänna dagvattensystem. Behovet av fördröjning anses därmed inte viktigt att prioritera såvida flödesförändringar inte ger upphov till erosion eller till att markanvändningen på kringliggande mark äventyras. Eftersom det renade vattnet avses pumpas till ett andra reningssteg i en våtmark med anslutning till kärnkraftverkets kylvattenkanal kommer befintliga avrinningsområden inte beröras av avrinning från området i normalfallet. Behovet av *rening* innebär att fördröjning av flödena kommer att skapas inom området.

Föroreningsberäkningarna visar att dagvattnets kvalitet försämras om verksamhetsområdet etableras och inga reningsåtgärder skapas för dagvattnet. Höga framtida mängder och halter av kväve är det studerade ämne som påverkar dagvattnet mest. För att minska föroreningar i dagvattnet och att inte riskera negativ påverkan på status i recipienten rekommenderas rening av dagvattnet. Tre typer av reningsanläggningar har modellerats för att uppskatta reningseffekter. Enligt föroreningsberäkningarna kan god rening av dagvattnet genereras om två reningssteg läggs i följd, krossdiken följt av en öppen sedimentationsdamm. Ett ytterligare reningssteg skapas genom att vatten från sedimentationsdammen pumpas till en våtmark.

Planområdets förmåga att hantera skyfall har analyserats översiktligt. Vid de mest extrema regnen är regnförloppet mycket hastigt och intensiteten är mycket hög. Det som behövs då de ordinarie dagvattensystemen går fulla är att det skapas sekundära avrinningsvägar och/eller kontrollerade bräddningsvägar så att överskottsvattnet kan avrinna kontrollerat. En nedströms liggande mosse kan påverkas temporärt vid extremnederbörd. Ingen infrastruktur påverkas enligt analysen. Eftersom de områden som ligger längre nedströms består av ett flertal lågstråk och mossmark görs bedömningen att tillfälliga flödestoppar inte riskerar att skada nedströms liggande områden. Det är även mycket viktigt att inga instängda ytor skapas mot känsliga anläggningsdelar inom undersökningsområdet, så att inget ytavrinnande vatten ska bli stående.

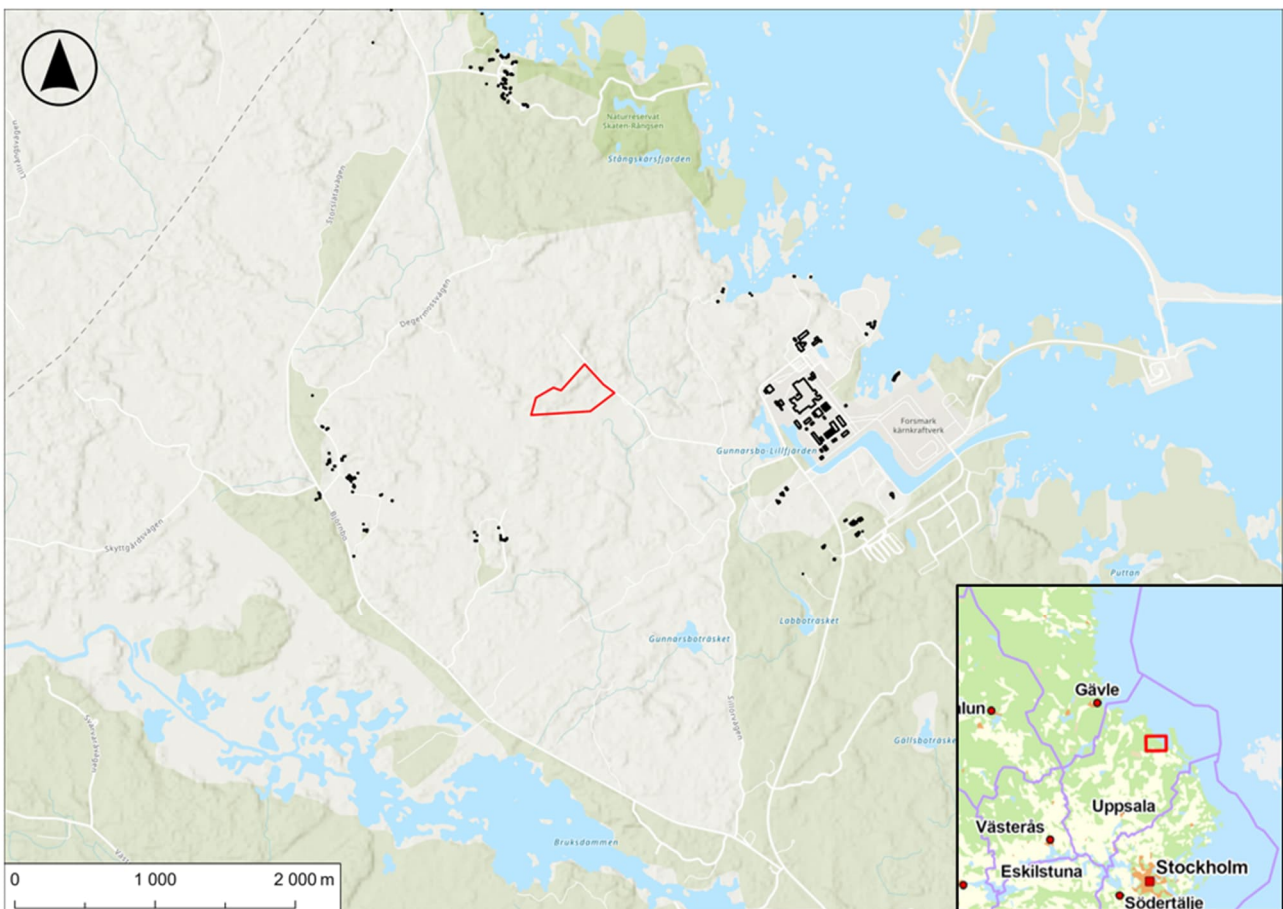
Anläggande av öppna dagvattensystem rekommenderas. Dessa dagvattenanläggningar (exempelvis diken) innebär att en trögare avledning skapas och diken är mer tillåtande till variationer i flöden. Vid projektering och anläggande av dagvattensystem ska bräddningsfunktioner skapas.

Nya dagvattenanläggningar som byggs behöver ha tydliga drift- och underhållsinstruktioner så att renande och avvattnande funktioner kan vidmakthållas över tid. Detta innebär exempelvis rutiner och scheman för sedimentborttagning, slamsugning, byte av eventuella filter, drift- och underhållsrutiner för pump(-ar) och liknande.

2 BAKGRUND

Svensk Kärnbränslehantering AB (benämns fortsatt SKB) har påbörjat anläggande av slutförvar för radioaktivt avfall. Den planerade verksamheten kommer i första hand bestå av att ta emot och lagra bergmassor från utbyggnaden av Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) och slutförvaret för använt kärnbränsle. Även bearbetning av materialet genom krossning och sortering planeras ske på platsen. I dagsläget utreds ett alternativ för bergupplag (område 8). Området ligger ca 1,4 km väster om Forsmarks kärnkraftverk. Syftet med denna utredning är att, utifrån ett dagvattenperspektiv, bedöma den avsedda platsen avseende lämplighet och beskriva konsekvenser då marken tas i anspråk för bergupplag.

Denna dagvattenutredning är ett av flera olika underlag som tas fram för att bedöma lämplighet. Det aktuella området som utreds visas i Figur 1.



Figur 1. Utredningsområde 8, läge väster om befintlig kärnkraftsanläggning, Forsmark.

2.1 SYFTE

I dagvattenutredningen ingår att utreda befintliga dagvattenflöden och avrinningsvägar samt utifrån planen för framtida markanvändning göra uppskattningar om framtida situation avseende flöden, volymer och möjlig dagvattenhantering. Beräkningar angående förändringar i dagvattnets kvalitet görs även. I den översiktliga skyfallsanalysen som görs studeras även eventuell påverkan på intilliggande områden. Syftet med jämförelser mellan befintlig och framtida situation är att beskriva hur den förändrade markanvändningen påverkar dagvattnets rinnvägar, kvalitet och volymer.

2.2 AVGRÄNSNINGAR

I detta PM utreds och beräknas endast dagvattenförhållanden/flöden som berör verksamhetsområdet. Dock redovisas och beskrivs de huvudavrinningsområden som berörs av förändringar i verksamhetsområdet.

Utredningen har inte omfattat juridiska frågor och dess eventuella påverkan på dagvattenhanteringen.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

I denna PM har riktlinjer från Svenskt Vattens publikationer P104, P105 och P110 applicerats gällande beräkningsmetodik och anvisningar.

Dagvatten klassas som avloppsvatten enligt Miljöbalken. I Östhammars kommun ansvarar det mellankommunala bolaget Gästrike Vatten för dricksvattenförsörjning och avloppshantering. Kommunens dotterbolag heter Östhammar Vatten AB. I berört området finns det inga kommunala dagvattenledningar.

Inget dagvatten som uppkommer i aktuellt område kommer att kopplas till allmän dagvattenledning. Det finns inga statliga vägar som berörs längs de aktuella rinnvägarna. Det innebär att inga kommunala krav eller krav från Trafikverket kan ställas gällande fördröjning eller maxflöde. Man behöver dock förhålla sig till att eventuella flödesförändringar inte ska medföra erosion, att nuvarande markanvändning på nedströms belägna markområden inte försämras eller äventyras samt att nedströms naturmiljöer inte tar skada.

I ett område som detaljplaneläggs kommer dagvatten som avleds att i de flesta fall klassas som avloppsvatten enligt Miljöbalken. Anordnande av anläggningar för att omhänderta eller rena avloppsvatten ska anmälas till miljö- och hälsoskyddsnämnden. Kravet att anmäla enligt Miljöbalken samt förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd gäller alltså även dagvattenanläggningar. Anläggningar som ska anmälas är exempelvis oljeavskiljare, brunnsfilter, utjämningsmagasin, torrdammar, översilningsytor och liknande samt ledningar.

Befintlig avrinning berör naturreservatet *Skaten-Rångsen*. Enligt Naturvårdsverkets karttjänst (<https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>) är detta naturreservat även ett Natura2000-område enligt art- och habitatdirektivet. I den framtida hanteringen kommer dagvatten som renats inom området att pumpas vidare mot ett angränsande avrinningsområde; en våtmark belägen närmare Forsmarks kärnkraftverk och kylvattenkanalen. Detta vatten kommer att beröra recipienten *Öregrundsgrepen*, och ha en utsläppspunkt söder om kärnkraftverket, och därmed inte i naturreservatet.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Det aktuella undersökningsområdet ligger vid Upplandskusten, fågelvägen ca 3,9 km nord-nordväst om samhället Forsmark samt ca 13,5 km öster om Lövstabruk. Aktuellt markområde ligger ca 1,3 km väster om befintlig kärnkraftsanläggning vid Forsmark, se Figur 1. Området utgörs av naturmark. I södra delen finns skogsmark. Marken är mycket blockrik. Det finns en enskild väg öster om undersökningsområdet.

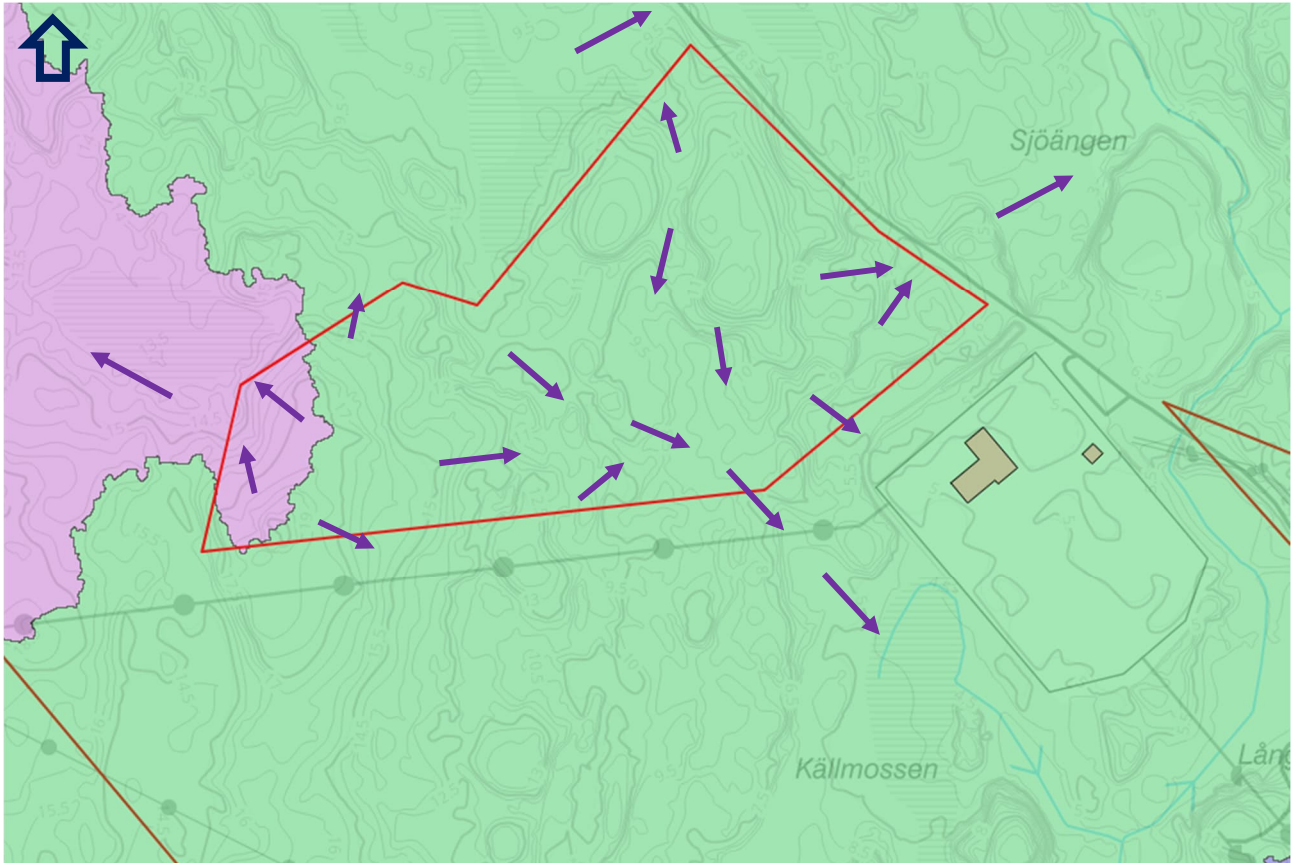


Figur 2. Satellitkarta som visar gränser och markbeskaffenhet i undersökningsområde 8. Befintlig strömriktarstation syns i sydost.
Källa: Scalgo Live.

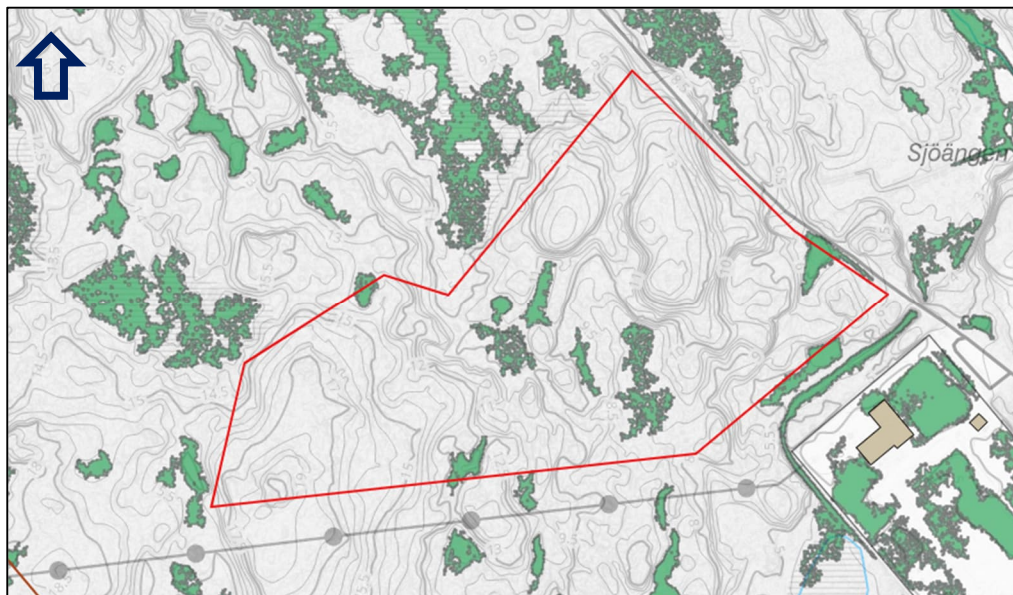
4.2 TOPOGRAFI

Marknivåer som redovisas i detta PM anges i höjdsystem RH2000. Undersökningsområdet ligger på höjdnivåer från ca +4,0 m ö h i sydost, upp till ca + 20,5 m ö h som högst i den västra delen. I östra delen finns ett höjddparti med toppar på 14,5-15 m ö h.

Området innehåller ett flertal mindre lågzoner. Det finns även en större lågzon norr om området, se Figur 4. Aktuellt område ingår i två huvudavrinningsområden, se Figur 3, Figur 5 och Figur 8. Utloppen från huvudavrinningsområdena sker i havet. Avrinning från ca 93 procent av markytan inom aktuellt område sker mot sydost/ost samt söder och från resterande 7 procent av ytan sker avrinning mot väster och vidare mot norr.

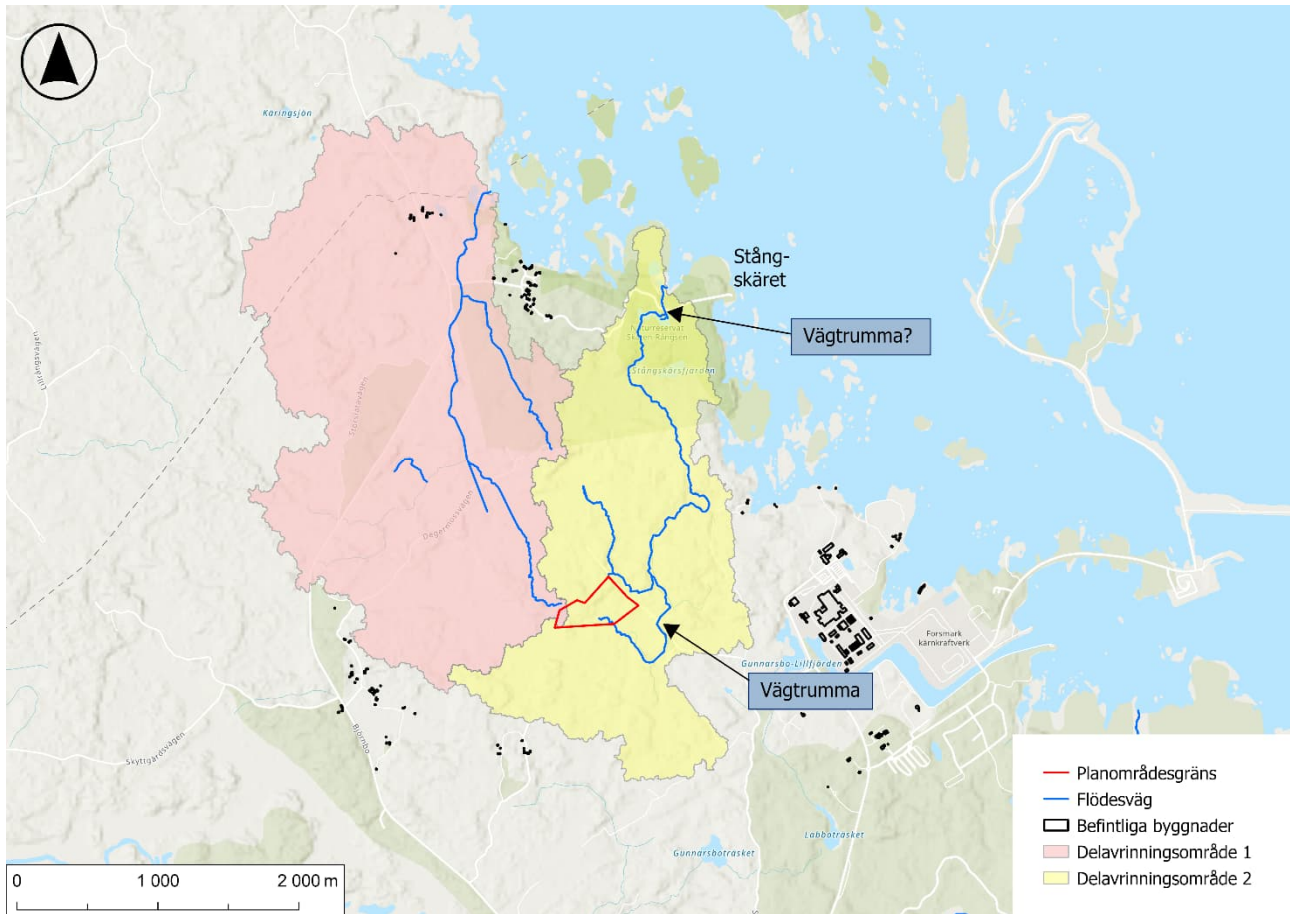


Figur 3. Avrinningsområden och huvudsakliga rinnvägar inom och nära undersökningsområdet. Utlopp i havet, se även fig. 5. Källa: Scalgo Live.



Figur 4. Lågzoner, större än 250 m² (mörkgrönt) samt höjdkurvor inom undersökningsområdet. Källa: Scalgo Live.

Det avrinningsområde som berör 93 procent av undersökningsområdet är ca 394 hektar till storleken. Huvudsaklig avrinning sker först i sydöstlig riktning och sedan norrut. I de yttre delarna av områdets norra och nordöstra del rinner ytvattnet av norrut och österut, sedan sker avrinning norrut, mot utloppet norr om Stångskäret, se gult område i Figur 5.



Figur 5. Huvudavrinningsområden som berör område 8. Blå linjer visar de huvudsakliga rinnvägarna.

Det rödmarkerade avrinningsområdet (område 1) är ca 630 hektar till storleken och utloppet mot havet sker i Rångsefjärden, ca 1,4 km längre åt nordväst, se även Figur 8.

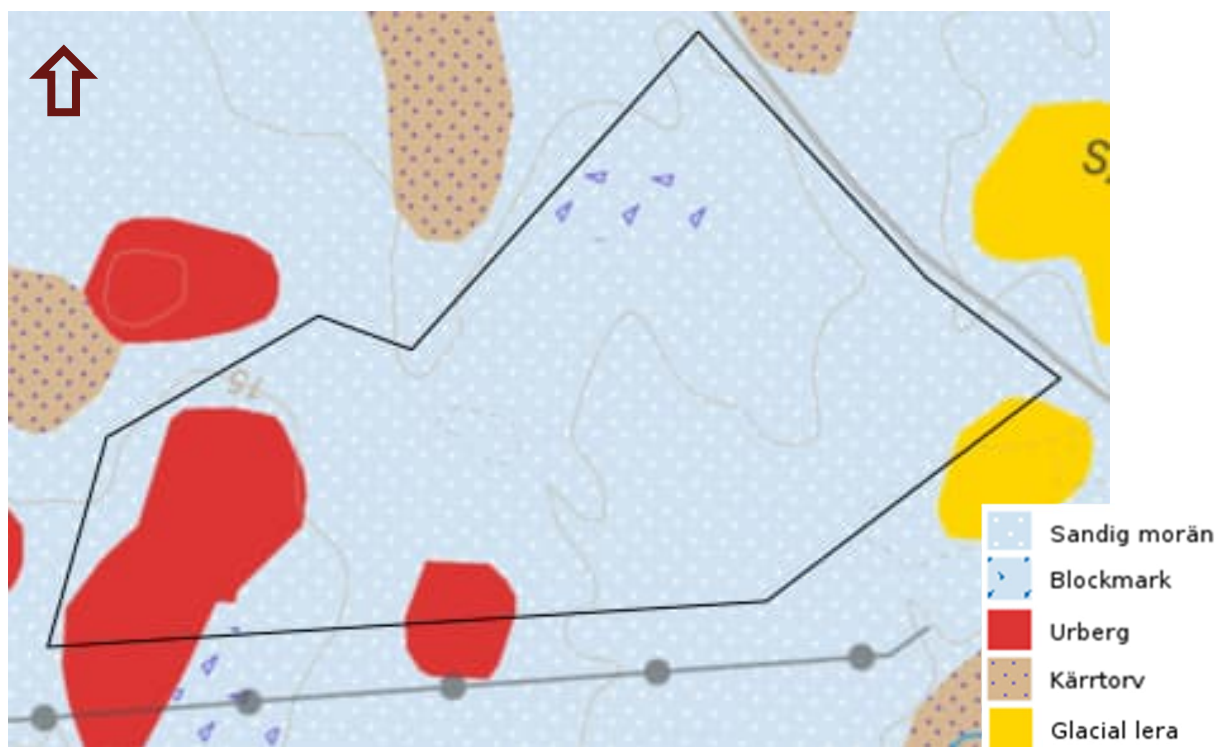
4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Geotekniska undersökningar har utförts i ett större område där större delen av område 8 ingår (MUR, HySkies, Ramböll 2022-07-15). Teknikkonsultföretaget Bjerking AB har utfört en geoteknisk utredning och en Markteknisk undersökningsrapport (MUR) för område 8 under sommaren 2025.

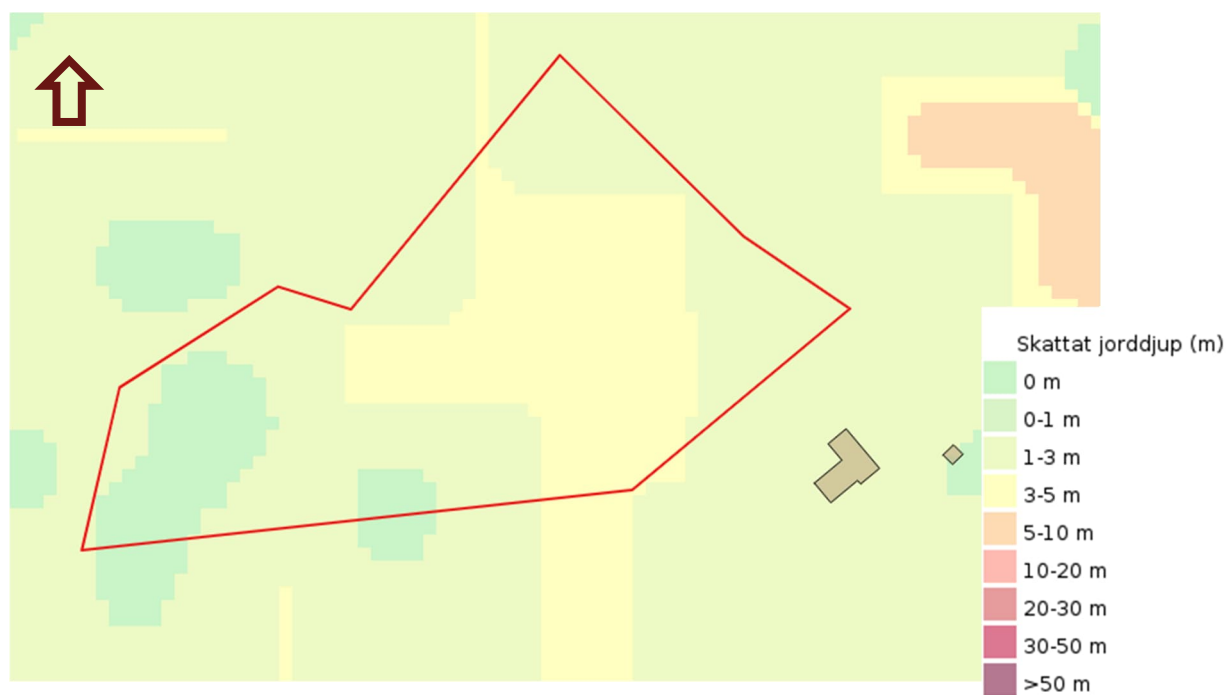
Övergripande angående geologiska förhållanden kan följande nämnas baserat på uppgifter från SGU och från Bjerking's rapporter:

Marken, som ställvis är blockrik, består (under ytskikten) till största delen av sandig morän se Figur 6. Det skattade jorrdjupet varierar från tre till fem meter centralt, och från en till tre meter samt noll till en meter i övriga delar, se Figur 7. Generellt angående jordlagerföljd anges att ett tunt lager humusjord finns överst. Detta följs av ett, ned till 6 meter tjockt lager av friktionsjord, som vilar på berg. I låglänta områden finns torv, humusmaterial eller fyllning som överlagrar lera. Under leran finns friktionsjord (morän) på berg.

Genomsläppligheten är mestadels medelhög. I områden med glacial lera är genomsläppligheten låg.



Figur 6. Jordartskarta. Ungefärliga gränser för undersökningsområde i svart. Källa: SGU



Figur 7. SGU Jorddjupskarta. Källa: Scalgo Live.

4.4 FÖRORENAD MARK

Enligt Länsstyrelsernas EBH-karta finns det ingen utpekad del i eller i närhet till området där risk för förorenad mark föreligger.

4.5 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN

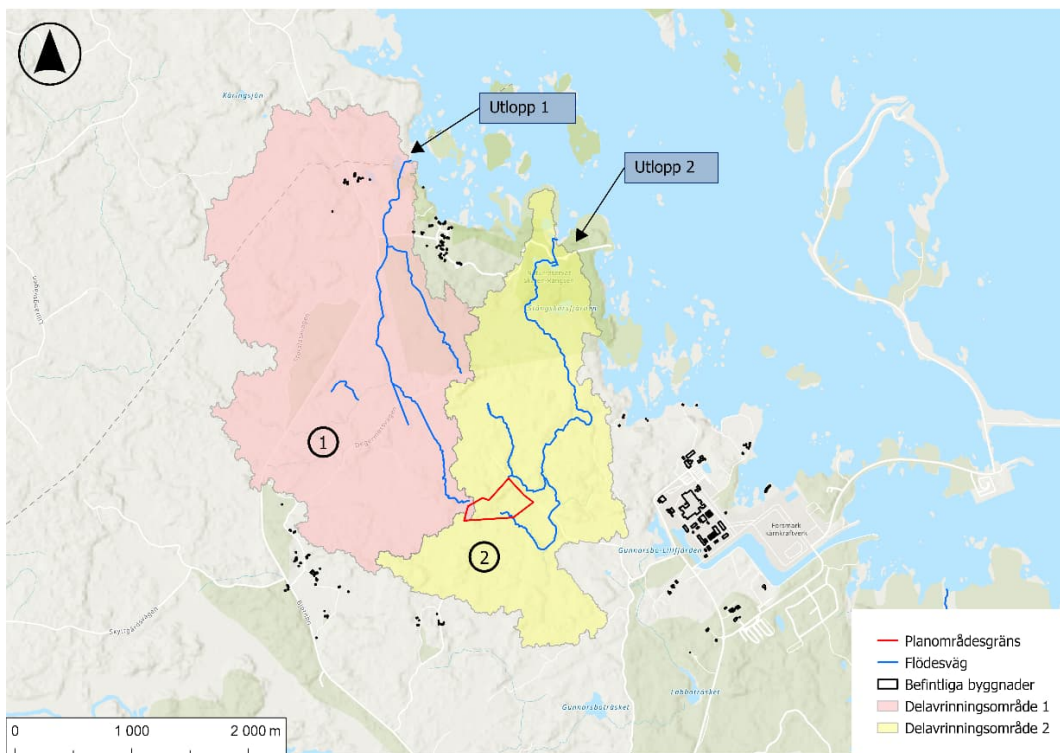
I maj-juni 2022 då konsultföretaget Ramböll gjorde fältundersökningar (HySkies) sattes tio grundvattenrör ut i dåvarande undersökningsområde (delvis i aktuellt område). Enligt MUR HySkies (Ramböll 2022-07-15) har grundvatten observerats på nivåer mellan 0,3–2,4 meter under markytan vid dessa korttidsmätningar (provtagning 2022-06-14). Installerade grundvattenrör har lämnats kvar för framtida mätningar. Bjerking AB anger grundvatten på +10,8 m ö h, ca 0,2 meter under befintlig mark, baserat på nivåer i de rör som ligger kvar sedan 2022.

Inför den miljötekniska markundersökningsrapporten togs grundvattenprover. Den bedömning som gjordes är att det sannolikt inte finns någon sammanhängande grundvattenyta i området. Grundvattnet förekommer troligtvis som ytliga förekomster på berget, samt i eventuella sprickor i berget, som inte nödvändigtvis är sammanhängande.

Grundvattennivåer har uppmätts vid tre nya platser under 2025. I sydöstra delen av området, under påverkan av ett närliggande djupt dike, låg grundvattennivån ca 2,8 meter under marknivån i juni 2025. Vid de två övriga mätplatserna, båda belägna något norr om aktuellt område, låg grundvattennivån 12 cm respektive 36 cm under marknivån. Dessa två punkter ligger i eller i närhet till lågzonsområden. Enligt en konceptuell beskrivning som skapats av SKB, baserad på topografisk analys och de få tillgängliga grundvattennivåmätningarna, kan man förvänta sig att grundvattennivån ligger förhållandevis ytligt vid platsen där sedimentationsdamm föreslås.

4.6 AVRINNINGSSOMRÅDEN

Till följd av markens topografi har två huvudavrinningsområden identifierats i undersökningsområdet. Dessa visas i Figur 8. En översiktlig beskrivning av avrinningsområdena görs nedan. Informationen beträffande marktyper, rinnvägar och avstånd är hämtad från programmet Scalgo Live, som i sin tur samlar denna typ av data från Lantmäteriet, Trafikverket och Jordbruksverket.



Figur 8. Identifierade befintliga huvudavrinningsområden som berör undersökningsområdet.

Delområde 1

Området är ca 630 hektar till storleken och består till allra största delen av naturmark. Ca 79 procent av marken upptas av tät vegetation och på ca 18 procent av ytan är vegetationen gles. Öppen mark utgör 2 procent och ängsmark utgör 1 procent. Övriga ytor i området är berg, vägar och enstaka byggnader. Ca 1 hektar av ytan är vatten. Rinnsträckan från undersökningsområdet till havet är ca 4,4 km. Vattnet passerar ett flertal lågstråk/våtmarker på vägen mot recipienten. Mindre än 100 meter före utloppet till havet finns en sjö, Sandviken, som vattnet passerar.

Delområde 2

Delområde 2 är ca 393 hektar till storleken och består uteslutande av naturmark förutom en strömriktarstation och tillhörande hårdgjord yta som ligger ca 50 m sydost om undersökningsområdet. I området finns även vissa mindre vägar. Delområde 2 innehåller tät vegetation till ca 75 procent. Andelen yta med gles vegetation är ca 20 procent och andel öppen mark är ca 3 procent. Andel vattenyta uppskattas till en procent. Övriga ytor består av vägar och bergyta. Rinnvägen från undersökningsområdets södra del till recipienten är ca 4,5 kilometer. Dagvattnet passerar ett stort antal lågzoner/våtmarker på vägen mot recipienten, bl.a. Källmossen, Sjöängen, Skeppsudden och Dyvikarna. Ca 320 meter innan vattnet rinner ut i havet passeras sjön Bergskärsfjärden.

Antas vattenhastigheten till 0,1 m/s (vilket är standard för naturmarksavrinning) så tar det 12,5 timmar innan vatten från undersökningsområdet når recipienten via delområde 2. Den beräkningen bygger på följande:

- Uteslutande avrinning via naturmark.
- Ett konstant flöde med samma vattenhastighet.
- Samtliga lågpunkter längs vattenvägen är uppfyllda.

Eftersom det förekommer flera lågpunkter där avrinningen mer eller mindre avstannar, är rinntiden svårbedömd. Enligt grundkartan finns det även diken/åar längs ca 1,9 kilometer av rinnsträckan; sträckor där vattenhastigheten kan vara högre än 0,1 m/s.

4.7 INSTÄNGDA OMRÅDEN

Inom undersökningsområdet finns flera mindre instängda områden, se de största av dessa i Figur 4.

4.8 BEFINTLIGA DAGVATTENANLÄGGNINGAR

I undersökningsområdet antas inga tekniska avvattningsystem finnas frånsett en vägtrumma som ligger längs vattenvägen i avrinningsområde 2. Trumman ligger ca 75 meter öster om strömriktarstationen, se Figur 5. Materialet är galvad plåt och dimensionen är 800 mm. Trumman utgör huvudavvattningssvåg för dagvatten som avrinner söderut och österut från område 8

Ca 200 meter söder om utloppet till havet ligger sannolikt en trumma nedströms utloppet från sjön Bergskärsfjärden eftersom en mindre väg korsar vattenvägen där.

4.9 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Slutrecipient för dagvattnet är vattenförekomsten Öregrundsgrepen (beteckning i VISS: WA20826862). Vattenområdet är 410 km² till storleken.



Figur 9. Slutrecipient som berörs. Källa: VISS

Ekologisk och kemisk status för recipienten samt påverkanskällor för status redovisas nedan.

4.9.1 Öregrundsgrepen (WA20826862)

Aktuell status enligt VISS (2024) :

- Ekologisk status - Måttlig
- Kemisk ytvattenstatus - Uppnår ej god

De påverkanskällor (betydande påverkan) som anges i VISS är:

- Reningsverk (Öregrunds avloppsreningsverk, Forsmarks Kärnkraftstation)
- Förorenade områden (Skomakargruvan, Marine Aluminiumtechnic, Anytec Marine AB, Öregrund fiskehamn och gästhamn)
- Transport och infrastruktur (båttrafik)
- Atmosfärisk deposition (belastning Hg, PBDE)
- Diffusa källor (belastning näringsämnen, P, N från omgivande vatten och land)

4.10 MARKÄGARFÖRHÅLLANDEN

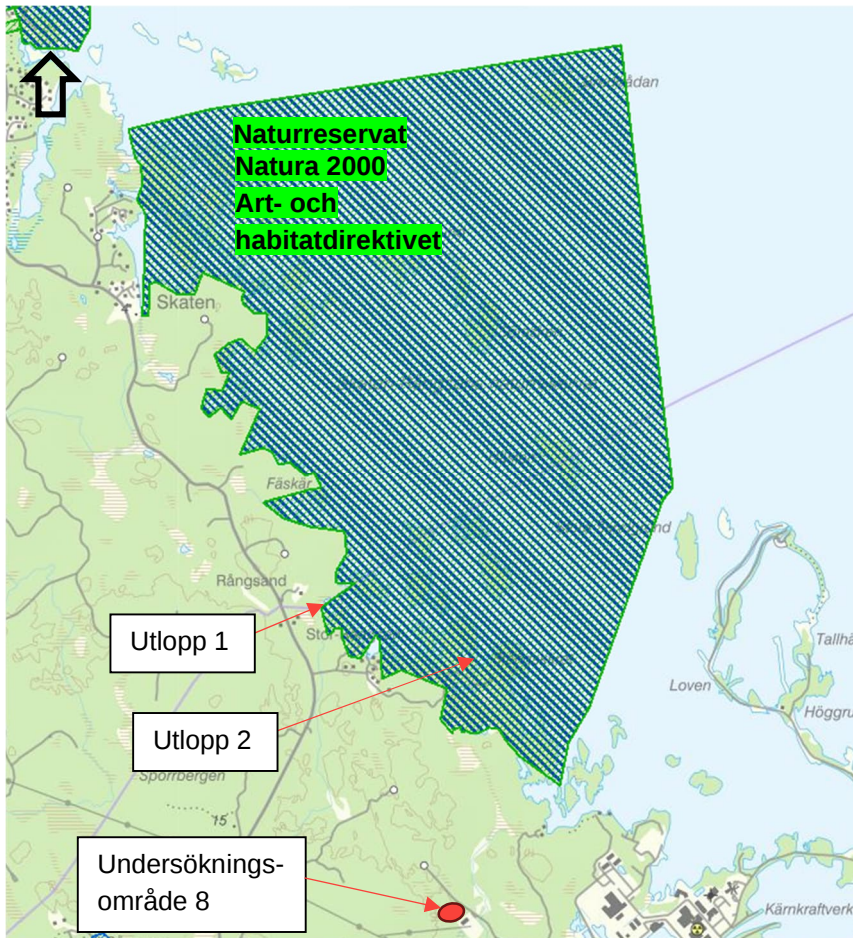
Undersökningsområdet ligger inom fastigheten *Östhammar ÖN 1:1* vilken ägs av Vattenfall Business Services Nordic AB.

4.11 DIKNINGSFÖRETAG

Enligt Länsstyrelsernas GIS-tjänst Uppsala län finns det inga markavvattningsföretag i det aktuella området, och inte heller längs vattenvägarna ut mot recipient.

4.12 OMRÅDESSKYDD

Enligt Naturvårdsverkets karta <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> ingår Skaten-Rångsens naturreservat i ett Natura 2000-område (art- och habitatdirektivet). Utlopp från avrinningsområdena sker mot naturreservatet.



Figur 10. Skaten-Rångsen naturreservat och Natura2000-område. Källa: Naturvårdsverket, [Skyddad natur](https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/)

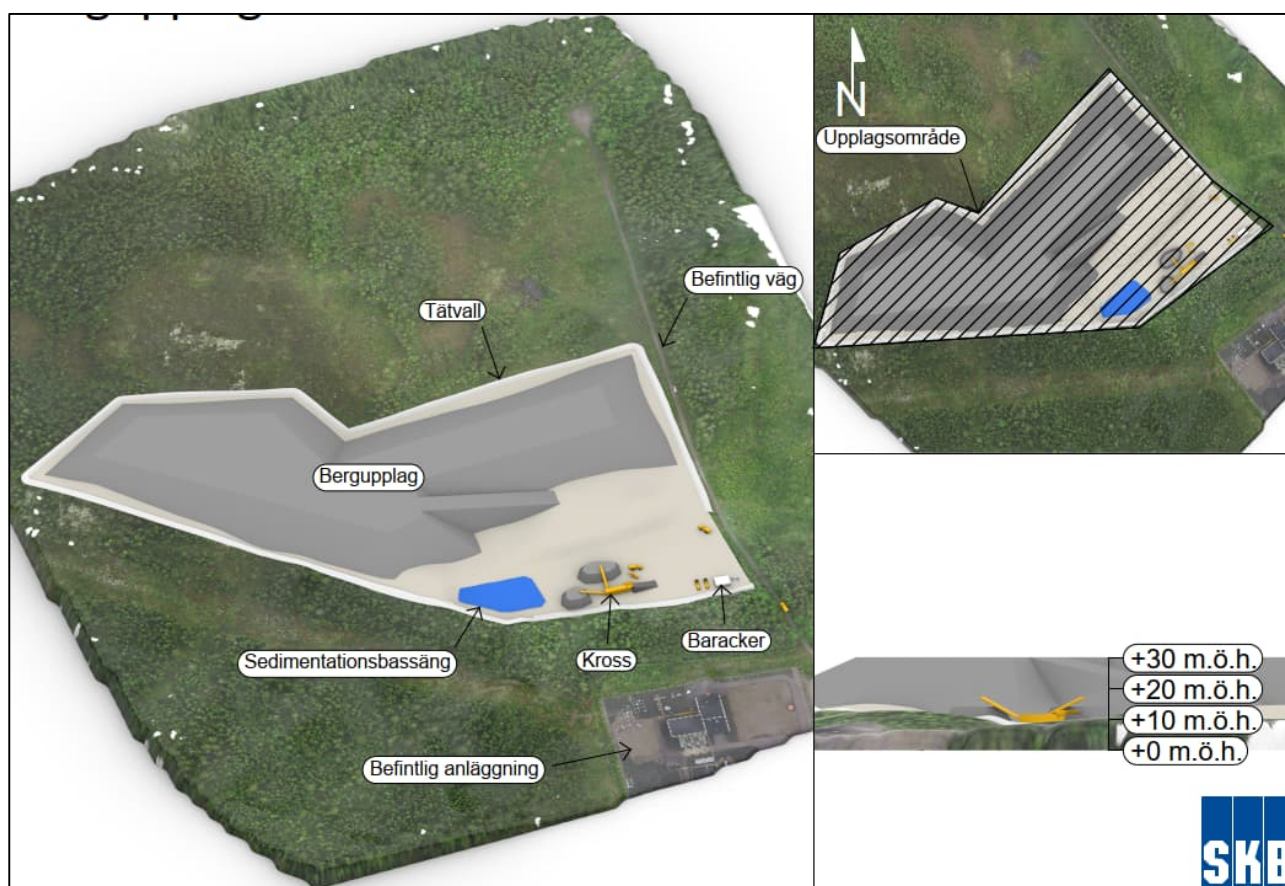
5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

I skrivande stund finns det ett översiktligt förslag till layout för deponin. Layout som studeras i detta skede är framtagna under hösten 2025.

Huvudplanen är att framtida ytor för krossning och sortering planeras till ca + 10 m ö h. Högsta nivå för krossade bergmassor sätts till +30 m ö h. Vissa omfördelningar av schaktmassor och krossat berg kommer därmed att ske i området. Området kommer att innefatta en upplagsyta, en yta för krossning och sortering av stenmaterial samt en yta för bodar och maskiner mm. Baserat på skiss (Figur 11) bedöms procentuell fördelning enligt följande: ca 70 procent deponi/upplag, ca 17 procent yta för mottagning, krossning och sortering av material samt bodar, maskiner mm. I nuläget har ca 3 procent ($\approx 1\,900\text{ m}^2$) avsatts för sedimentationsdamm. Övriga ytor (10 %) är naturmark/diken/tätvall.

Det är möjligt att layouten kommer att justeras och omarbetas fortlöpande under projektets gång. Beräknade dagvattenflöden för framtida situation får i detta skede ses som översiktliga.



Figur 11. Ett skissat förslag på layout. I söder syns sedimentationsanläggning (ytstorlek $\approx 1\,900\text{ m}^2$) i blått. Yta i sydöstra delen är tänkt för krossning, bodar, maskiner, fordon mm.

6 BERÄKNINGAR

För att beräkna befintligt dagvattenflöde inom undersökningsområdet har området delats in i fyra delavrinningsområden, se rinnvägar i Figur 3 och Figur 13. Beräkningar av befintliga dagvattenflöden har sedan jämförts med beräkningar av framtida dagvattenflöden.

Gällande *framtida flöden* och avvattning är det att föredra om all avrinning/avvattning kan ledas till en punkt där rening kan ske, vilket också planeras. I detta fall skissas det på att all avrinning sker mot söder, via sedimentationsdamm, se Figur 11.

Vid föroreningsberäkningar har den webbaserade programvaran StormTac web använts. Programmets funktioner förklaras närmare i kapitel 6.4

6.1 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Valda återkomsttider för flödesberäkningar är 1 år och 10 år. För att beräkna dagvattenflödet från undersökningsområdet före och efter exploatering enligt föreslagen grovskiss till framtida markanvändning har dagvattenflödet beräknats enligt Dahlström (2010)¹ rationella metoden:

$$Q_{dim} = i(t_r) * A * \varphi * kf$$

där:

Q_{dim} = Dimensionerande dagvattenflöde (l/s)

$i(t_r)$ = Dimensionerande nederbördsintensitet (l/s, ha)

t_r = Regnets varaktighet (min)

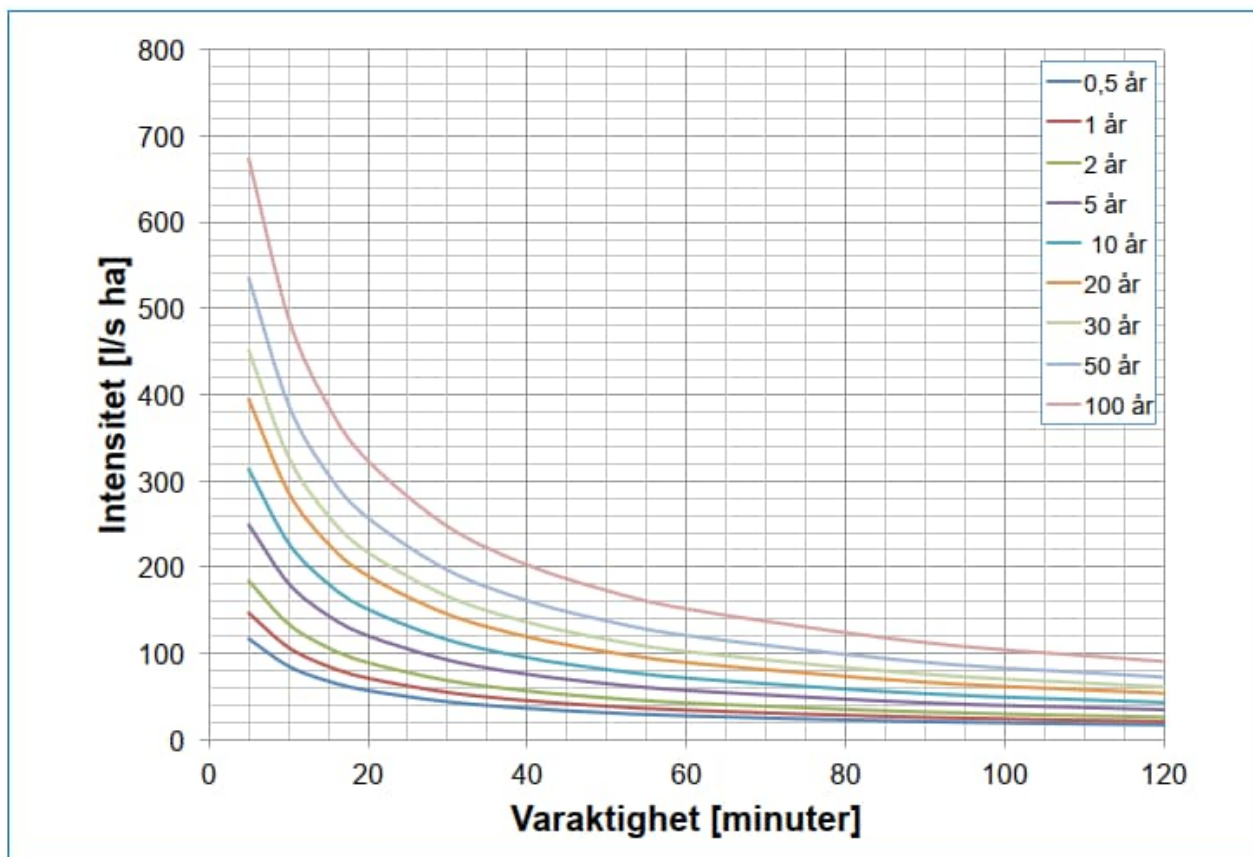
A = Area (m², ha)

φ = Avrinningskoefficient (-)

kf = Klimatfaktor (1,25)

För nederbörd med en återkomsttid av 10 år och med en varaktighet på 10 minuter är den dimensionerande nederbördsintensiteten $i(t_r)$ enligt Dahlström (2010) 228 l/s* ha exklusive klimatfaktor. Svenskt Vatten rekommenderar att en s k *klimatfaktor* appliceras för beräkningar av framtida dagvattenflöden. Klimatfaktorn multipliceras på regnintensiteten och bör vara minst 1,25. Med klimatfaktor 1,25 inkluderat blir intensiteten 285 l/s*ha. Om rinntiden uppgår till mer än tio minuter minskar regnintensiteten kontinuerligt med varaktigheten. Minskning av intensitet sker gradvis var tionde minut enligt principen för blockregn som är en del av beräkningsmetodiken i rationella metoden, se graf som visar sambandet mellan intensitet och varaktighet i Figur 12.

¹Dahlström (2010) enligt *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Publikation P104, Svenskt Vatten 2011.*



Figur 12. Samband mellan regnintensitet och varaktighet, baserat på Dahlströms formel, rationella metoden. Källa: Svenskt Vatten, P110.

För befintlig situation har flöden beräknats exklusive klimatfaktor och för framtida situation inklusive klimatfaktor. Att utföra beräkningar *med* klimatfaktor innebär att man i beräkningarna tar höjd för att framtida regn förväntas bli mer intensiva än dagens. Detta är en följd av att högre utomhustemperaturer leder till att mer fukt kan finnas i de övre luftlagren om lufttemperaturen stiger. De mest intensiva regnen sker därför under sommarhalvåret.

Avrinningskoefficienterna är beräknade enligt riktlinjer i *Publikation P110, Svenskt Vatten 2016* och med beaktande av avrinningskoefficienter i programvaran StormTac web.

Vid en sammanvägning av avrinningskoefficienterna beräknas värdet enligt principen:

$$\varphi = (A_1 * \varphi_1 + A_2 * \varphi_2 + \dots + A_n * \varphi_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$

Valda marktyper och avrinningskoefficienter visas i tabell 1. Summan av de sammanvägda avrinningskoefficienterna multiplicerat med arean ger reducerad area. Reducerad area innebär arean för den faktiska avrinnande ytan.

Tabell 1. Markanvändning och dess avrinningskoefficient.

Typ av yta	Avrinningskoefficient
Vattenspegel (sedimentationsdamm)	1,0
Yta för bodar, maskiner, fordon mm. Krossyta	0,45
Deponiyta upplag	0,3
Naturmark/skogsmark/dikesslänter/vall	0,1

Utifrån illustrationsbild daterad 20250930 beräknas framtida flöden schablonmässigt där fördelningen mellan olika markanvändning är enligt följande:

• Upplagsyta	70 %
• Yta för bodar, maskiner, fordon, krossyta	17 %
• Damm/vattenspegel	3 %
• Naturmark/diken/slänter/vall	10 %

I beräkningarna avseende framtida situation antas att dagvatten rinner av i alla riktningar från bergupplaget. En tätvall förhindrar att dagvatten leds ut i oönskad riktning. Dagvattnet avleds sedan i sydlig riktning och vidare mot planerad sedimentationsdamm. Detta görs för att möjliggöra en samlad plats för dagvattenhantering/rening.

Gällande befintlig situation:

Rinntider inom naturmarksområden där det finns diken, instängda områden och våtmark är mycket svåra att bestämma exakt. I områden med kombinationer av naturmarksavrinning och diken blir vattenhastigheten och därmed dimensionerande regnintensitet svår att exakt avgöra. Beräknade rinntider baseras på följande vattenhastigheter:

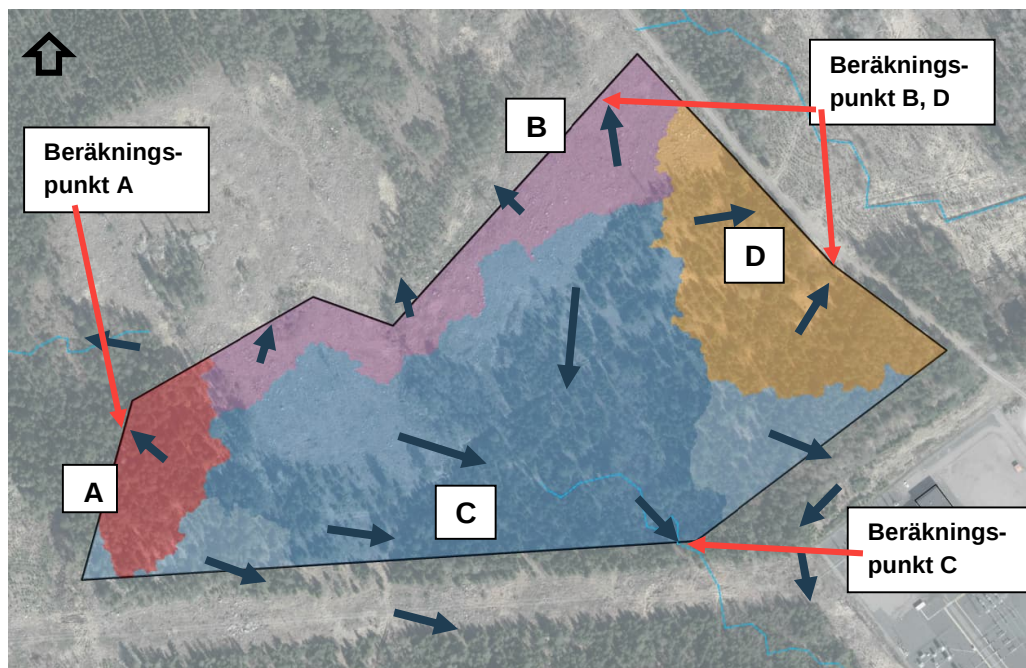
• Naturmark	0,1 m/s
• Dike	0,5 m/s
• Ledning	1,5 m/s

För beräkningarna avseende befintliga flöden har en vattenhastighet på 0,1 m/s valts. Lågpunkter där vattenhastigheten bromsas har inte beaktats. För beräkning av framtida flöden inom verksamhetsområdet har en genomsnittlig vattenhastighet på 0,5 m/s använts.

Vid extrem nederbörd mätas naturmarken gradvis vilket innebär att avrinningskoefficienterna stiger. Uppemot 100 procent av nedfallande regn kan slutligen bidra till flödet vid dessa händelser. Vattenhastigheten kan även stiga där det bildas kanalisering. Inga *beräkningar* har i detta skede utförts för 100-årsregn. I kapitel 7 beskrivs ett sannolikt scenario i händelse av skyfall/extrem nederbörd över området.

6.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Befintliga flöden vid 1- och 10-årsregn för undersökningsområde 8 och som berör huvudavrinningsområde 1 och 2 (se kapitel 4.6 och Figur 8) har beräknats enligt Dahlströms formel ovan och presenteras i Tabell 2.



Figur 13. Delavrinning inom område 8. Område A är del av huvudavrinningsområde 1 med utlopp i havet vid Rångsefjärden , se även figur 3 och 8. Område B, C och D ligger inom huvudavrinningsområde 2. Flödesriktning visas med blå pilar.

Tabell 2. Beräknade befintliga flöden vid 1-årsregn och 10-årsregn exklusive klimatfaktor.

Del- avrinnings- område	Huvud- avrinnings- område	Area	Reducerad area	Längsta rinntid	Regn- intensitet 1-årsregn, vid största flöde (l/s*ha)	Regn- intensitet 10-årsregn, vid största flöde (l/s*ha)	Flöde 1års- regn (l/s)	Flöde 10års- regn (l/s)	Andel av totalyta
		(ha)	(ha)	(min)					(%)
A	1	0,77	0,077	20	71	151	6	12	7
B	2	1,62	0,162	10	107	228	17	37	15
C	2	6,57	0,657	70	45	95	24	50	60
D	2	1,92	0,192	30	71	151	12	25	18

Befintligt flöde mot huvudavrinningsområde 1 är 12 l/s vid 10-årsregnet (delavrinningsområde A). Avrinningen från delavrinningsområde B, C och D leds ihop nedströms undersökningsområdet. Flödesberäkningarna tar inte hänsyn till de lågpunkter som finns inom undersökningsområdet. Lågpunkterna leder till att flödena bromsas upp, och beroende på hur mättade lågpunkterna är när regnet kommer uppstår flöden i olika utsträckning. I delområde C finns en huvudavrinningsväg där större delen av ytvattnet samlas och rinner ut från området. I östra delen av område C sker avrinning ut från området mot strömriktarstationen, nedströms avrinner dagvattnet sedan i samma stråk som område C:s huvudavrinningsstråk. I västra delen av område C sker avrinning ut mot, och över kraftledningsgatan och sedan avrinner vattnet till samma stråk som huvudavrinningsstråket i område C. Östra och västra delen av område C har därför en ljusare blå skraffering i Figur 13.

Eftersom planen är att framtida flöden uteslutande ska ledas till nuvarande lågzonsområde inom delområde C är det flöde som idag uppkommer där som primärt behöver beaktas.

I en framtida situation ökar hårdgjordhetsgraden något, och avrinningen beräknas kunna ske snabbare. Hela området bedöms bidra till dagvattenflödet inom 20 minuter. Framtida dagvattenflöden vid 1- och 10-årsregn inklusive klimatfaktor i området framgår av tabell 3.

Tabell 3. Framtida dagvattenflöden vid 1-års och 10-årsregn, klimatfaktor 1,25 inräknad.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet 1-årsregn inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Regnintensitet 10-årsregn inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde 1- årsregn inkl. klimatfaktor (l/s)	Flöde 10- årsregn inkl. klimatfaktor (l/s)
10	6,36	2,07	134	285	277	590
20	10,88	3,38	89	189	301	639

När tabell 2 och 3 jämförs kan det konstateras att den förändrade markanvändningen som innebär ökad hårdgjordhet leder till ett ökande dagvattenflöde. Flödet ökar även till följd av klimatfaktorn. Vattenhastighet/rinntid inom undersökningsområdet är ytterligare en faktor som bidrar till ökat flöde. I befintlig situation sker en trög avrinning där lågpunkterna bidrar till ytterligare tröghet i avrinningen. I en framtida situation hinner flödet från fler ytor bidra under kortare tid, och eftersom de mest intensiva regnen har kort varaktighet så ökar det momentana flödet i framtiden.

Då dagvattnet från hela området är tänkt att hanteras i södra delen av område C jämförs befintligt flöde som avrinner mot delområde C, 50 l/s (10-årsregn) med framtida uppkommande flöde för hela verksamhetsytan. I kapitel 6.3 görs en beräkning av fördröjningsbehov baserat på att befintligt flöde inte ska öka upp till regn med 10 års återkomsttid.

Den största osäkerheten i ovanstående presenterade resultat av beräkningarna är rinntiderna. När avrinnande dagvatten når en lågpunkt minskar (eller avstannar) vattenhastigheten. Vattnets hastighet kan även öka när avrinningen övergår från naturmark till att ske via diken eller där marklutningen ökar.

6.3 BERÄKNING AV FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Uppgifter om volymens storlek har beräknats baserat på beräkning av flöden från framtida markanvändning enligt tabell 3. Fördröjningsvolymens storlek baseras på förhållandet mellan uppkommande framtida flöde och tillåtet utflöde vid 10-årsregn. Om befintligt största dagvattenflöde (vid 10-årsregn, ca 50 l/s) som avrinner från delområde C inte ska öka vid ett framtida 10-årsregn krävs en effektiv fördröjningsvolym på ca 955 m³. Detta gäller för den hårdgjordhetsgrad (reducerad area) som beräknats enligt Tabell 3.

Tabell 4 visar hur denna volym beräknats.

Tabell 4. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym baserat på befintligt flöde.

Rinntid (min)	Framtida Area (ha)	Framtida Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Maximalt Utflöde (bef flöde 10-års) (l/s)	Erforderlig fördröjning (m3)
10	6,36	2,07	285	590	22	341
20	10,88	3,38	189	639	31	729
30	10,88	3,38	145	490	41	807
40	10,88	3,38	119	402	50	845
50	10,88	3,38	102	344	50	882
60	10,88	3,38	89	302	50	908
70	10,88	3,38	80	270	50	927
80	10,88	3,38	73	246	50	939
90	10,88	3,38	67	225	50	948
100	10,88	3,38	62	209	50	953
110	10,88	3,38	57	195	50	955
120	10,88	3,38	54	183	50	955
130	10,88	3,38	51	172	50	950

Om motsvarande beräkning görs där tillåtet utflöde är 112 l/s, alltså summan av flödet från B, C och D uppgår erforderlig fördröjningsvolym till ca 730 m³.

I kapitel 6.4 har föroreningsberäkningar utförts där bl a storleken på sedimentationsanläggning modellerats iterativt. Sedimentationsanläggningens storlek kan ha inverkan på hur bra reningseffekter som kan uppnås.

Förslag på reningsanläggningar finns i kapitel 8.

6.4 BERÄKNING AV DAGVATNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL

Syftet med föroreningsberäkningar är att uppskatta vilken påverkan förändringen i markanvändning har på dagvattnets innehåll av föroreningar, samt att bedöma hur mottagande recipient och dess miljö kvalitetsnormer kan komma att påverkas.

Föroreningsberäkningar som presenteras i detta PM är baserade på ursprungligt förslag till layout där totalytan var ca en hektar större än den nu aktuella. I nuvarande layout är andelen bergschakt (upplagsyta) procentuellt sett något mindre än övriga valda markschabloner vid jämförelse med tidigare layout. Område för bodar och där krossning av berg sker är något större än i tidigare beräkningar, och även dammytan är något större. Det innebär att de mängder av ämnen (kg/år) som redovisas i följande tabeller sannolikt är högre i nedanstående tabeller än de som de facto uppstår om nya beräkningar skulle utföras. Eftersom fördelningen av markschabloner/markanvändning är förhållandevis likartad jämfört med tidigare fördelning har, i samråd med kund, valet gjorts att behålla tidigare utförda föroreningsberäkningar.

De mängder och halter av föroreningar som planområdet genererar i nuläget och enligt exploateringsförslag har beräknats med verktyget StormTac, version 24.3.1 och redovisas i tabell 5-8. Beräkningar i StormTac utgår ifrån schablonmässiga föroreningshalter för olika marktyper. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficient och area samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. Beräkningarna baseras på en korrigerad

årsnederbörd på 657 mm enligt SMHI:s statistik (1991–2020) för mätstation *Film A* (ca 22 km sydväst om området. Stationen Östhammar ligger på ungefär samma avstånd i sydöstlig riktning). En s.k. korrektionsfaktor för nederbörd används i beräkningarna, och denna uppgår till 1,09. För befintlig markanvändning har schablonhalter för *skogsmark* (98,4%) och *bergyta* (1,6%) valts.

För framtida markanvändning har schablonerna *bergschakt* (79%), *industriområde mindre förorenat* (bodar, plats för maskiner/fordon 9%) *ytvatten* (damm 1%), *grusyta* (krossdiken 7%) och *blandat grönområde* (slänter, övrigt 4%) ansatts för framtida verksamhetsytor.

Storleken för respektive markanvändningstyp för befintlig samt för planerad situation har uppskattats utifrån tillgängligt och erhållet underlag. För befintliga förhållanden har en uppskattning gjorts utifrån satellitkarta och för planerad situation har det grova förslaget på layout använts.

Målet är att för aktuell exploatering minimera ökningen av föroreningsmängderna/halterna efter den förändrade markanvändningen. De riktvärden som studerats avseende koncentrationer är riktvärden i StormTac web. Riktvärden i StormTac bygger på acceptabla halter med hänsyn till recipientförhållanden i region Stockholm.

6.4.1 Befintlig situation

Resultatet av föroreningsberäkningarna för undersökningsområdet framgår av tabell 5 och 6.

Tabell 5. Jämförelse mellan befintlig och framtida föroreningsbelastning (kg/år). Källa: StormTac web.

1	2	3	4
Ämne	Befintlig belastning	Framtida belastning	Behövd reningseffekt för att uppnå bef. belastning
	(kg/år)	(kg/år)	(%)
P	0,34	2,0	83
N	6,8	310	98
Pb	0,052	0,078	33
Cu	0,12	0,52	77
Zn	0,32	1,7	81
Cd	0,0019	0,0059	68
Cr	0,044	0,040	--
Ni	0,055	0,049	--
Hg	0,00014	0,00042	67
SS*	330	680	51
Oil	1,7	12	86
BaP	0,000091	0,00066	86

* SS =Suspended substans

Frånsett krom och nickel (Cr, Ni) kan det konstateras att förändringarna av markanvändningen får till följd att mängderna av de studerade ämnena ökar till följd av att marken exploateras. Ökningen är förväntad eftersom ett, till största delen naturmarksområde, tas i anspråk för verksamhetsytor. Det är även förväntat att en större mängdökning sker för kväve (N) då markschablonen bergschakt har en hög schablonhalt för kväve.

Resultat avseende koncentrationer framgår av tabell 6.

Tabell 6. Jämförelse gällande koncentrationer mellan befintlig och framtida föroreningsbelastning ($\mu\text{g/l}$).
Rött fält innebär att StormTac:s riktvärde överskrids.

1	2	3	4
Ämne	Befintlig belastning ($\mu\text{g/l}$)	Framtida belastning ($\mu\text{g/l}$)	Riktvärde StormTac ($\mu\text{g/l}$)
P	17	48	160
N	340	7 600	2000
Pb	2,6	1,9	8,0
Cu	5,8	13	18
Zn	16	41	75
Cd	0,092	0,14	0,40
Cr	2,2	0,98	10
Ni	2,7	1,2	15
Hg	0,0067	0,010	0,030
SS	16 000	17 000	40 000
Oil	83	300	400
BaP	0,0045	0,016	0,030

Beräkningarna visar att 9 av de undersökta ämnena/ämnesgrupperna ökar i halt till följd av exploateringen. Detta är naturligt då ett, till största delen naturområde, tas i anspråk för verksamhetsytor. Kvävehalterna hamnar högt som förväntat. För att kvävehalterna på utgående dagvatten ska bli lägre krävs rening av dagvattnet.

För markschablonen *bergschakt* är schablonhalten för ämnet Kväve 9 500 $\mu\text{g/l}$ i StormTac. Enligt SKB:s egna bedömningar kan kvävehalten vara tiofaldt högre i det utsprängda bergmaterialet. Detta baseras på att sprängt material härrör från tunnelsprängningar där det används mer sprängmedel än vid ytsprängning. Berggrunden vid Forsmark är därtill väldigt hård vilket innebär att det fordras stora salvor vid sprängning.

6.4.2 Framtida situation med reningssteg

De anläggningar som simulerats i StormTac och som redovisas är krossdike följt av sedimentationsdamm. Simulerad damm har en permanent vattenspiegel som uppgår till 960 m² och släntlutning 1:3. Detta innebär att total utbredning för dammen blir 1 100 m² i simuleringen. Permanent vattendjup i simulerad damm är 1,2 meter. Tabell 7-8 visar resultat av simulering (kolumn 4 i tabell 7 och 8).

Beräkningar med höjda schablonhalter för kväve i *bergschakt* (från 9 500 $\mu\text{g/l}$ till 95 000 $\mu\text{g/l}$) samt med ämnet ammoniumkväve tillagt och med ökad schablonhalt i *bergschakt* (från 500 $\mu\text{g/l}$ till 2 000 $\mu\text{g/l}$) bifogas som bilaga.

Tabell 7. Mängder (kg/år) före och efter exploatering samt simulerade reningssteg och reningseffekter. Källa: StormTac web.

1	2	3	4	5
Ämne	Befintlig belastning	Framtida belastning, ingen rening	Framtida belastning, rening via krossdike och öppen sedimentationsdamm	Reningseffekter
	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(%)
P	0,34	2,0	0,82	58
N	6,8	310	77	75
Pb	0,052	0,078	0,0088	89
Cu	0,12	0,52	0,072	86
Zn	0,32	1,7	0,10	94
Cd	0,0019	0,0059	0,0013	77
Cr	0,044	0,040	0,0089	78
Ni	0,055	0,049	0,018	63
Hg	0,00014	0,00042	0,00012	71
SS*	330	680	120	82
Oil	1,7	12	1,0	92
BaP	0,000091	0,00066	0,00020	69

Resultat avseende halter framgår av tabell 8.

Tabell 8. Halter (µg/l) före och efter exploatering samt simulerade reningssteg. Rödmarkerat fält=riktvärde överskrids.

1	2	3	4	5
Ämne	Befintlig belastning	Framtida belastning ingen rening	Framtida belastning rening via krossdike följt av öppen sedimentationsdamm	Riktvärde StormTac
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
P	17	48	20	160
N	340	7 600	1 900	2 000
Pb	2,6	1,9	0,22	8,0
Cu	5,8	13	1,8	18
Zn	16	41	2,5	75
Cd	0,092	0,14	0,033	0,40
Cr	2,2	0,98	0,22	10
Ni	2,7	1,2	0,45	15
Hg	0,0067	0,010	0,0030	0,030
SS	16 000	17 000	3 000	40 000
Oil	83	300	25	400
BaP	0,0045	0,016	0,0050	0,030

Det kan konstateras att reningsanläggningarna leder till att om nuläget jämförs med situation efter rening så sker en höjning avseende 3 av de studerade ämnena (fosfor P, kväve, N, bensoapyréne, BaP). För övriga ämnen sker haltningsminskningar. Om man jämför halter efter exploatering utan rening med halter efter rening så sjunker koncentrationerna för samtliga ämnen. Alla ämnen hamnar under StormTac:s riktvärde. Kväve hamnar nära riktvärdet.

Avseende mängder så sker en ökning jämfört med nuläget för samma tre ämnen (P, N, BaP) om jämförelse görs mellan nuläge och situation efter rening.

I simuleringen har det även testats att fördubbla dammens storlek jämfört med simuleringen ovan. Resultatet visar marginella förbättringar avseende reningseffekt för vissa av de undersökta ämnena. Exempelvis hamnar kvävehalten på 1 800 µg/l (mot ovan, 1 900 µg/l) om dammen byggs dubbelt så stor. För ämnena bly, koppar, krom samt suspenderad substans sjunker halterna marginellt. Vinsten, i form av ytterligare förbättrad rening med en dubbelt så stor damm är därmed marginell. Eftersom markanvändningen *bergschakt* utgör ca 79 procent av den yta som modellerats baseras resultaten i StormTac till stor del på de schablonhalter för de undersökta ämnena som finns i marktypen *bergschakt*.

Underjordiskt sedimentationsmagasin har även modellerats, men där visar resultaten att kvävemängder och halt sjunker mindre än i exemplet ovan.

När reningssteget *Filtermagasin* körts för området erhålls sämre reningseffekter för kväve än i redovisade resultat ovan. Slutsatsen av detta resultat bör dock inte innebära att rening via filtermagasin ska förkastas i detta skede. Ett filtermagasin kan specialdesignas för att reducera önskade ämnen, såsom exempelvis kväve. De reningseffekter som visas för filtermagasin i StormTac är generella; de baseras på statistik i StormTac:s databas.

Planen är att det vatten som renas i sedimentationsdammen ska pumpas vidare och passera en flisreaktor, samt sedan vidare till en våtmark som står i kontakt med kylvattenkanalen på Forsmark. Från kylvattenkanalen släpps vattnet sedan ut i Öregrundsgrepen, söder om reaktorena. Därvid undviks att leda dagvattnet mot naturreservatet Skaten-Rångsen och Natura2000-området. Den förväntade reningseffekt som kan uppnås i en våtmark framgår av Tabell 9.

Tabell 9 . Generella reningseffekter (%) i våtmark för studerade ämnen. Källa: StormTac web.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Våtmark	50	30	80	55	60	80	60	25	30	85	95	70

7 SKYFALL

SMHI:s definition av *Skyfall* är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan fuktig luft som övergår i vattendroppar slutligen tvärt faller till marken. Detta inträffar i regel när en kallfront rör sig mot ett område där det varit varmt och torrt under en längre tid. Ett skyfall skulle enligt SMHI:s definition exempelvis kunna vara ett 2-årsregn som pågår under väldigt kort tid. Vid ett *extremt* skyfall går eventuella dagvattenledningar samt brunnar fulla och vatten rinner vidare ytledes mot lågpunkter.

Vid extrem nederbörd mätas marken snabbt, och en större del av nedfallande vatten rinner då över markytan. Friktionen mot marken minskar även, vilket leder till att vattenhastigheterna ökar.

I de flesta fall är dagvattenanläggningar inte dimensionerade för att kunna hantera extrema nederbördshändelser. Detta beror på att det oftast inte är ekonomiskt försvarbart att exempelvis dimensionera ledningsnät för regnhändelser som statistiskt sätt inträffar vart hundra år. Generellt brukar områden utformas så att om de tekniska avvattningsystemen slås ut (igensättning eller överbelastning) ska det finnas sekundära rinnvägar, såsom skyfallsleder, längs markytan som tål att stora vattenmängder temporärt leds över dessa samt vidare mot lågzoner. Det kan också vara aktuellt att skapa skyfallsytor som är svackzoner där vattnet kan tillåtas bli stående i väntan på att nedströms dagvattensystem kan ta emot volymerna.

Skyfallshantering handlar således till stor del om höjdsättning av mark. I det tidiga stadium som detta utredningsområde befinner sig i har en generell höjdnivå för det nya verksamhetsområdet (baracker, kross) satts till +10 m ö.h.

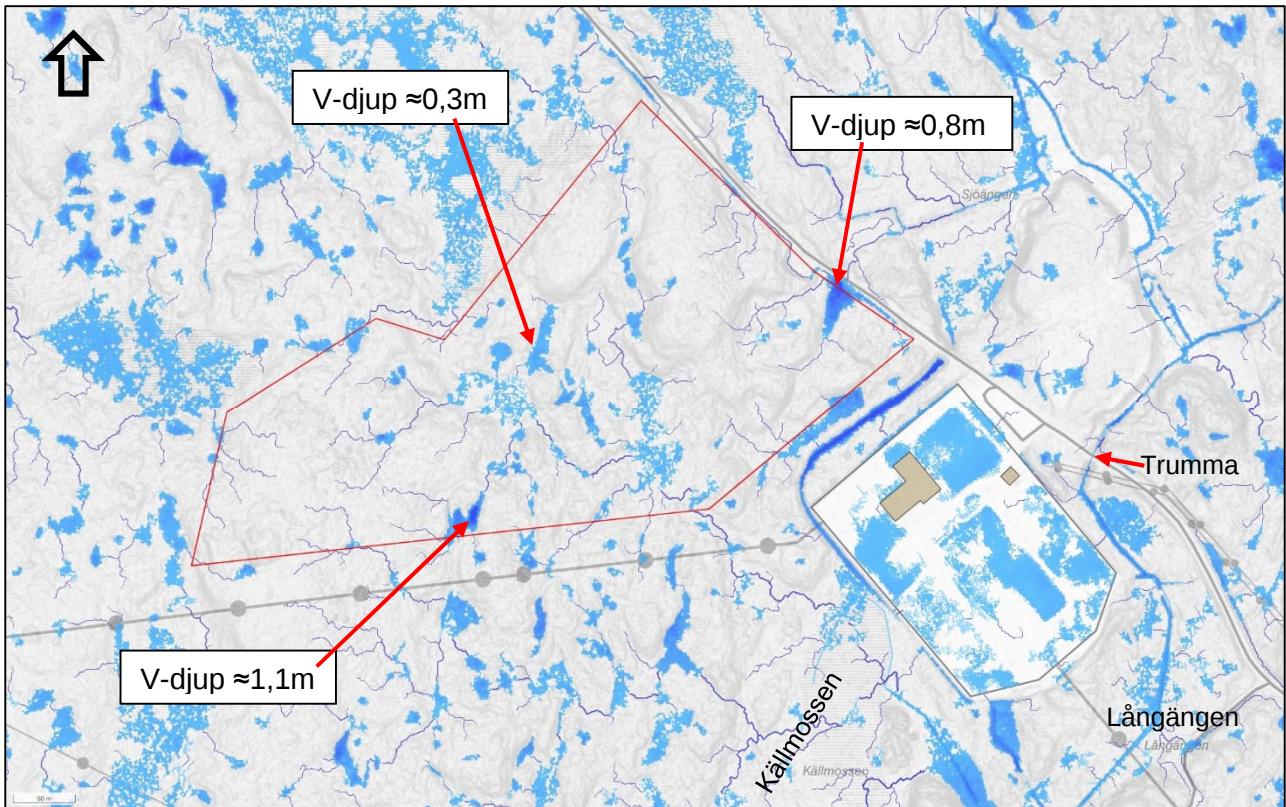
Generellt gäller följande principer för att undvika problem vid skyfall:

- Marken ska luta ut från eventuella byggnader. Boverket och Svensk Vatten anger en lutning på 1:20 (5%) de första tre meterna närmast husliv. Lutningen kan sedan avta.
- Inga nya instängda områden ska skapas.
- Mark ska inte hårdgöras i onödan – d.v.s. om det inte finns skäl till det.
- Om vägar kan tillåtas bli översvämmade temporärt så anläggs dessa på lägre nivå än byggnader. Viktiga vägar (där krav på ständig framkomlighet krävs) behöver höjdsättas så att framkomlighet kan säkerställas även vid extrem nederbörd. För personbilstransporter är det brukligt att max 0,2 meters vattendjup kan tillåtas på vägbanan.

I denna utredning har simuleringsprogrammet Scalgo Live använts för att analysera rinnvägar och lågpunkter vid skyfall. Analysen är en förenklad analys, som innebär statisk skyfallskartering. Avrinningsmodellen i Scalgo är uppbyggd på basis av höjddata från Lantmäteriet med upplösning 1*1 m. I simuleringen kan därmed mindre höjdförändringar som kan påverka rinnvägarna missas. Scalgo tar hänsyn till ytvattenavrinning, men kan även göra ett *schablonmässigt* avdrag för infiltration. Det kan tilläggas att de rinnvägar som visas i Scalgos statiska skyfallskartering avslöjar inte *hur breda* rinnstråken blir.

I Scalgos förenklade analys finns inte någon tidsfaktor för regnförloppet; regnvolymen läggs bara på ytan. Av detta kan slutsatsen dras att de effekter av regn som åskådliggörs i Scalgo förenklade analys innebär att intensiva och kortvariga regn illustreras, alternativt ett värsta scenario under regneventet. I denna utredning har ett regn på 50 mm valts att studera i Scalgo. 50 mm nederbörd som faller *inom 20 minuter* motsvarar något mer än ett klimatanpassat 100-årsregn. Om 50 mm faller inom 10 minuter motsvaras detta av ett regn med ca 250 års återkomsttid. Ett 100-års blockregn med 10 minuters varaktighet motsvarar ca 37 mm nederbörd. Mot bakgrund av detta har en regnhändelse motsvarande 50 mm regn studerats i Scalgo som kan motsvara ett kortvarigt 100-årsregn eller mer, enligt programmets funktioner vid förenklad analys.

Figur 14 visar rinnvägar och vattenutbredning i nuvarande situation vid 50 mm plötslig nederbörd.



Figur 14. Område 8, befintlig situation med simulerad nederbörd 50 mm. Bilden visar situation med schablonmässig infiltration. Källa: Scalgo Live.

Flödesvägarna och lågpunkter motsvarar det som framgår av Figur 3 och 4; man ser i ovanstående figur att det uppstår vattenansamlingar i ett antal mindre lågpunkter inom området. Två av lågpunkterna har vatten djupare än 0,5 m. Det går också att se vattenansamlingar i det dike som finns norr och väster om strömriktarstationen.

Vid ett framtida 100-årsregn i detta område kan det antas att bräddning kan ske från en framtida sedimentationsdamm. Den befintliga infrastruktur som ligger närmast nedströms undersökningsområdet är strömriktarstationen samt hårdgjorda ytor i anslutning till denna. Markhöjden vid strömriktarstationen ligger på ca + 5 m ö h. Runt de hårdgjorda ytorna vid strömriktarstationen finns även det dike som omgärdar norra och västra sidan av det området. Skyfallsvatten från verksamhetsområdet kommer att breda ut sig över Källmossen; naturmarken sydväst om strömriktarstationen. Markhöjderna i Källmossen ligger mellan 0,5 och 1 meter lägre än vid strömriktarstationen vilket innebär att strömriktarstationen inte kommer att drabbas av skyfallsvatten från undersökningsområdet. Flaskhalsen för avrinning är sannolikt den dagvattentrumma som finns vid angoringsvägen öster om strömriktarstationen, se Figur 14 och Figur 5. Vid extrema flöden kan växtdelar och annat bråte föras vidare med skyfallsflödet och detta riskerar att helt eller delvis täppa till vägtrumman.

Eftersom det finns ett stort antal lågzoner och våtmarker längre nedströms kommer en naturlig flödesutjämning att ske gradvis. Huvudsaklig påverkan på nedströms områden vid skyfall är således Källmossen och intilliggande nedströms område Långängen.

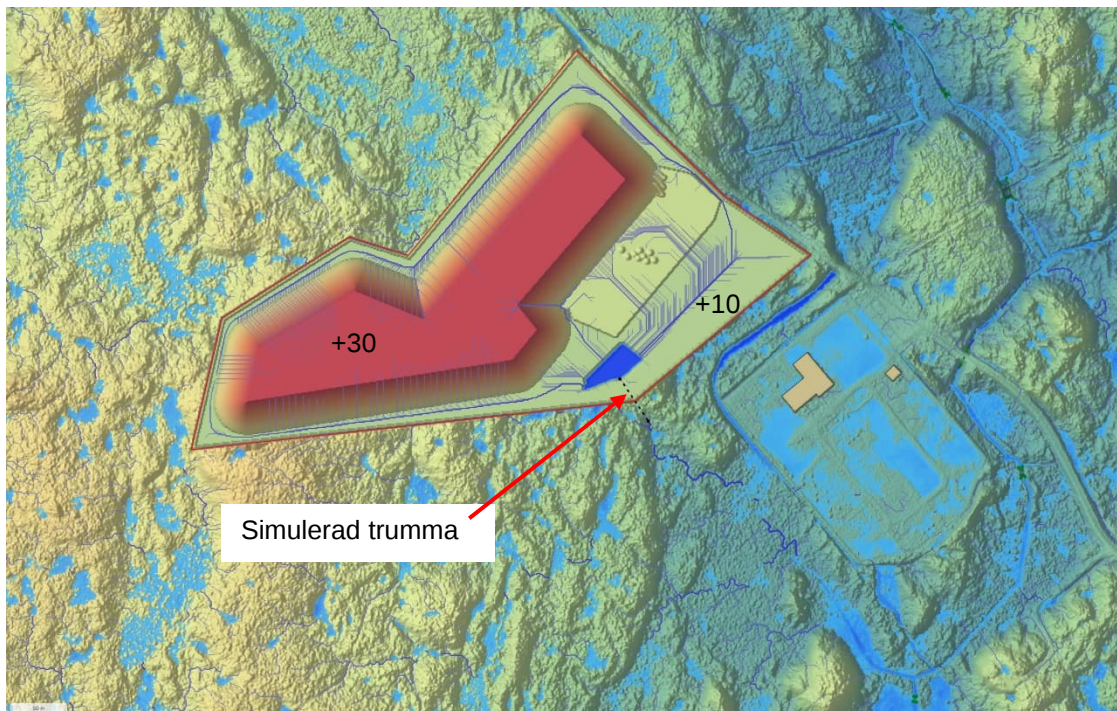
7.1 SKYFALL, FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

För att få en grov uppfattning om framtida avrinning har markyta som ska utgöra krossyta samt yta för bodar och fordon höjdsatts till +10 m ö h inom undersökningsområdet. Yta för upplag har höjts upp till +30 m ö h. En

tätvall runt området har också byggts upp schablonmässigt i modellen. Vallens höjd är i modellen 2 meter högre än verksamhetsytan. En damm med djupet 1,5 meter har simulerats. Syftet med simuleringen är att få en översiktlig uppfattning om hur avrinningen från framtida ytor påverkar nedströms områden vid extrem nederbörd. 50 mm nederbörd är simulerad. Mindre editeringar av marknivåer med något upphöjda nivåer har gjorts vid några platser. Detta leder till att ytavrinning sker i flera riktningar från bergupplaget. Vattnet når sedan sedimentationsdammen, se Figur 15. Från sedimentationsdammen har en dagvattentrumma simulerats; denna trumma skulle kunna utgöra bräddningsväg när dammen når sin högsta tillåtna nivå.

Det ska poängteras att detta är en mycket översiktlig höjdmodell för att skapa sig en uppfattning om hur utströmningen från området förändras i och med att marken förändras i höjdlid och hårdgjordhetsgrad. Krossdiken samt avrinning via dessa är inte simulerad.

När 50 mm nederbörd appliceras efter ovanstående beskrivna editeringar sker generell ytavrinning enligt Figur 15.



Figur 15. Simulering av avrinning efter markförändring. Källa: Scalgo Live

Det kan konstateras att det inte sker några synbara förändringar vid Källmossen eller Långängen, som ligger närmast sydost om område 8.

8 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

I detta kapitel presenteras generella förslag till hantering av dagvatten. Förslagen baseras på grundtanken att det skapas diken och att en sedimentationsdamm ska finnas innan dagvattnet pumpas till avsett våtmarksområde. Beställaren planerar att skapa täta vallar runt området samt bottentätning, så att allt dagvatten/lakvatten i verksamhetsområdet kan kontrolleras.

Exempel på fördelar med dagvattenhantering i öppna system är:

- Öppna dagvattenlösningar ger generellt ett trögare avrinningsförlopp.
- Flödesvariationer kan hanteras bättre i öppna system.

Om möjligt bör således öppna dagvattensystem skapas.

Öppna anläggningar med biologisk rening innebär att växternas förmåga att ta upp näringsämnen tillvaratas. Den typen av anläggningar (t ex. Rain gardens och dammar med växtlighet) ställer dock krav på skötsel för att de hydrauliska och renande förmågorna ska kunna vidmakthållas över tid. Sannolikt kommer system med biologiska reningssteg inte att bli aktuella i detta område, då det är osäkert om regelbunden skötsel av anläggningarna blir verklighet.

8.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

1. Vägar och annan infrastruktur ska placeras på höjdparter – lågstråken reserveras för dagvattenhantering.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom i första hand att undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom infiltration och/eller fördröjning.
3. Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom rening innan dagvattnet når recipient.

I kapitel 6.3 finns beräkningar som visar vilken fördröjningsvolym som krävs för att dagvattenflödet, upp till 10-årsregn inte ska öka ut från området. I detta område är bedömningen att *kvaliteten* på utgående dagvatten bör vara styrande för vilka typer av anläggningar som kan bli aktuella. Eftersom recipienten är havet så behöver inte fördröjning ske för att kvarhålla volymer utifrån kapacitet i ett ledningsnät eller motsvarande. Fördröjning kan emellertid bli en följd av att reningsanläggningar anläggs. Det bör även säkerställas att flöden anpassas så att riskerna med erosion till följd av ökade flöden inte ökar. Eftersom vatten från sedimentationsdammen avses pumpas vidare kommer inget ökat dagvattenflöde påverka nedströms topografiska avrinningsområde.

8.2 BESKRIVNING TEKNISKA LÖSNINGAR

De anläggningstyper som studerats och beräknats avseende reningseffekter i denna utredning är följande:

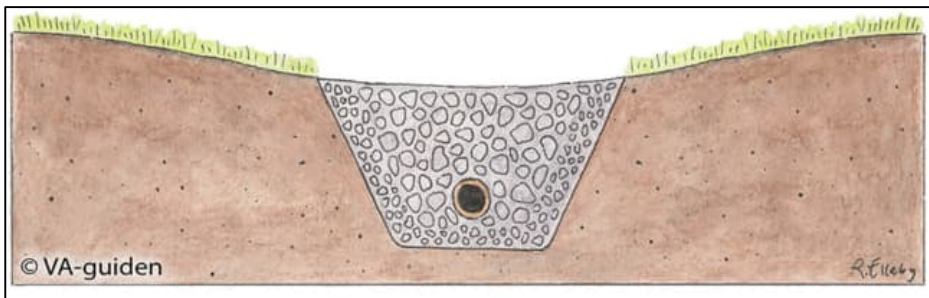
- Krossdiken
- Damm utan växtlighet
- Sedimentationsmagasin/avsättningsmagasin

Utöver detta har fakta kring underjordiska magasin med filterkassett inhämtats. Oljeavskiljare beskrivs även i kapitel 8.2.5.

Det bör även nämnas att om ett reningssteg efterföljs av ett annat så väntas den totala reningseffekten enligt beräkningsprogrammet StormTac att bli bättre än "1+1".

8.2.1 Krossdiken

Krossdiken (eller makadamdiken) kan anläggas som helt eller delvis fyllda med makadam, när dagvattnet infiltreras renas det genom mekanisk filtrering mellan stenar och grus, vilket hjälper till att avlägsna föroreningar och sediment. I botten av krossdiket anläggs en dränledning som leder infiltrerat dagvatten vidare till dagvattenledning, vattendrag eller magasin, etc. Porvolymen i makadamdiket (ca 30 %) kan användas som temporär magasinvolym, vid höga flöden kan övre ytvolumen utgöra en fördröjningsvolym så länge diken inte anläggs med för brant lutning. Risken för igensättning och eventuella problem att avlägsna ackumulerad sediment bör beaktas. Makadamdiken kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till vägar och parkeringar. Krossdiken är en naturlig och kostnadseffektiv lösning för att hantera dagvatten och kan bidra till att öka biodiversiteten genom att skapa livsmiljöer för växter och djur. Dikena kan byggas täta eller delvis täta.



Figur 16. Principuppgbyggnad krossdike. Källa: VA-guiden

Kross-/makadamdiken avskiljer ungefär 50–90 % av större partiklar (> 1 mm) och föroreningar bundna till dessa. För lösta ämnen avskiljs ungefär 10–20 %. Reningseffekterna för krossdiken är avsevärt bättre än för gräsdiken, dock kan underhåll av krossdiken vara något mer krävande än underhåll av gräsdiken.

För att avvattningen ska fungera utan att vatten blir stående bör diket luta ca 5 promille eller mer.

Det krossdike som simulerats i StormTac är 0,6 meter djupt. Dikets effektiva volym (hålrumsvolym) blir ca 1/3 av den totala volymen eftersom vattnet uppehåller sig i hålrummen mellan stenarna. Om krossdiken omsluter hela området kommer en total dikeslängd på ca 1 400 meter att skapas i område 8.

I programmet StormTac har krossdiken simulerats som första reningssteg, följt av en öppen sedimentationsbassäng (damm utan växtlighet). För att säkerställa rening i två steg bör krossdiken anläggas täta i detta område, så att inget förorenat vatten "läcker ut" ur diket.

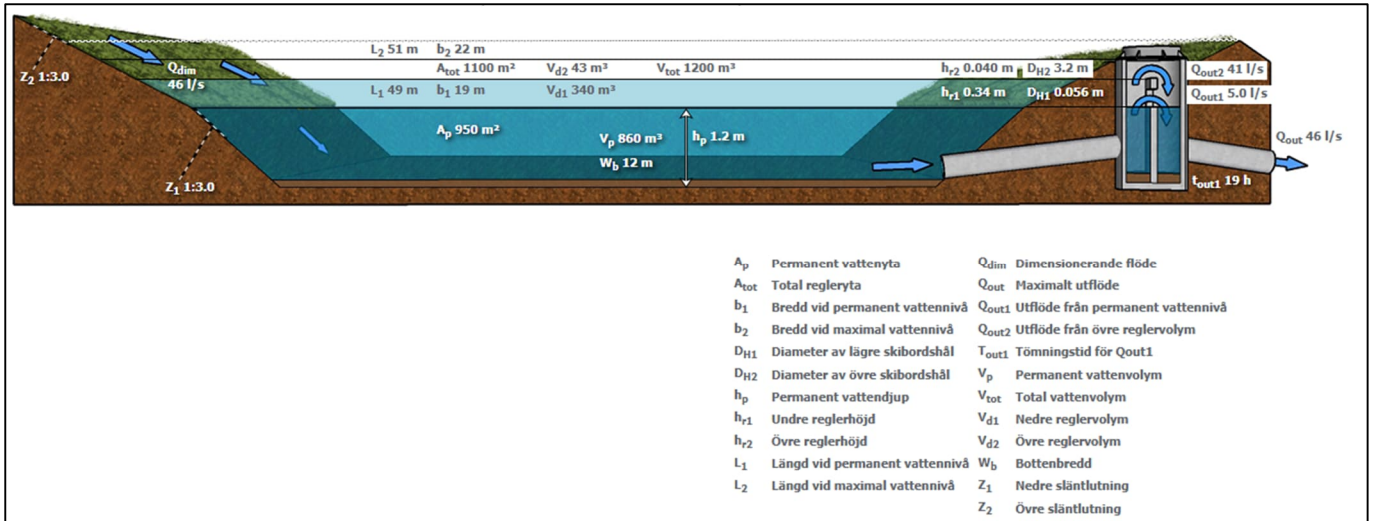
8.2.2 Damm

En damm *med* växtlighet har mycket god reningsförmåga både av partikelbundna föroreningar samt genom biologiska reningsprocesser som sker i dammen. Dammen behöver ha en storlek som motsvarar mellan 1,5–2,5 procent av den hårdgjorda ytan för att alla reningsprocesser ska fungera. Den damm som planeras i nuläget upptar ca 3 procent av totalytan, och drygt 5 procent av reducerad area. Om dammen utformas som långsmal finns förutsättning för bästa möjliga rening. Dammar kräver regelbundet underhåll för att hydrauliska och renande funktioner ska fungera över tid. Dammen kan förses med tätduk som förankras mot botten och sidorna så att grundvatten inte trycks upp och tar plats. Detta blir sannolikt aktuellt i aktuellt område. Tätduk motiveras även av att man inte vill tillåta infiltration, och därmed spridning av förorenande ämnen, bl a dagvatten med högt kväveinnehåll.

Om inlopp till dammen behöver ske från flera håll kan dammen förses med skärmar som gör att det uppstår en lång rinnsträcka innan vattnet når utloppet. Detta motverkar även grumling; det ska eftersträvas att rinnsträckan blir lång och vattnet i dammen blir lugnflytande så att maximal sedimentation kan ske.

Eftersom en klassisk damm med våtmarkskaraktär kräver underhåll som riskerar att bli eftersatt har valet gjorts att inte simulera en dagvattendamm med växtlighet och våtmarkszon i föroreningsberäkningarna i detta skede. Den damm som simulerats i programmet StormTac har dimensioner och utformning enligt Figur 17.

Planen är att från dammen ska vattnet pumpas via en flisreaktor, till en våtmark närmare kärnkraftverket för ytterligare kväverening.



Figur 17. Simulerad damm (från tidigare beräkning). Källa: StormTac web.

Dammen kan även ha en funktion som potentiell uppsamlingsyta för släckvatten i händelse av brand. Om verksamhetsytan utformas så att dagvatten kan nå dammen så kommer även släckvatten att rinna till dammen. För att förhindra ytterligare spridning av släckvatten bör därför dammen förses med avstängningsventil eller möjlighet att pumpfunktionen kan stängas av manuellt. Detta säkerställer att släckvattnet inte sprids. Släckvattnet kan sedan slamsugas från dammen.

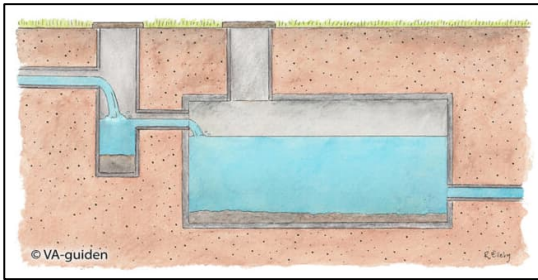
8.2.3 Sedimentationsmagasin/avsättningsmagasin

Ett traditionellt sedimentationsmagasin är ett underjordiskt magasin som kan vara ihåligt eller fyllt med ett poröst innehåll. Botten är tät till skillnad från exempelvis ett perkolationsmagasin. Dagvattnet leds in till magasinet via brunnar och ledningar, varefter det fördröjs och renas, främst genom sedimentation. En brunn med sandfång placeras med fördel före inloppet till magasinet för att fånga de grövsta partiklarna. Tömning av dagvatten kan ske via överfall, pumpning eller kontinuerligt genom ett strypt utlopp. Utloppet behöver sitta över magasinet bottennivå så att sediment innehållande föroreningar stannar kvar i magasinet och inte virvlar upp.

Magasinet kan platsbyggas eller utgöras av prefabricerade rör med stor dimension och med förhöjt utlopp. Detta är ett möjligt val då plats saknas för en öppen dagvattenlösning ovan mark, samt när dagvatten inte anses lämpligt att perkolera ner till grundvattnet. Det bör beaktas att magasinet ska kunna stå emot lyftkraften från eventuellt höga grundvattennivåer.

Föroreningar avskiljs mer effektivt ju längre uppehållstid dagvattnet får i magasinet. Det är främst större partiklar som avskiljs men dagvattnet kan även renas från partiklar ner till 1,5 μm . Med ett poröst fyllnadsmaterial kan avskiljningsgraden för koppar, zink, krom, olja och partiklar vara kring 55 – 75 %. Dock avskiljs kväve och andra lösta föroreningar i låg grad. Magasinet bör vara utformat med bräddfunktion för att förhindra utspolning av sediment vid kraftig nederbörd.

Det är viktigt att magasinet kan tömmas på sediment vilket kan ske genom slamsugning.



Figur 18. Principuppläggning sedimentationsmagasin utan bräddfunktion. Källa: VA-guiden.

Simuleringarna visar att, i detta område, reducerar en öppen sedimentationsbassäng kväve bättre än ett underjordiskt alternativ som beskrivs ovan.

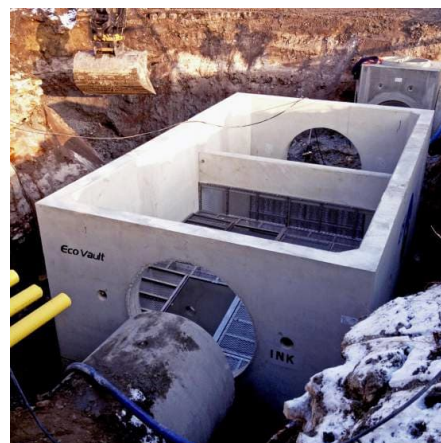
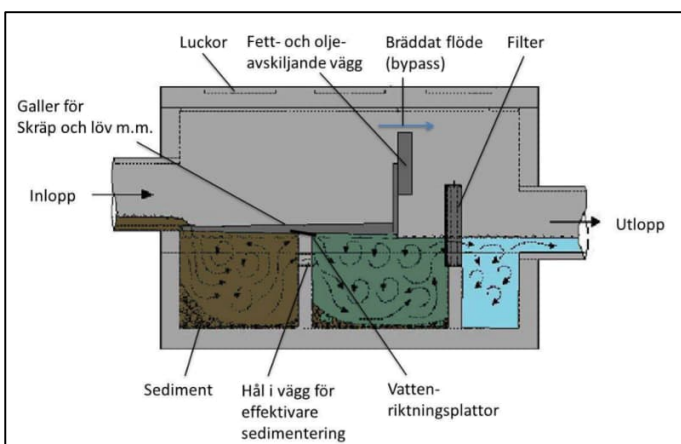
8.2.4 Underjordiska magasin med filterkassett

Det finns många typer av filteranläggningar, men gemensamt är att rena dagvatten genom mekanisk, kemisk och/eller biologisk filtrering. Anläggningarna kan vara sektionerade i olika steg med varierande ändamål, exempelvis för avskiljning av skräp, olja och suspenderat material. Tekniken är därför en väldigt anpassningsbar reningsteknik. Anläggningsdjupet bör vara vid tjälfritt djup eller minst två meter under jord. Anläggningen är dyr men väldigt robust.

Reningseffekten styrs av vilka reningssteg och filter som implementerats i respektive filteranläggning. Sedimentationssteg avskiljer cirka 80 % av de partikelbundna föroreningarna, såsom metaller och fosfor. För god avskiljning av lösta föroreningar bör filter som exempelvis lecakulor, kalksten eller rostjord appliceras. Kemiska och biologiska reningssteg kan öka reningseffekten. Gällande underhåll kan följande nämnas:

- Inlopp, utlopp och alla filter bör kontrolleras och rensas från skräp regelbundet.
- Komponenter för att avskilja sediment eller olja behöver rensas med vakuumsug regelbundet. Vid större föroreningsbelastning ökar behovet av detta underhåll.
- Anläggningar med kemisk rening behöver fler kontroller än de utan.

Principutförande och exempel framgår av Figur 19.



Figur 19. Principutförande för filtermagasin. Källa: StormTac/T Larm och SEKA Miljöteknik.

Det finns olika tekniker för att speciellt hantera kvävebelastningen genom denitrifikation för denna typ av anläggning. Detta alternativ kan vara värt att studera närmare i samråd med tillverkare.

För att ett filtermagasin ska kunna jobba optimalt är det en fördel om det sker ett lugnt inflöde till det första reningssteget. Detta reducerar antalet tillfällen då bräddning sker. Lugnt inflöde kan åstadkommas genom att skapa fördröjningsvolym upptröms inloppet till magasinet. Dessa kan utgöras av rörmagasin.

8.2.5 Oljeavskiljare

Oljeavskiljare renar dagvatten från framför allt olja. Reningseffekten för andra förorenande ämnen är låg, se Tabell 10. Tekniken används för att komplettera andra dagvattenanläggningar och som skydd mot större oljeutsläpp och olyckor. Anläggningen består ofta av en inledande behållare med slamavskiljare. Vattnet leds sedan ut under en oljeskärm och vidare genom ett rör eller avloppsränna.

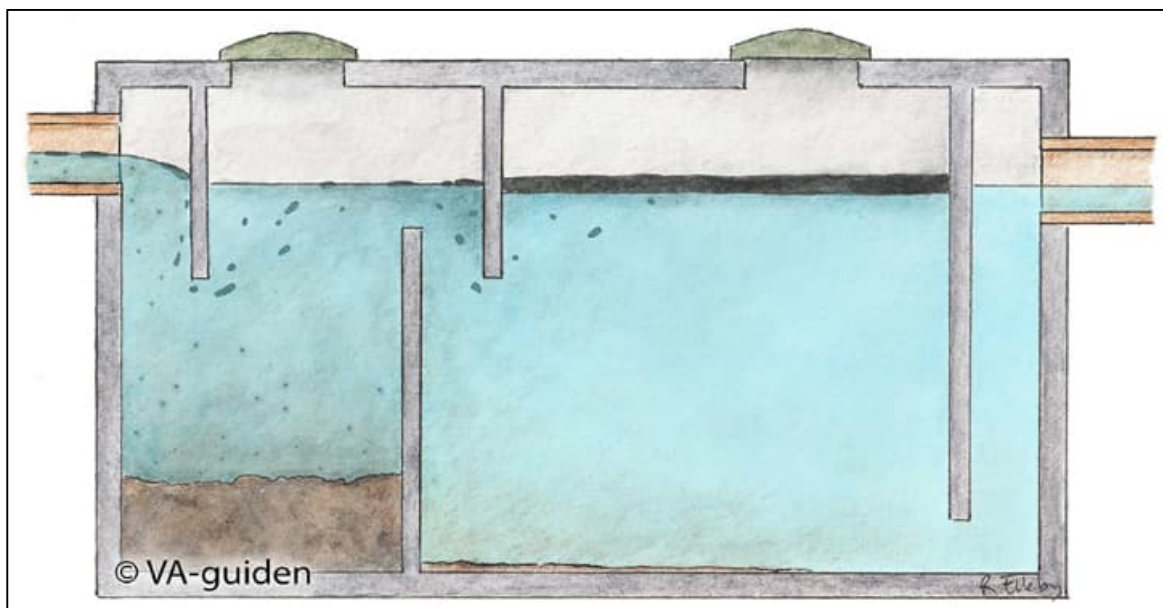
En oljeavskiljare kan anläggas i områden med risk för oljespill eller där miljön är extra känslig, såsom vid en reningsanläggning eller dagvattendamm.

Då oljeavskiljare placeras under mark är ytbehovet minimalt. Minsta anläggningsdjup är vanligtvis 1–2 meter. Oljeavskiljaren måste dimensioneras så den kan magasinera vatten i minst två timmar, vid kortare uppehållstid sker inte tillräcklig avskiljning av oljeföroreningar. Olja i dagvatten reduceras med cirka 80 % beroende på utformning. Oljeavskiljningen sker gravimetriskt på grund av densitetsskillnaden mellan olja och vatten. Om anläggningen även har koalescensfilter eller lamellfilter kan ytterligare oljedroppar aggregera till större droppar som flyter upp till ytan. Oljeavskiljare kan även avskilja cirka 5–15 % av olika partikelbundna metallföroreningar genom sedimentation.

Tabell 10. Generell reningskapacitet i olika oljeavskiljare. Källa: StormTac (ver. 2018-03-11).

	<u>P</u>	<u>N</u>	<u>Pb</u>	<u>Cu</u>	<u>Zn</u>	<u>Cd</u>	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Hg</u>	<u>SS</u>	<u>olja</u>	<u>PAH16</u>
Oljeavskiljare (%)	5	5	10	0	10	0	0	5	20	15	80	5
Lamelloljeavskiljare (%)	5	5	15	10	10	10	5	5	5	15	85	

En oljeavskiljare kan förses med nivåstyrt larm som signalerar att den ska tömmas så att ansamlingen av oljor inte ska föras vidare.



Figur 20. Principutförande för oljeavskiljare. Källa: VA-guiden.

8.3 DAGVATTENHANTERING UNDER BYGGTIDEN

För att hantera befintliga höjdskillnader och skapa användbara plana ytor kommer sprängning och krossning av berg att behöva utföras. Det ska eftersträvas att massbalans kan skapas, så att ett minimum av transporter med krossat material behöver göras. Minskad trafik innebär minskade risker för föroreningar i dagvattnet.

Vid planering av sprängningsarbetena behöver en plan för hantering och rening av dagvattnet/länshållningsvattnet komma till stånd mycket tidigt. Det är vanligt att man uppför sk sedimentationscontainers för hantering av dagvatten/länshållningsvatten under byggprocessen. För att skapa säkerhet ska dessa temporära sedimentationsmagasin förses med avstängningsanordning och möjlighet till provtagning av dagvattnet. Om möjligt kan de reningssteg som planeras för driftskedet uppföras tidigt i byggprocessen så att dessa anläggningar kan utnyttjas redan under byggtiden. Eventuella åtgärder som motverkar damning (vattenbegjutning) samt nederbörd som faller under byggtiden behöver kunna omhändertas via de anläggningar som skapas.

9 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

Befintlig och framtida föroreningsbelastning samt simulering av reningsanläggningar för dagvatten har utförts i programmet StormTac, version 24.3.1. Eftersom undersökningsområdet idag är ett naturområde är befintlig föroreningsbelastning mycket låg i utgående dagvatten. Analyserna i StormTac visar att reningseffekten för kväve uppgår till mer än 70 procent om utgående dagvatten kan hanteras i krossdiken och en öppen sedimentationsdamm. Generell reningseffekt i efterföljande våtmark är ca 30 procent för kväve.

SKB:s egna analyser visar att de kvävehalter som kan uppstå till följd av sprängning i hårt berg ligger betydligt högre än vad de *schablonmässiga* halter som finns i StormTac:s schabloner för marktypen *bergschakt* visar. Vidare gör SKB bedömningen att den reningsgrad som kan åstadkommas, om den plan för rening som SKB avser implementera anläggs, kommer att uppgå till mer än 70 %. Detta enligt SKB:s egna beräkningar.

För att vidmakthålla rening av dagvatten behöver de anläggningar som uppförs underhållas. Föreslagna anläggningar har olika drift och skötselbehov enligt beskrivet i kapitel 8.2.

De reningssteg som föroreningsberäknats för området är krossdiken, öppet sedimentationsmagasin, underjordiska sedimentationsmagasin och filtermagasin. Det ska nämnas att StormTac anger osäkerheter i olika grad beträffande mängder/halter för vissa ämnen och markanvändning. För markschablonen *bergschakt* samt *grusyta* är säkerheten låg för samtliga studerade ämnen. Detta kan antas bero på variationer i det statistiska underlaget i programmets databas. Även reningsförmågan i simulerade anläggningar har osäkerheter beträffande vissa ämnen. Att jämföra föroreningsgraden mellan olika markanvändning, samt anläggningars reningsförmåga blir därmed inte exakt. De värden som erhålls via StormTac ska därför ses som indikationer snarare än absoluta siffror.

Vid val av renings- och fördröjningslösning behöver hänsyn tas till reningsbehov/recipient, platsbehov/platstillgång och storlek på eventuell fördröjningsvolym. Drifrutiner är även viktigt då man vill att anläggningens funktion ska fungera långsiktigt.

Av tabell 7 framgår det att mängderna för alla undersökta ämnen sjunker i olika utsträckning till följd av att dagvattnet hanteras i reningsstegen. De undersökta anläggningstyperna förmår att rena ner till under motsvarande befintliga mängder för 9 av de undersökta ämnena. Som nämnts tidigare i rapporten blir de samlade reningseffekterna bättre än "1+1" när ett reningssteg efterföljs av ett annat.

Som bilaga bifogas beräkningar från StormTac där schablonhalter för kväve i markschablonen *bergschakt* höjts (från 9 500 µg/l till 95 000 µg/l) samt med ämnet ammoniumkväve (NH₄-N) tillagt och med ökad

schablonhalt i markschablonen *bergschakt* för ammoniumkväve (från 500 µg/l till 2 000 µg/l). Dessa höjningar av schablonhalterna har gjorts efter indata från SKB:s egna beräkningar.

9.1 KONSEKVENSER AVSEENDE MILJÖKVALITETSNORMER FÖR YTVATTEN

Enligt tabellerna 5-8 visar resultaten från föroreningsberäkningarna på att planförslaget innebär en ökning av samtliga ämnens mängder och halter som leds till recipienten från utredningsområdet om inga nya reningsåtgärder skapas. För att minska mängder och halter av föroreningar som når recipienten krävs rening av dagvattnet. Detta avser verksamhetsutövaren implementera.

Genom att rena dagvattnet via krossdiken, sedimentationsmagasin och via flisreaktor följt av våtmark bedöms den ökade föroreningsbelastningen från planområdet inte påverka recipienten negativt. Koncentrationerna minskar och mängder sjunker avseende flertalet ämnen/ämnesgrupper tack vare reningsåtgärderna. Om föreslagna reningsanläggningar skapas finns det goda möjligheter att kunna få en förbättrad kvalitet på utgående dagvatten. Enligt uppgifter i VISS är recipientstatusen avseende totalmängd kväve – sommar klassad som *God*, det finns dock en klassningsosäkerhet. I VISS anges även att recipienten påverkas mycket av näringsämnesbelastningen från omgivande vatten. Avrinningen från aktuellt verksamhetsområde uppskattas vara mindre än en procent av den totala dagvattentillförseln från fastlandet till recipienten. Det enskilda verksamhetsområdets inverkan på status i recipienten bedöms därför vara mycket låg.

Om alternativa reningsanläggningar såsom filtermagasin blir aktuellt behöver vidare undersökningar göras i samråd med tillverkare.

Det kommer även att behöva skapas provtagningspunkter för dagvattnet i anslutning till den nya anläggningen.

Om helt andra val av reningslösningar anläggs för dagvattenhantering inom området är det nödvändigt att se över att de har motsvarande reningseffekt på dagvattnet som de föreslagna lösningarna för att inte riskera att möjligheterna att följa miljökvalitetsnormerna påverkas negativt.

10 SLUTSATSER

Den nya exploateringen kommer att medföra att dagvattenflödena ökar inom undersökningsområdet.

Föroreningar som alstras kommer att öka till följd av exploateringen. Enligt beräkningar i detta PM är föroreningsnivån inte alarmerande; det finns goda möjligheter att rena dagvattnet till acceptabla nivåer. Efter rening ligger koncentrationerna under de nuvarande för 9 av de undersökta ämnena.

Risken för problem med översvämningar bedöms vara låg då nedströms områden består av mossmark och våtmark. Ingen nedströms infrastruktur påverkas negativt.

Nya dagvattenanläggningar måste ha tydliga underhållsscheman för att få anläggningar som kan fungera över tid.

10.1 BEHOV AV VIDARE UTREDNING

- Schablonhalten för kväve i markanvändningen *bergschakt* kan behöva justeras. Detta innebär att kompletterande föroreningssimuleringar kan komma att behöva utföras.
- Förändrad avrinning som innebär att viss våtmark (nedströms område 8) tillförs mindre ytvatten och dess påverkan på flora och fauna kan eventuellt behöva studeras.

11 REFERENSER

11.1 TEKNISKT UNDERLAG ALT. ERHÅLLET UNDERLAG FRÅN BESTÄLLARE

- Miljöteknisk markundersökningsrapport – Inför Statusrapport HySkies. Ramböll 2022-11-22
- Markteknisk undersökningsrapport, MUR – HySkies, Forsmark. Ramböll rev. 2022-09-18
- PM Geoteknik & MUR Extern Inert deponi (granskningshandling, nov. 2024) Bjerking AB
- MUR Extern Inert Deponi, område 8, Bjerking AB 2025-08-29
- hydroDEM. Uppgifter om grundvattennivåer
- Jorddjupsmodell, oktober 2025
- Illustrationslayout Externt bergupplag, SKB 2025-09-30
- Underlag för kompletterande avgränsningssamråd, oktober 2025, SKB 2025-10-03
- Primärkarta
- Möten (Teams) och mejlkontakt med SKB
- SEKA Miljöteknik <https://www.sekamiljoteknik.se/vattenrening/dagvattenmagasin/>

11.2 PUBLIKATIONER

- Svenskt Vattens publikationer *P104*, *P105*, *P110*
- *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*, SVU 2019-20 (Larm, Blecken)

11.3 ÖVRIGA REFERENSER

- VISS <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- SMHI <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775>
- SGU jorddjups- och jordartskartan <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- Länsstyrelsens GIS-tjänster, EBH-kartan
- StormTac, Stormwater solutions, version 24.3.1 <https://app.stormtac.com/index.php>
- Naturvårdsverkets hemsida <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Scalgo Live <https://scalgo.com/sv/>

Bilaga 1: Beräkningar ur StormTac Web. Höjda schablonhalter för kväve i *bergschakt*, tillägg NH4-N med höjd schablonhalt för kväve i *bergschakt*.

Bilaga 1.

Resultat, mängder och halter, schablonhalt för N ökat i bergschakt från 9 500 till 95 000 µg/l, schablonhalt ammoniumkväve ökat i bergschakt från 500 till 2000 µg/l.

Tabell 11. Mängder (kg/år) före och efter exploatering samt simulerade reningssteg och reningseffekter. Källa: StormTac web.

1	2	3	4	5
Ämne	Befintlig belastning	Framtida belastning, ingen rening	Framtida belastning, rening via krossdike och öppen sedimentationsdamm	Reningseffekter
	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(%)
P	0.34	2.0	0.82	58
N	6.8	2 400	560	77
Pb	0.052	0.078	0.0088	89
Cu	0.12	0.52	0.072	86
Zn	0.32	1.7	0.10	94
Cd	0.0019	0.0059	0.0013	77
Cr	0.044	0.040	0.0089	78
Ni	0.055	0.049	0.018	63
Hg	0.00014	0.00042	0.00012	71
SS*	330	680	120	82
Oil	1.7	12	1.0	92
BaP	0.000091	0.00066	0.00020	69
NH4-N	7,7	55	8,6	84

Tabell 12. Halter (µg/l) före och efter exploatering samt simulerade reningssteg. Rödmarkerat fält=riktvärde överskrids.

1	2	3	4	5
Ämne	Befintlig belastning	Framtida belastning ingen rening	Framtida belastning rening via krossdike följt av öppen sedimentationsdamm	Riktvärde StormTac
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
P	17	48	20	160
N	340	59 000	14 000	2 000
Pb	2,6	1,9	0.22	8.0
Cu	5,8	13	1.8	18
Zn	16	41	2.5	75
Cd	0,092	0,14	0.033	0.40
Cr	2,2	0,98	0.22	10
Ni	2,7	1,2	0.45	15
Hg	0,0067	0,010	0.0030	0.030
SS	16 000	17 000	3 000	40 000
Oil	83	300	25	400
BaP	0,0045	0,016	0.0050	0.030
NH4-N	380	1 400	210	---

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
412 50 Göteborg
Besök: Fabrikstorget 1

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

