

Dagvatten- och skyfallsutredning

Climate Arena
Sunne kommun

GRANSKNINGSHANDLING

2026-04-28



Förteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
01	2024-09-27	-	Magnus Philipson	Simon Rieger
02	2025-03-14	Omarbetning efter uppdaterad situationsplan	Magnus Philipson	Sanna Westerblom
03	2026-03-10	Omarbetning efter uppdaterad planområdesgräns och situationsplan samt inarbetat erhållna yttranden.	Magnus Philipson	Sara Värnqvist
04	2026-04-28		Magnus Philipson	Sara Värnqvist

Sweco Sverige AB 556767-9849
Uppdrag Dagvatten- och skyfallsutredning Climate Arena
Uppdragsnummer 30076566
Kund Climate Arena AB
Upprättad av Sara Värnqvist, Magnus Philipson, Sanna Westerblom, Simon Rieger och Fanny von Matérn
Granskad av Magnus Philipson
Godkänd av Sara Värnqvist
Datum 2026-04-27
Dokumentreferens Dagvattenutredning Climate Arena 2026-04-28.docx

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Climate Arena Sweden AB tagit fram en dagvatten- och skyfallsutredning för fastigheten Södra viken 1:8 i Sunne kommun. Fastigheten, belägen längs Gräsmarksvägen och intill Mellersta Lersjön, omfattar skogsmark, mindre byggnader och vägar. Inom planområdet, som är cirka 138 hektar stort, planeras en klimattestanläggning för fordon, inklusive logistik- och servicebyggnader. Stora delar av befintlig mark inom planområdet planeras att bevaras.

Utredningens syfte är att beskriva och analysera hur det aktuella planförslaget påverkar dagvattenflöden och föroreningsnivåer, samt att föreslå en systemlösning för dagvattenhantering och hantering av skyfallsavrinning. Systemförslaget är anpassat efter områdets förutsättningar.

Då Sunne kommun inte har några riktlinjer avseende dagvatten och/eller en egen dagvattenstrategi har Sweco följt riktlinjerna i Svenskt Vattens publikationer P105 och P110. Dessa riktlinjer betonar vikten av lokal hantering av dagvatten för att minimera översvämningsrisker och negativ påverkan på nedströms områden och vattendrag. Målet är att eftersträva naturlig avrinning genom fördröjning, avdunstning och infiltration i marken, samtidigt som dagvattnet renas och fördröjs nära källan för att skydda vattenkvaliteten i både recipienter och grundvatten.

Planområdet ligger beläget i två avrinningsområden; Rottnen och Lersjön. Då dagvatten som avrinner mot Lersjön inte påverkar några nedströms områden föreslås inga anläggningar här. I stället föreslås dagvattnet avrinna över naturmark och breddade avrinningsstråk.

Det markavvattningsföretag som ligger nedströms planområdet har dimensionerats för ett flöde motsvarande 1,25 l/s, ha. Sweco föreslås därför att dagvattenanläggningar inom planområdet dimensioneras för att möjliggöra ett flöde motsvarande 1,25 l/s, ha. För planområdet innebär detta ett utflöde på ca 91 l/s. Utförda dagvattenberäkningar visar på att det inom planområdet då behöver tas omhand ca 23 700 m³ dagvatten från delområdet som avrinner till Rottnen. Dagvattnet föreslås tas omhand i ett dammsystem som ansluter till befintligt dike innan vattnet rinner nedströms och så småningom når recipienten. Anläggningarna har dimensionerats för att omhänderta ett 20-årsregn.

Utförda föroreningsberäkningar visar att den planerade exploateringen kommer att leda till en ökning av föroreningsnivåer och dagvattenflöden, och att det således finns behov av att implementera dagvattenåtgärder för att skydda de lokala vattenförekomsterna och begränsa flöden mot närliggande områden och befintligt markavvattningsföretag. Då planområdet idag utgörs av naturmark är det oundvikligt att en exploatering inte medför någon ökning av föroreningsbelastning på recipienterna via det avrinnande dagvattnet jämfört befintliga nivåer.

För recipienternas statusklassning är det bromerad difenyleter och kvicksilver som är utslagsgivande. I dagvatten som avrinner från planområdet beräknas halterna lägre än Havs- och Vattenmyndighetens gränsvärden för kvicksilver och bromerade difenyleter i ytvatten. Det bedöms därför vara en mycket liten halt som inte bedöms påverka recipienternas statusklassning. De ökade nivåerna som medförs av ett genomförande av planen bedöms inte ensamt äventyra möjligheterna för recipienterna att följa MKN. Detta om föreslagna dagvattenåtgärder implementeras. För andra ämnen såsom näringsämnen och andra förorenande ämnen saknas det mätdata för Rottnen och Lerälven. Det går därför inte att bedöma om planens påverkan riskerar försämra recipienternas statusklassningar.

Vidare har en skyfallsanalys genomförts med hjälp av SCALGO Live, vilket har identifierat potentiella lågpunkter och avrinningsvägar vid extrem nederbörd. I och med ett genomförande av planförslaget kommer det skapas tillfälliga ytor där dagvatten ansamlas och tillfälligt kan fördröjas innan det avrinner vidare nedströms. Ytterligare vatten kommer att kunna fördröjas i föreslaget dammsystem.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	6
2 Underlag	6
3 Riktlinjer för dagvattenhantering	7
4 Områdesbeskrivning och förutsättningar	7
4.1 Recipient och miljö kvalitetsnormer	10
4.1.1 Ytvattenförekomst	10
4.1.2 Grundvattenförekomst	12
4.1.3 Markavvattningsföretag och vattendomar	12
4.2 Geologiska- och hydrogeologiska förutsättningar	13
4.2.1 Geoteknisk utredning	14
4.3 Ytliga avrinningsområden, lågpunkter och avrinningsstråk	17
4.4 Befintlig och planerad markanvändning	19
5 Dagvattenberäkningar	20
5.1 Flödesberäkningar	20
5.2 Fördröjningsvolym	23
6 Förslag på dagvattenhantering	24
6.1 Avrinningsområde: västra	25
6.2 Avrinningsområde: östra	27
7 Principlösningar	28
7.1 Öppna diken	28
7.2 Biodiken	29
7.3 Dagvattendamm	30
8 Föroreningsberäkningar	32
8.1.1 Föroreningsberäkningar, Rottnen	32
8.1.2 Föroreningsberäkningar, Mellersta Lersjön (Lerälven) 35	
8.1.3 Analys, föroreningar	37
9 Översvämningsrisker och skyfall	38
9.1 Närliggande vattendrag och sjöar	38
9.2 Skyfall	38
9.2.1 Befintlig situation	39
9.2.2 Framtida situation	40
9.3 Hantering av skyfall	42
10 Påverkan på MKN	43
10.1 Påverkan på grundvattenförekomst	45
11 Slutsats	46
11.1 Förslag på fortsatt arbete	46

Förkortningar

GIS – Geografiskt informationssystem

MKN – Miljökvalitetsnormer

MMU – Miljöteknisk markundersökning

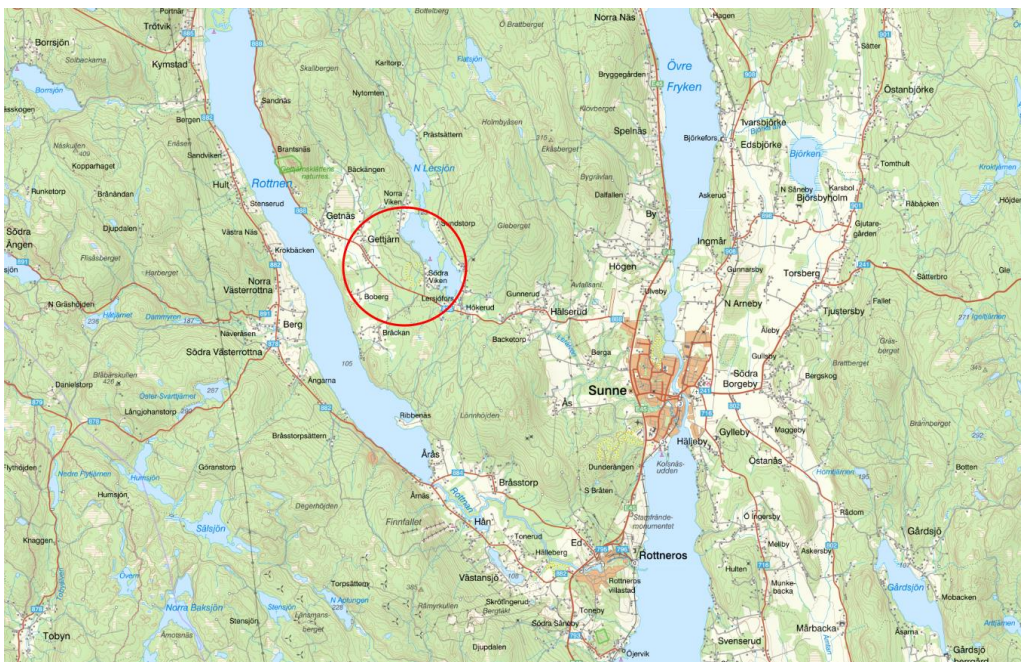
SGU – Sveriges geologiska undersökning

VISS – Vatteninformationssystem Sverige

WMS – Web Map Service

1 Inledning

Sweco har fått i uppdrag av Climate Arena Sweden AB att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning för del av fastigheten Södra viken 1:8 i Sunne kommun, se Figur 1. Fastigheten är belägen längs med väg 888, Gräsmarksvägen, och ligger intill sjön Mellersta Lersjön, ca 10 km från Sunne tätort. Planområdet är ca 138 ha och består idag av skogsmark samt några enstaka byggnader och tillhörande vägar. En klimattestanläggning för fordon med tillhörande logistik- och servicebyggnader planeras på delar av marken. Stora delar av den befintliga skogsmarken kommer att planläggas som naturmark och därmed behållas orörd.



Figur 1. Planområdets ungefärliga läge markerat med röd cirkel. Bild: Lantmäteriet.

Syftet med utredningen är att utreda hur den planerade exploateringen påverkar flödes- och föroreningsbelastningen i området. Utöver detta presenteras ett förslag på hantering av dagvatten- och skyfall. Utifrån framtaget resultat och föreslagen systemlösning görs en översiktlig bedömning på hur aktuellt planförslag påverkar berörda recipienter och dess möjlighet att följa satta miljö kvalitetsnormer (MKN).

2 Underlag

Underlag som använts i samband med dagvattenutredningen har listats nedan. Underlaget har erhållits av beställaren.

- PDF:er
 - Plan-PM – Detaljplan Climate Arena: Plan-PM Climate Arena 2023-11-30 pdf (PDF)
 - Climate Arena del av södra viken 1:8, Sunne Kommun – PM hydrogeologi (Structor, 2026-04-21).
 - Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik – Detaljplan för Climate Arena (Loxia Group, 2026-03-25a).
 - Beräknings PM, Geoteknik – Detaljplan för Climate Arena (Loxia Group, 2026-03-25b).

- Kontrakt – "Gettjärn – Getnäs vattenavledningsföretag år 1934" i Sunne och Gräsmarks socknar av Värmlands län (K. Lantbruksstyrelsen, 1935)
- Gettjärn – Getnäs vattenavledningsföretag år 1934 Sunne och Gräsmarks socknar Värmlands län – Syneförrättningshandling åren 1923–34 (K. Lantbruksstyrelsen, 1934)
- Presentation:
 - Climate Arena_Core message_2024 (PDF).

3 Riktlinjer för dagvattenhantering

Då Sunne kommun inte har någon dagvattenstrategi har dagvattenutredningen baserats på svensk branschstandard och riktlinjerna som framgår i Svenskt Vattens publikationer P105 och P110. Detta innebär i korthet att dagvatten ska eftersträvas att hanteras lokalt för att minimera riskerna för översvämning och negativ påverkan på landområden och vattendrag nedströms exploateringen.

Målsättningen med dagvattenhanteringen är att eftersträva naturlig avrinning av vattnet genom fördröjning, avdunstning och infiltration i marken. Vid utformningen av dagvattensystemen tas hänsyn till lokala förhållanden, dagvattnets föroreningsgrad och hur känslig den omgivande miljön och recipienten/erna är för påverkan.

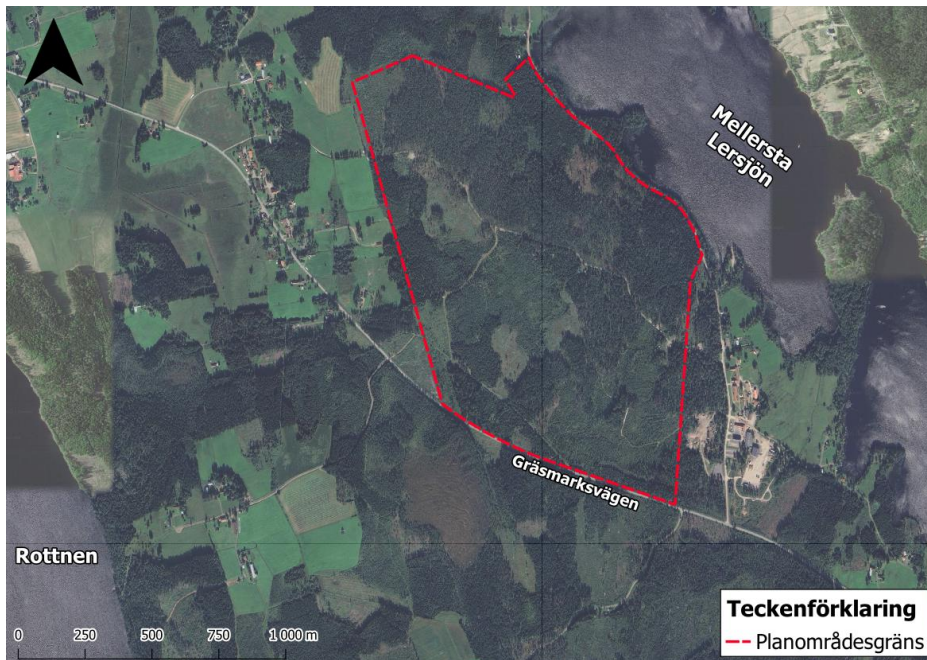
Dagvatten ska renas och fördröjas lokalt nära källan och på ett sådant sätt att vattenkvaliteten i recipienten inte försämras. Dagvattnet ska inte heller medföra att vattenkvaliteten i grundvatten försämras eller att grundvattennivåer ändras.

4 Områdesbeskrivning och förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs befintliga förutsättningar för planområdet. Förutsättningarna används som underlag vid framtagandet av åtgärdsförslag för hantering av dagvatten. I avsnittet har information inhämtats från befintligt underlag erhållet av Sunne kommun och/eller information inhämtats via Länsstyrelsens öppna data och WMS-tjänster. Ytterligare information har inhämtats från Sveriges geologiska undersökning (SGU), Vatteninformationssystem Sverige (VISS), EBH-kartan (karta över förorenade områden) och Riksentikvarieämbetet. För kartering av området har underlag erhållets av andra teknikområden inom projektgruppen.

Planområdet utgör en del av fastigheten Södra viken 1:8 i Sunne. Planområdet är beläget väster om Mellersta Lersjön i Sunne kommun i Värmland, cirka 10 kilometer från Sunne tätort. Planområdet är ca 138 ha och består idag av skogsmark, mindre byggnader och vägar. Inom planområdet finns det tio mindre byggnader av bostadskaraktär och de befintliga vägarna inom planområdet utgörs av mindre grusvägar.

Planområdet ligger väster av Mellersta Lersjön samt *Sunne Kommun Naturbruksgymnasiet Södra Viken* och öst om befintlig jordbruksmark och skogsmark, se Figur 2. Södra delen av planområdet gränsar till en landsväg, väg 888 – Gräsmarksvägen. Vägen omfattas inte av detaljplaneområdet.

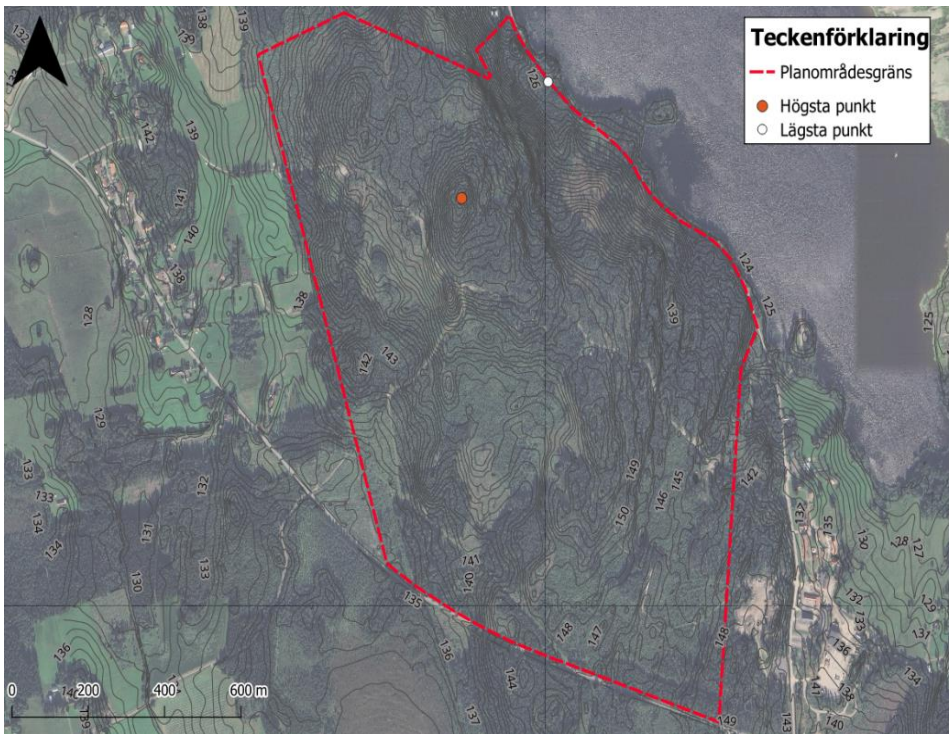


Figur 2. Närområdet till planområdet. Bakgrundskarta: Google Satellite

I de västra delarna av planområdet är vegetationen och marken av en öppen karaktär och täcks av gräs, se Figur 3 och markerat område i Figur 4. Vid tillfället för platsbesök hade det nyligen regnat över planområdet men ingen ytlig markavrinning syntes förutom i vägdikena där det stod vatten.



Figur 3. Bild från det öppna området i planområdets västra del.



Figur 4: Befintliga höjder inom planområdet. Planområdets gränser är markerade i rött. Bakgrundskarta: Google Satellite.

Bortsett från området ovan består planområdet främst av granskog, se Figur 5, där marken är kuperad och täckt av mossa. Planområdets marknivåer varierar mellan ca +125 m intill sjön, och ca +178 m på planområdets högpunkt, se Figur 4.



Figur 5. Bild från skogen inom planområdet.

En klimattestanläggning för fordon och tillhörande logistik- och servicebyggnader planeras på delar av fastigheten. Bland annat kommer en större testanläggning, som utgörs av en körbana med flera spår, att anläggas. Samtliga banor kommer utformas som ett slutet system där fordon kan transporteras mellan de olika byggnaderna utan att synas av förbipasserande. En del av byggnaderna kommer därför planeras lägre än befintlig marknivå.

Ambitionen är att täcka det slutna systemet och delar av takytorna på testanläggningen med vegetation/sedumtak. Detta för att smälta samman anläggningen med den befintliga skogsmarken.

En öppen logistikyta med insynsskydd kommer också att anläggas och en byggnad med möjlighet för bland annat restaurangverksamhet med tillhörande parkering planeras i de södra delarna. Det tillkommer dessutom servicevägar och andra serviceanläggningar inom området. Mark inom de öppna "innergårdar" som förekommer kommer att bevaras i största möjliga mån. Ytorna kan komma att användas under byggskedet.

En stor del av den befintliga naturmarken kommer att bevaras och planläggas som naturmark. Figur 6 visar en illustrationsbild över planerad utformning av beskrivna anläggningar.



Figur 6. Illustrationsbild på möjlig utformning av anläggningen. Bild: Sweco (2026).

4.1 Recipient och miljö kvalitetsnormer

4.1.1 Ytvattenförekomst

Planområdet ligger delvis inom avrinningsområdet för ytvattenförekomsten Lerälven (SE664048-134 710) och delvis inom avrinningsområdet för ytvattenförekomsten Rottnen (SE663601-134 397), se Figur 11. Recipienten för de östra delarna av planområdet är Mellersta Lersjön som leder till Lerälven med Rottnen utgör recipienten för dagvatten som avrinner från de västra delarna inom planområdet.

Lerälven och Rottnen är vattenförekomster enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Genom miljöbalken och vattenförvaltningsförordningen har EU:s ramdirektiv för vatten införlivats i svensk lagstiftning. Detta innebär att det finns uppsatta vattenkvalitetsmål, s.k. miljökvalitetsnormer (MKN) för ytvattens kemiska och ekologiska status vilka beskriver kravet på kvaliteten hos vattnet vid en viss tidpunkt.

Den ekologiska statusen i Lerälven och Rottnen är *måttlig* och den kemiska ytvattenstatusen uppnår *ej god status*, se Tabell 4-1 och Tabell 4-2. Målet är att vattenförekomsterna Lerälven och Rottnen ska ha uppnått *god* ekologisk status till år 2045 och uppnå god kemisk ytvattenstatus. Miljökvalitetsnormen för kemisk ytvattenstatus inkluderar ett undantag i form av ett mindre strängt krav för kvicksilverföreningar och bromerad difenyleter (PBDE)¹. De mindre stränga kravet beror på att ämnena klassas som överallt överskridande ämnena som tillförs via långväga atmosfärisk deposition. De finns i samtliga svenska vattenförekomster. Det mindre stränga kravet gäller endast tillförsel via atmosfärisk deposition och omfattar inte utsläpp från lokala punktkällor.

Den måttliga ekologiska statusen i Lerälven beror på att kvalitetsfaktorn fisk är klassad som måttlig på grund av dammar i vattenförekomsten som påverkar vattnets hydrologiska regim och konnektivitet vilket gör att fisk inte kan röra sig obehindrat i vattnet. Vattendraget är inte påverkat av övergödning eller försurning, detta går dock endast att påvisa med låg säkerhet.

Tabell 4-1. Sammanställning för ekologisk och kemisk status för Lerälven (SE664048-134 710).

Lerälven	Nuvarande status (tillförlitlighet)	Kvalitetskrav	Utslagsgivande
Ekologisk status	Måttlig	God år 2024	Fisk (biologisk kvalitetsfaktor)
Kemisk status	Uppnår ej god	God	Gränsvärdena för de prioriterade ämnena Hg och PBDE

Den måttliga ekologiska statusen i Rottnen beror på att kvalitetsfaktorn fisk är klassad som måttlig. Fisk kan inte röra sig obehindrat på grund av vattnets konnektivitet och hydrologiska regim. Vandringshinder i anslutande vattendrag upp- och nedströms vattenförekomsten påverkar dess långsgående konnektivitet. För vattenförekomsten saknas mätdata för biologiska parametrar som exempelvis näringsämnen.

Tabell 4-2. Sammanställning för ekologisk och kemisk status för Rottnen (SE663601-134397).

Rottnen	Nuvarande status (tillförlitlighet)	Kvalitets-krav	Utslagsgivande
Ekologisk status	Måttlig (2 - medel)	God år 2045	Fisk (biologisk kvalitetsfaktor)
Kemisk status	Uppnår ej god	God	Gränsvärdena för de prioriterade ämnena Hg och PBDE

¹ Vatteninformationssystem Sverige. Rottnen - SE663601-134 397 (HÄMTAD 2026-02-24) och Vatteninformationssystem Sverige. Lerälven - SE664048-134 710 (HÄMTAD 2026-02-24).

4.1.2 Grundvattenförekomst

Planområdet ligger inom utbredningen för grundvattenförekomsten *Gettjärn - S Viken* (SE663858-388 215). Grundvattenförekomsten är en vattenförekomst enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Detta innebär att det finns uppsatta miljökvalitetsnormer för grundvattnets kemiska och kvantitativa status vilka beskriver kravet på kvaliteten hos vattnet vid en viss tidpunkt. Den kemiska- och kvantitativa grundvattenstatusen är god, se Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Sammanställning för ekologisk och kemisk status för grundvattenförekomsten *Gettjärn - S Viken* (SE663858-388 215).

Gettjärn – S Viken	Nuvarande status (tillförlitlighet)	Kvalitetskrav
Kemisk status	God (2 - medel)	God
Kvantitativ status	God (2 - medel)	God

4.1.3 Markavvattningsföretag och vattendomar

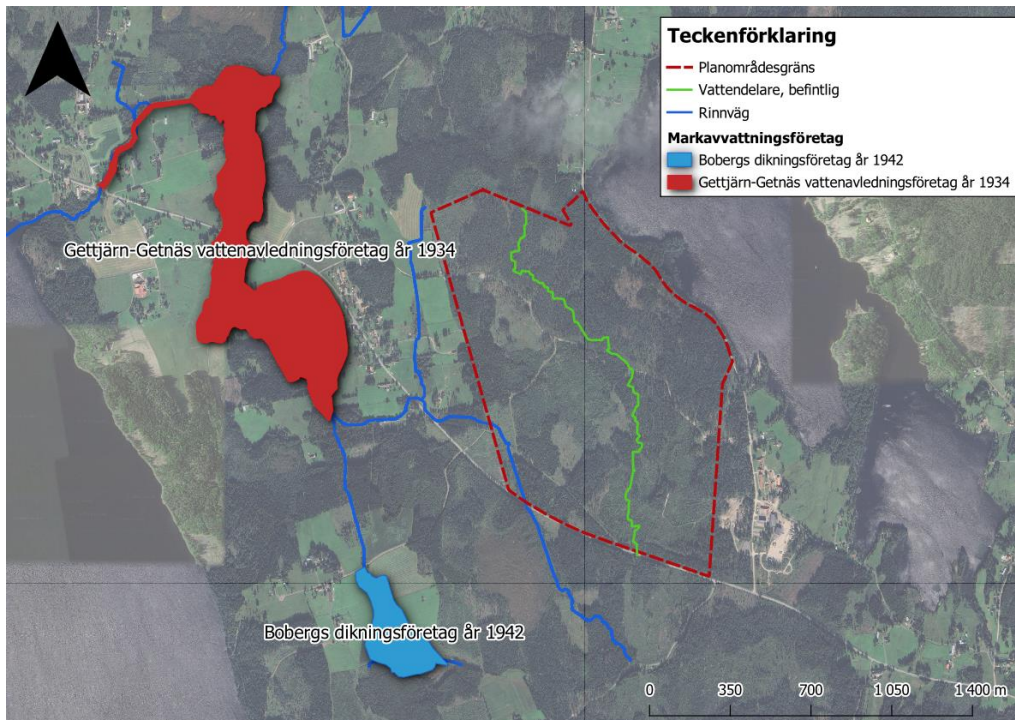
Underlag inhämtat från Länsstyrelsens öppna data visar att det ligger två aktiva markavvattningsföretag (MF) väster om planområdet. Dagvatten som avrinner väster om vattendelare, se grön linje i Figur 7, avleds via diken inom fastigheten för att därefter ledas vidare i diken på privat mark vidare till markavvattningsföretaget *Gettjärn-Getnäs vattenavledningsföretag* från år 1934, se rött område i Figur 7. Rinnvägen redovisas med blå linje. Markavvattningsföretaget för *Bobergs dikningsföretag* år 1942 kommer inte påverkas av en exploatering inom planområdet. Detta då avrinningen från planområdet inte sker söderut.

Enligt erhållet dokument avseende upprättning av *Gettjärns-Getnäs vattenavledningsföretag* år 1934 gäller följande:

”Gettjärn – Getnäs vattenavledningsföretag år 1934” från 1935 har avrinningen från varje kvadratkilometer vid flodtilfallen uppskattats till omkring 0,125 m³/s. Detta motsvarar 1,25 l/s, ha. Det är utifrån dessa avrinningsmängder som dimensionerna för sträckorna beräknats.

Det innebär att markavvattningsföretaget vid upprättning dimensionerats för att ta hand om 1,25 l/s, ha. Efterföljande systemförslag utgår därför ifrån att planområdet väster om vattendelaren inte ska släppa ut mer än 1,25 l/s,ha. För mer information angående hantering av markavvattningsföretaget se framtagna miljökonsekvensbeskrivning (MKB).

Till markavvattningsföretaget avvattnas ett område på ca 1400 ha, där ca 73 ha ligger inom aktuellt planområde. Område inom planområde utgör ca 5 % av avrinningsområdet som avleder dagvatten till *Gettjärns- Getnäs markavvattningsföretag*.

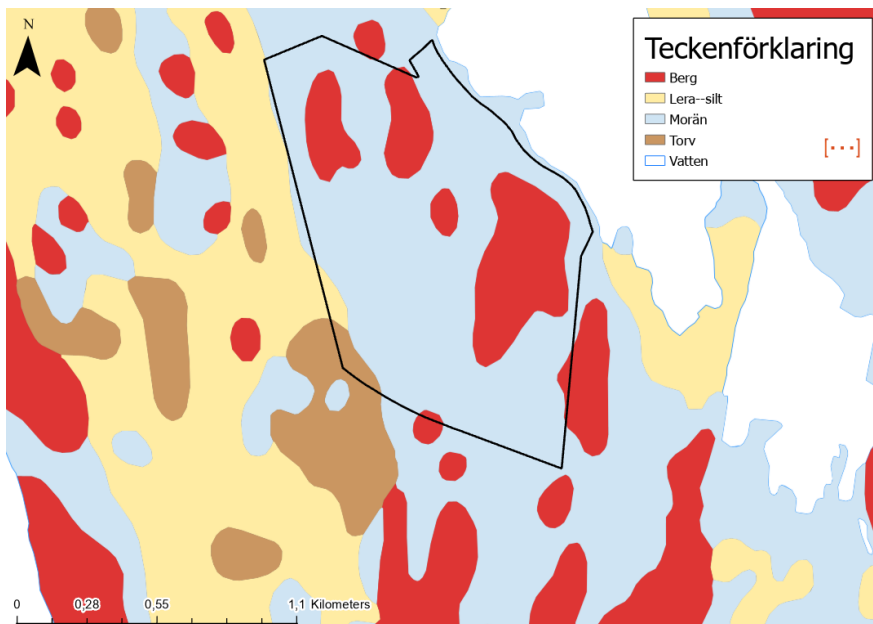


Figur 7. Aktiva markavvattningsföretag i planområdets närområde. Bakgrundskarta: Google Satellite.

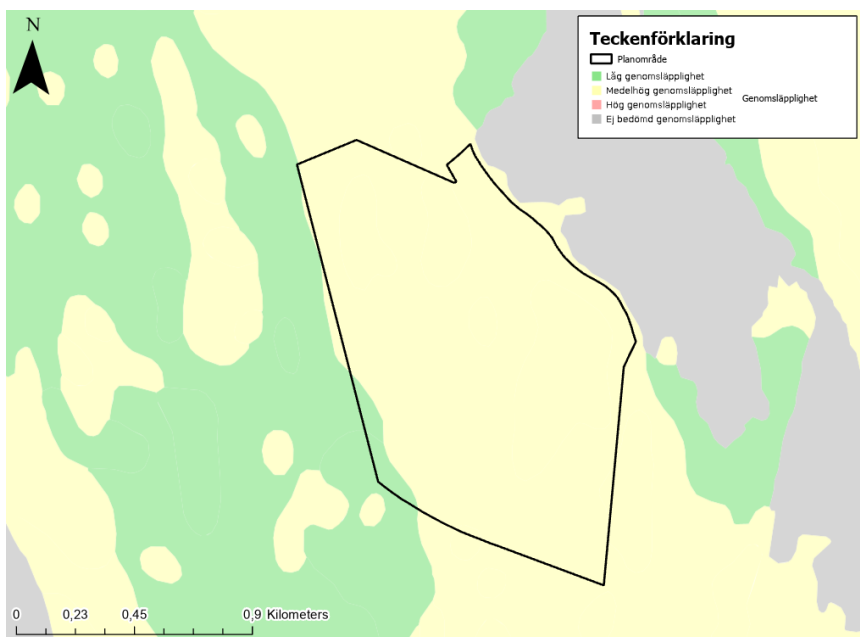
4.2 Geologiska- och hydrogeologiska förutsättningar

Enligt Sveriges geologiska undersöknings (SGU) jordartskarta, aktivt karlager jordarter 1:25 000 – 1:100 000, utgörs marken inom planområdet av morän och berg, se Figur 8. Jorddjupen uppskattas enligt SGU:s jorddjupskarta till mellan 3 meter och 5 meter på områden med morän och genomsläppligheten bedöms som medelhög, se Figur 9, och således bör infiltrationsmöjligheterna inom stora delar av planområdet vara goda.

På mindre delar av planområdet, i områdets västra del, utgörs marken delvis av torv och delvis av lera och/eller silt. Strax söder om planområdet, på andra sidan väg 888 utgörs marken av en torvmosse. Där förväntas marken vara blöt med stående vatten.



Figur 8. Jordarter inom planområdet utifrån SGU:s jordartskarta över jordarter 1:25 000–1:100 000.



Figur 9. Bedöms genomsläplighet utifrån SGU:s genomsläplighetskarta.

4.2.1 Geoteknisk utredning

Under 2023 utförde Loxia Group en översiktlig geoteknisk undersökning där området provtogs i 19 punkter. En del av provpunkterna ligger idag utanför planområdet då planområdets storlek justerats. Ett kompletterande besök genomfördes under 2025 med fokus på de sydvästra delarna av planområdet. (Loxia Group, 2026–03-25b)

Undersökningen visar likt SGU:s underlag att området består av morän, berg i dagen och berg med tunt moräntäcke vars mäktighet varierar. Undersökningen visar också att moränen ställvis täcks av fast-siltig lera som ansamlats i svackor mellan mindre

bergsryggar och i lågpartier. Det ytliga jordlagret inom området består av mulljord med växtdelar. Lerans måktighet uppgår till maximalt ca 2 m i undersökta punkter. I samband med undersökningen identifierades vattendrag i form av bäckar. (Loxia Group, 2026-03-25b)

I samband med den geotekniska undersökningen installerades åtta grundvattenrör inom planområdet. Grundvattennivån har vid tid för färdigställande av dagvattenutredningen uppmätts under en period från 2024 till 2026 under ett flertal gånger under olika tillfällen på året. Utförda mätningar visar att grundvattennivån ligger marknära, i nivå med befintlig mark eller för en del punkter även över markytan. Grundvattenrör där grundvattenytan under perioden någon gång legat i nivå eller över markytan är:

- 24L07AGW
- 24L17GW
- 25L06GW
- 25L04AGW

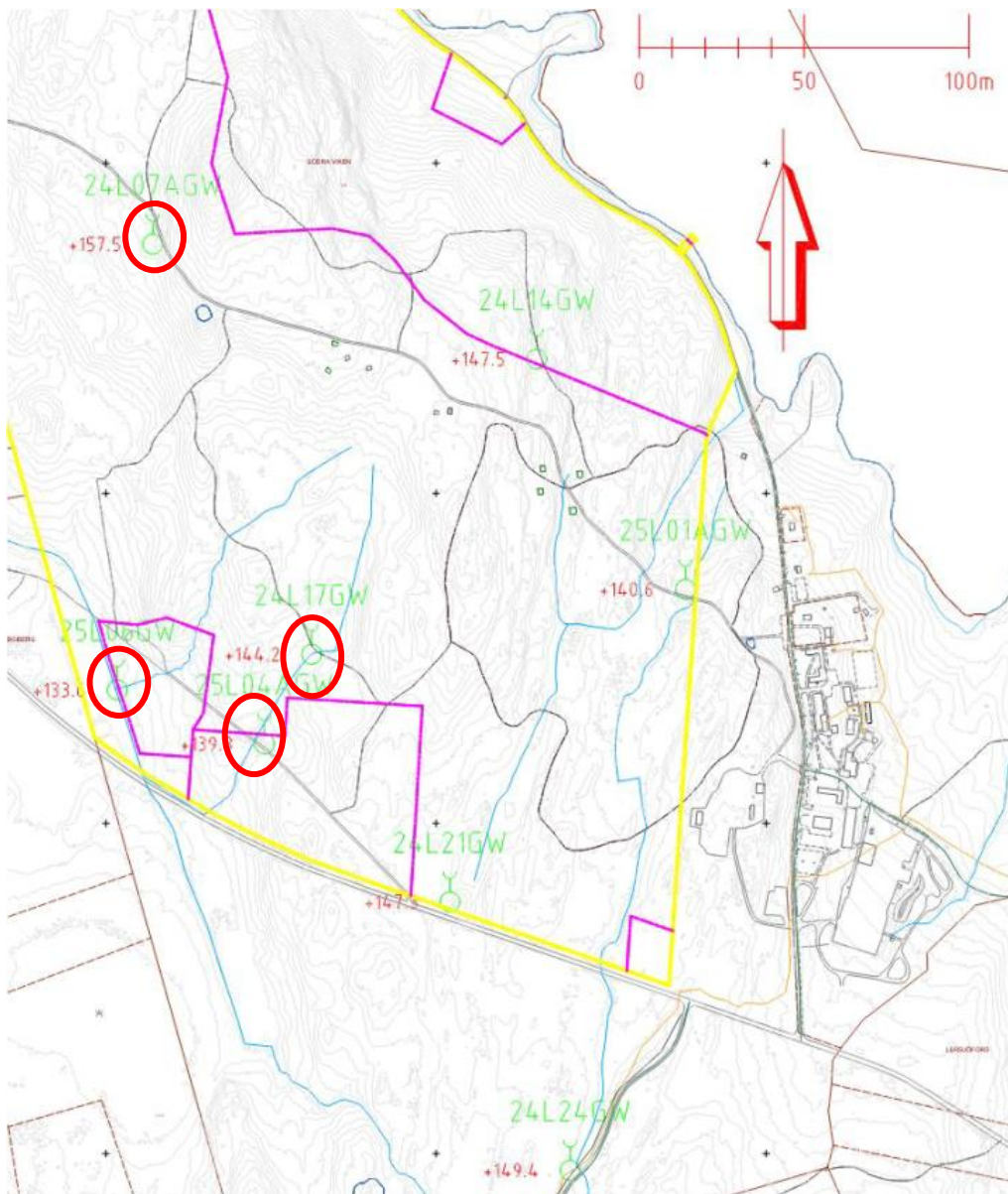
Grundvattenrören har ringats in rött i Figur 10. (Loxia Group, 2026-03-25a)

Bedömningen som görs i undersökningen är att det endast är markvatten som förekommer i jorden. Detta då jordlagren ofta är tunna och det därför endast finns begränsade möjligheter att magasinera vatten under längre tid. Loxia bedömer att det inte finns några större permanenta grundvattensystem. (Loxia Group, 2026-03-25b)

Ingen undersökning kring om berget är sulfidhaltigt har utförts men Loxia Group bedömer att det är låg risk för sulfidhaltigt berg inom området då bergarten inte är utmärkande sulfidförande.

För mer information se *Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik – Detaljplan Climate Arena* (Loxia Group, 2026a) och *Beräknings PM, Geoteknik (BergPM/geo) – Detaljplan för Climate Arena* (Loxia Group, 2026b).

Då det bedöms vara markvatten i jorden bedöms det finnas begränsade möjligheter för infiltration av dagvatten. Dagvattenanläggningar behöver därför anläggas med dräneringsledning för att säkerställa avtappning av dagvattnet.



Figur 10. Grundvattenrörens placering. Planområdesgränsen är markerad med gult. Figuren inhämtad från *Beräknings PM, Geoteknik* (Loxia Group, 2026).

Under 2025 utförde Structor en hydrogeologisk utredning med syfte att beskriva grundvattenförhållandena. Utredningen visar på att det efter exploatering kommer ske en minskning i grundvattenbildning på ca 1 %² vilket bedöms ligga inom osäkerheten i beräkningsunderlaget och därmed är minskningen försumbar.

Ytterligare gör Structor bedömningen att det inte kommer ske någon negativ påverkan på mark- och berggrundvattennivåer till följd av det aktuella planförslaget och planerad bebyggelse. De bedömer platsen som lämplig för placering av föreslagen verksamhet utifrån de hydrogeologiska förutsättningarna.

För mer information se *PM Hydrogeologi* (Structor, 2026-04-21).

² Climate Arena Del av Södra viken 1:8, Sunne kommun – PM Hydrogeologi (Structor, 2025)

4.3 Ytliga avrinningsområden, lågpunkter och avrinningsstråk

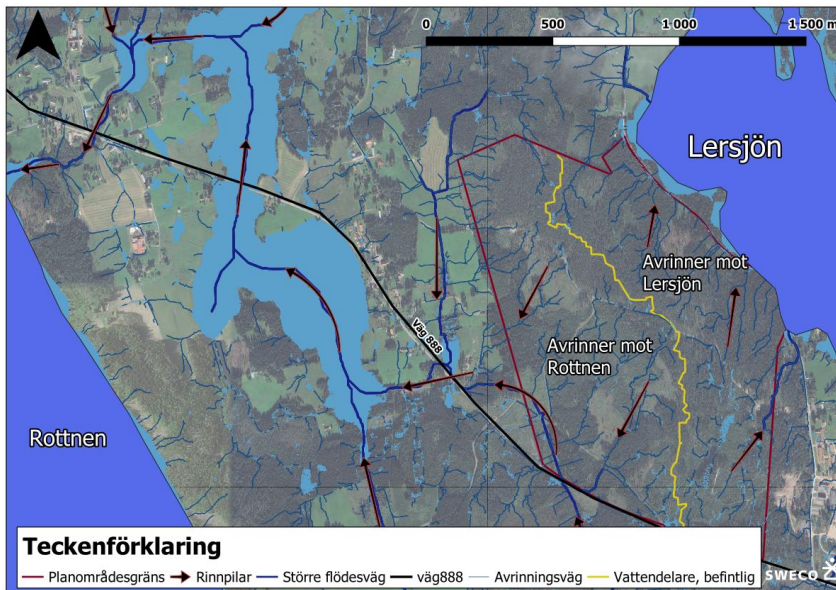
En översiktlig analys har utförts i lågpunktsverktyget SCALGO Live. SCALGO Live är ett verktyg som används för att kartlägga ytliga avrinningsområden, avrinningsvägar och eventuella lågpunkter. I SCALGO Live används Lantmäteriets höjddata med upplösningen 1x1 m. Då analysen endast är av enklare typ tar den inte hänsyn till några dynamiska effekter såsom tid, markens råhet och eventuella dämningar. För att ta hänsyn till detta behöver fördjupade analyser genomföras, exempelvis hydrodynamiska modeller.

Analysen i SCALGO Live har inte tagit hänsyn till någon infiltration. Detta för att kartlägga ytliga avrinningsområden och avrinningsvägar. Analysen är därför inte kopplad till någon specifik regnhändelse.

Analysen visar att det genom planområdet löper en höjdrygg och vattendelare. Detta innebär att avrinning från ungefär halva planområdet sker i en östlig riktning mot Mellersta Lersjön och halva planområdet i en västlig riktning mot en stor lågpunkt nedströms planområdet. Efter att vattnet runnit till lågpunkten avrinner vattnet vidare till sjön Rottnen, se Figur 11. Ytlig avrinning sker både genom naturmarksavrinning, via diken och vattendrag.

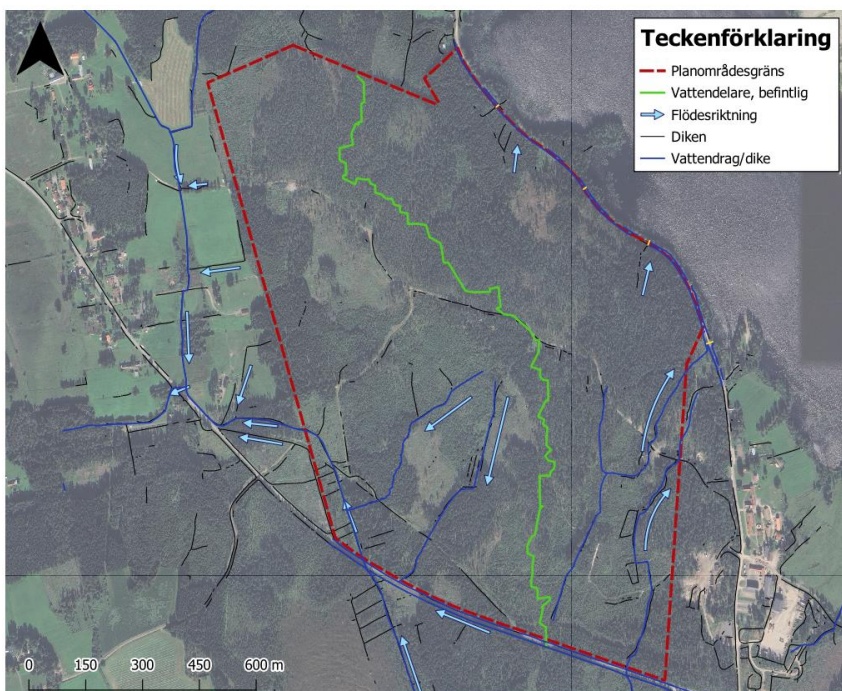
I avrinningsområde "Lersjön/Lerälven" avrinner dagvattnet ytligt i en nordöstlig riktning. Generellt avrinner vattnet via markavrinning men en del avrinner via större avrinningsstråk eller diken, se Figur 11 och Figur 12. Större avrinningsstråk och/eller diken redovisas med blå linje i Figur 11. Det avrinner inte ett samlat flöde till recipienten utan vattnet rinner till Lersjön via ett flertal utloppspunkter. Avrinningsområdet till Lerälven är ca 65 ha stort.

Från avrinningsområde "Rottnen" avrinner dagvattnet främst i en sydvästlig riktning. Avrinningen sker främst ovan mark fram till dess att det når två befintliga diken, se blåa linjer i Figur 11. När dagvattnet samlats upp i diken avrinner vattnet vidare via trumma under väg 888 via en trumma med dimensionen 1300 mm, enligt Trafikverkets öppna data i SCALGO Live. Därefter når vattnet en större lågpunkt som breder ut sig i en kanal/vattendrag. Lågpunkten och kanalen/vattendraget omfattas av det aktiva markavvattningsföretaget beskrivet i avsnitt 4.1.3 *Markavvattningsföretag och vattendomar Vattendraget*. Därifrån rinner vattnet norrut och passerar under vägen igen innan det vänder söderut och återigen avrinner under väg 888. Därefter rinner vattnet vidare till Rottnen. Dimension på trumma/kulvert/öppning där vattnet passerar vägen andra och tredje gången är idag okänt. Avrinningsområdet (inom planområdet) som avrinner till Rottnen är ca 73 ha.



Figur 11. Höjdrygg som löper genom planområdet och som utgör vattendelare vilken delar planområdet i två avrinningsområden. Bakgrundskarta: Google Satellite.

Sveriges Lantbruksuniversitets (SLU) visningstjänst i SCALGO Live visar att det finns ett flertal befintliga diken inom planområdet. Dikena avleder dagvatten, se flödesriktning i Figur 12. Dikenas funktion behöver därför beaktas vid detaljprojekteringen, vilket kan innebära ny dikesdragning, nya avvattningsstråk eller ledningsdragning. Detta för att säkra en fortsatt kontrollerad avrinning inom planområdet. Arbeten i befintliga diken kan kräva anmälan och/eller tillstånd för vattenverksamhet om dessa överskrider en viss storlek och vattenföring.



Figur 12. Befintliga diken inom planområdet. Flödesriktning i diken redovisas med blåa rinnpilar. Diken inhämtade via SLU:s visningstjänst i SCALGO Live. Bakgrundskarta: Google Satellite.

4.4 Befintlig och planerad markanvändning

Planområdet har karterats utifrån befintlig och planerad markanvändning, med hjälp av erhållet underlag, platsbesök och allmänna karttjänster. Markanvändningen för befintlig situation och planerad situation redovisas i Figur 13 och Figur 14 och har sammanställts i Tabell 4-4 och Tabell 4-5.

Redovisade avrinningskoefficienter har tagits fram utifrån rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110 och i webbverktyget StormTac Web (26.1.1).

Då planområdet utgörs av två avrinningsområden har markanvändningen delats in efter dessa; västra och östra. Detta då dagvattnet avrinner till två separata recipienter och behöver redovisas separat avseende flöden och föroreningar. Västra motsvarar avrinningsområdet som avleder dagvatten till Rottnen och Östra motsvarar det avrinningsområde som avleder dagvatten till Lersjön. Storleken på de två avrinningsområdena förändras något efter ombyggnation, detta då områdets marknivåer förväntas ändras något då en uppställningsplats och plats för snö tillverkning tillskapas. Därför skiljer sig summorna åt i tabellerna nedan.

Tabell 4-4. Markanvändning, uppskattade avrinningskoefficienter och areor för befintlig situation. Areor är avrundade.

Markanvändning	Area (m ²)	Area, Västra (m ²)	Area, Östra (m ²)	Avrinningskoefficient (-)
Skogsmark	1 381 200	730 285	650 915	0,10
Tak	590	215	375	0,90
Summa	1381 790	730 500	651 290	-



Figur 13. Befintlig markanvändning. Bakgrund: Lantmäteriet.

Tabell 4-5. Markanvändning, avrinningskoefficienter och areor för planerad situation. Ytorna är indelade per avrinningsområde och har avrundats.

Markanvändning	Area, totalt (m ²)	Area, Västra (m ²)	Area, Östra (m ²)	Avrinningskoefficient (-)
Grusyta	182 100	43 350	138 750	0,40
Grönyta/Skogsmark*	839 460	459 930	379 530	0,10
Väg*	50 090	33 070	17 020	0,80
Tak	289 820	176 000	113 820	0,90
Parkering	20 320	20 320	-	0,80
Summa	1 381 790	732 670	649 120	-

*Vägen är asfalterad.

För den planerade situationen har markanvändningen karterats utifrån erhållen situationsplan. Då utformningen av mindre biytor inte har beslutats har dessa områden markerats som grusytor. Ambitionen är dock att bevara stora delar av dessa som skogsmark.



Figur 14. Planerad markanvändning. Bakgrund: Lantmäteriet.

5 Dagvattenberäkningar

5.1 Flödesberäkningar

Beräkning av dagvattenflöden har gjorts med hjälp av *rationella metoden*, enligt Svenskt Vattens publikation 110, se nedan:

$$q_{dim} = A \times \varphi \times i(t_r) \times kf$$

q_{dim} = dimensionerande flöde, [l/s]

A = avrinningsområdets area, [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet, [l/s, ha]

kf = klimatkoefficient [-]

Dimensionerande nederbördsintensitet beror av rinntiden [min] inom området. Rinntiden motsvarar tiden det tar för hela planområdet att bidra med dagvatten. Det motsvarar därför tiden det tar för vattnet att nå utsläppspunkten. Planområdet är stort och har delats upp i två avrinningsområden utifrån den höjdrygg som utgör vattendelare inom området. För befintlig situation har rinntiden uppskattats till ca 150 min för respektive delavrinningsområde. Dagvattnet har uppskattats avrinna ca 800 m ytligt på mark med en vattenhastighet på ca 0,1 m/s och ca 400 m i dike med en vattenhastighet på ca 0,5 m/s. Detta gäller för båda avrinningsområdena. Rinntiden har beräknats enligt nedan:

$$t_r = \frac{s}{v}$$

t_r = rinntid [min]

s = rinnsträcka [m]

v = hastighet [m/s]

I planerad situation, efter exploatering, har rinntiden uppskattats till ca 40 minuter för avrinningsområde "Rottnen" och ca 45 min för avrinningsområde "Mellersta Lersjön". Flöden har beräknats för respektive avrinningsområde för befintlig och planerad situation. Flöden har beräknats för ett 20-årsregn i enlighet svensk branschstandard: Svenskt vattens publikation P110. För beräkning av flöden i planerad situation tas hänsyn till framtida klimatförändringar. Därför har en klimatkoefficient på 1,25 inkluderats i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110.

Ytterligare har beräkningar utförts för de större takytor. Detta för att jämföra med de beräknade flödena för respektive avrinningsområde. Rinntiden för takytor har uppskattats till 10 minuter.

För beräkning av dimensionerande flöden har areor och avrinningskoefficienter redovisade i Tabell 4-4 och Tabell 4-5 använts. Beräknade flöden redovisas i Tabell 5-1. Beräkningarna visar att flödena ökar till ca det tiodubbla efter exploatering. Ökning av flöden beror på att genomsläpplig mark ersätts med hårdgjorda ytor samtidigt som rinntiden minskar. Rinntiden minskar då vattnet till större del förväntas avledas via takavvattning och ledningsnät vilket innebär en högre vattenhastighet. En minskad rinntid leder i sin tur till en kortare varaktighet på dimensionerande regn och därmed en högre regnintensitet och dimensionerande flöde. Störst flöde avrinner från avrinningsområde "Rottnen". Detta gäller både före och efter exploatering.

Tabell 5-1. Dimensionerande flöden (l/s) från planområdets avrinningsområden för både befintlig och planerad situation och redovisas både med och utan klimatfaktor.

Område	Varaktighet (min)	10-årsregn (l/s)		20-årsregn (l/s)	
		Utan kf	Med kf	Utan kf	Med kf
Befintlig situation					
Västra (Rottnen)	150	270	330	340	410
Östra (Mellersta Lersjön)	150	240	290	290	360
<i>Totalt*</i>	-	<i>510</i>	<i>620</i>	<i>630</i>	<i>770</i>
Planerad situation					
Västra (Rottnen)	40	2500	3200	3200	4000
Östra (Mellersta Lersjön)	45	1800	2300	2300	2900
<i>Totalt*</i>	-	<i>4300</i>	<i>5500</i>	<i>5500</i>	<i>6900</i>

**Detta är endast en summering av de två delflödena för att få en bild av hur mycket flödet ökar totalt ut från planområdet. Detta är inte ett flöde som i praktiken kommer uppstå.*

I Tabell 5-2 redovisas dimensionerande flöden från de större takytorna inom delavrinningsområde västra och östra. Flöden har beräknats för regn med återkomsttiderna 10- och 20 år.

Beräkningarna visar att högre flöden uppstår från takytorna vid ett kortare och mer intensivt regn vilket innebär att dessa flöden bör vara dimensionerande vid projektering av dagvattenanläggningarna. Detta då de ger det största flöde som kommer att passera utsläppspunkten för avrinningsområdet. Dimensionerande flöden redovisas för takytorna i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Dimensionerande flöden (l/s) från de större takytorna inom planområdets båda avrinningsområden i planerad situation, för regn med återkomsttid på 10 och 20 år. Beräknade med och utan en klimatfaktor på 1,25.

Område	Varaktighet (min)	Flöde, 10-årsregn (l/s)		Flöde, 20-årsregn (l/s)	
		Utan kf	Med kf	Utan kf	Med kf
Västra, "Rottnen"	10	3600	4500	4500	5700
Östra, "Mellersta Lersjön"	10	2300	2900	2900	3600

Flöden har även beräknats för skyfall motsvarande en återkomsttid på 100 år. Detta för att få en bättre bild av flöden som avrinner vid extrem nederbörd. Vid beräkning av flöden som avrinner vid skyfall har avrinningskoefficienter för permeabla ytor justerats upp avsevärt till 0,75. Detta för att infiltrationskapaciteten är begränsad vid denna typ av nederbörd och vattnet förväntas i stället avrinna. En begränsad infiltrationskapacitet uppstår till följd av att en ökad regnintensitet antas medföra att vattnet inte hinner infiltrera i marken utan i stället avrinner på ytan.

Beräkningarna visar att flödena vid skyfall beräknas öka med ca 250 % efter exploatering. Observera att då har flödet i befintlig situation utan klimatfaktor jämförts med flöde i planerad situation med klimatfaktor, se tabell nedan.

Tabell 5-3. Flöden (l/s) för regn med återkomsttiden 100 år (skyfall). Flöden har beräknats med och utan klimatfaktor.

Område	Varaktighet (min)	Flöde, 100-årsregn (l/s)	
		Utan kf	Med kf
Befintlig situation			
Västra, "Rottnen"	150	4 300	5 100
Östra, "Mellersta Lersjön"	150	3 800	4 600
<i>Totalt</i>	-	<i>8100</i>	<i>9 700</i>
Planerad situation			
Västra, "Rottnen"	40	12 000	15 000
Östra, "Mellersta Lersjön"	40	10 000	13 000
<i>Totalt</i>	-	<i>22 000</i>	<i>28 000</i>

5.2 Fördröjningsvolym

Idag finns inte några krav på dagvattenfördröjning i kommunen. På grund av avsaknaden av områden nedströms avrinningsområde "östra" föreslås ingen ytterligare fördröjning av dagvatten där. Vattnet föreslås i stället infiltrera, avdunsta och avledas likt befintlig avrinning till recipienten, se avsnitt 4.3 *Ytliga avrinningsområden, lågpunkter och avrinningsstråk*.

För dagvatten som avrinner från avrinningsområde "västra" som avrinner till Rottnen och befintligt markavvattningsföretag föreslås dagvattenanläggningar dimensioneras utifrån dimensionerande flöde som står angivet i markavvattningsföretagets akter och dokument; 1,25 l/s, ha. Från avrinningsområdet motsvarar detta en total avtappning på 91 l/s. Den tillåtna avtappningen har i beräkningarna justeras med en flödesfaktor på 0,67 för att ta höjd för att maximal avtappning inte kan förväntas under hela händelseförloppet.

Eventuella anläggningar för skyfall föreslås inte dimensioneras utifrån flöde angivet i markavvattningsföretaget. Detta då det vid skyfall redan idag avrinner större flöden än vad markavvattningsföretaget är dimensionerat för. Vid skyfall föreslås i stället en fördröjningsvolym som motsvarar flödesökningen efter exploatering jämfört befintlig situation. Erfordrad fördröjningsvolym vid 20- respektive 100-årsregn är beräknad med hjälp av svenskt vattens bilaga 10.6a³. Erforderlig fördröjningsvolym redovisas i Tabell 5-4.

³ [Svenskt Vatten, p110 bilaga 10.6a.](#)

Tabell 5-4. Flöden för befintlig (utan kf) och planerad situation (med kf) vid återkomsttiden 20 år samt erforderlig fördröjningsvolym för att inte öka dagvattenflödet efter exploatering. Beräkningar har även tagits fram för ett 100-årsregn.

Område	Reducerad area (ha)	Flöde, befintlig situation (l/s)	Flöde, Planerad situation (l/s)	Tillåten avtappning (l/s, ha)	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)
20-årsregn					
Västra	26,71	-	5500	1,25	23 700
100-årsregn					
Västra	58,10*	4300	15 000	-	24 500

**Den reducerade arean är högre vid skyfall då avrinningskoefficienten vid skyfall har justerats upp till 0,75.*

Totalt inom planområdet föreslås därför fördröjande åtgärder på minst 23 700 m³. För att inte öka belastningen vid skyfall krävs en fördröjningsvolym på ca 24 500 m³. Förslag på dagvatten- och skyfallshantering samt kontrollerade flödesvägar inom avrinningsområde "östra" redovisas i avsnitt 6 *Förslag på dagvattenhantering* och 9.3 *Hantering av skyfall*. För mer detaljerad information, se dessa avsnitt.

6 Förslag på dagvattenhantering

I följande avsnitt beskrivs föreslagen dagvattenhantering. Åtgärder för dagvattenhantering inom planområdet föreslås utifrån de förutsättningar och riktlinjer som presenterats i utredningen. Då nuvarande skiss av planerad bebyggelse inom planområdet är i mycket tidigt skede är föreslagna lösningar översiktligt beskrivna.

Då planområdet ligger i en lantlig miljö långt ifrån stora industrier och till stora delar kommer planeras med takytor och slutna vägsystem förväntas ytorna ha en låg föroreningsbelastning och avrinnande dagvatten därför vara relativt rent. Sweco gör bedömningen att takdagvatten är tillräckligt rent för att släppas i enklare anläggningar.

Takdagvatten föreslås att renas i öppna diken och/eller dagvattendam innan det når respektive recipient. Detta gäller för samtliga takytor inom planområdet. Fokus för hantering av dagvatten från dessa ytor blir fördröjning och/eller kontrollerad avledning. För takdagvatten som avleds via takavvattning direkt till brunn och ledning måste vattnet genomgå rening i föreslagen dagvattendamm eller dike. Dagvattenhantering för respektive avrinningsområde beskrivs i avsnitten nedan. Stora delar av takvattnet kommer dock avledas till snöttillverkning och användas i verksamheten. Det kommer därför inte lämna planområdet förrän det använts i verksamheten och smältvattnet därifrån renats i reningsverk.

Då projektet befinner sig i ett tidigt skede har dagvattenanläggningarna dimensionerats utan hänsyn till att fördröjning även kommer kunna ske i diken. Detta för att skapa marginaler till vidare arbete i nästa skede. De diken som kommer anläggas inom området kommer att kunna fördröja dagvatten om de anläggs terrasserade och med dämmen.

6.1 Avrinningsområde: västra

Dagvatten som avrinner från det västra avrinningsområdet behöver regleras till ett flöde på 91 l/s. Detta för att förhålla sig till de dimensioneringsförutsättningar, 1,25 l/s,ha, som befintligt och aktivt markavvattningsföretag nedströms planområdet haft vid upprättning av företaget.

En maximal avtappning på 91 l/s motsvarar en fördröjningsvolym på ca 23 700 m³. Detta föreslås tas omhand i ett dammsystem i sydvästra delen av avrinningsområdet, se Figur 15 och Figur 16.



Figur 15. Föreslaget dammsystem som ansluter till befintligt dike innan dagvattnet lämnar fastigheten.

För att underlätta drift och underhåll föreslås driftvägar anläggas runt dammen. Detta för att underlätta arbetet med att rensa och tömma dammen på sediment. Fördammen föreslås anläggas på ett sådant sätt att den kan tömmas på vatten utan att huvuddammen behöver tömmas. Detta underlättar arbetet ytterligare och håller ner kostnaderna för drift och underhåll. I samband med att dagvattenutredningen färdigställts har dagvattendammen förprojekterats med driftväg runt delar av dammen. Dammsystemets utformning och tillhörande driftvägar kommer att ses över ytterligare när dammen och marken detaljprojekteras.

Dagvattendammarna behöver förses med en permanentvolym och reglervolym. Det är i reglervolymen som 23 700 m³ behöver fördelas ut. I samband med färdigställande av dagvattenutredningen har en dagvattendamm med en total volym på 38 000 m³ förprojekterats. Det innebär att ca 14 300 m³ av dessa kan finnas tillgänglig som permanent vattenvolym. I samband med utredningen har två dagvattendammar med dimensioner enligt Tabell 6-1, simulerats i StormTac Web. Detta system ligger till grund för föroreningsberäkningarna presenterade i avsnitt 8 *Föroreningsberäkningar*.

Dagvattendammarna har projekterats med djupet 2,5 m och i detta skede antagits ha slänter med en lutning 1:2. Slänten kan betraktas som brant och bör därför förses med staket eller zoner med grundare vattendjup. Redovisade föroreningsmängder förutsätter att rening sker i damm enligt systemet nedan.

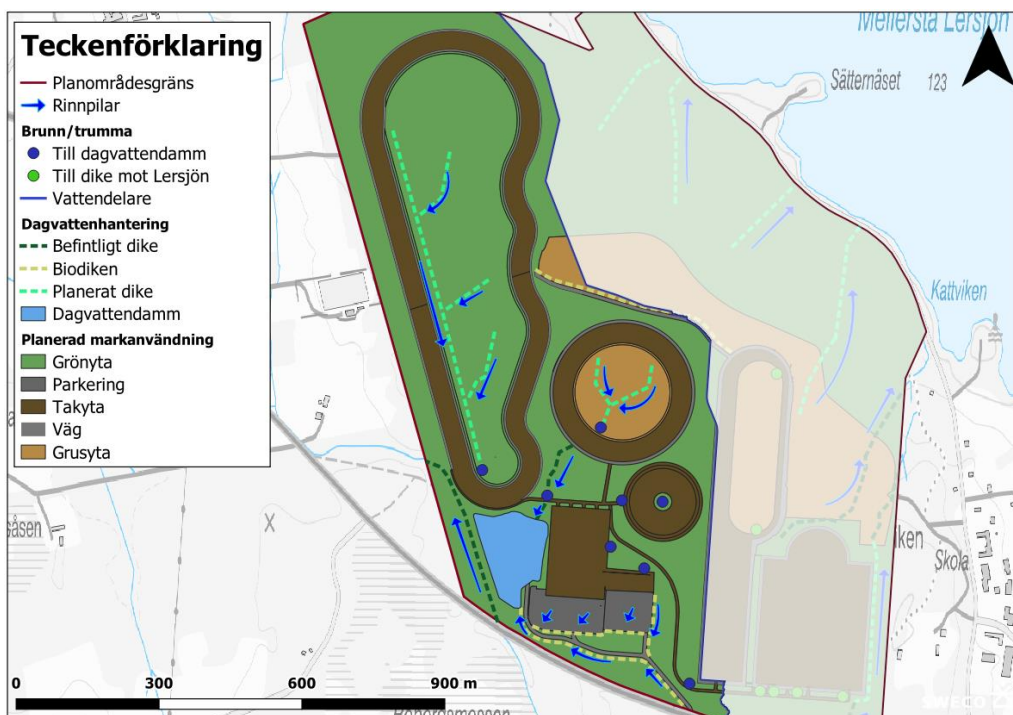
Tabell 6-1. Area, volym och djup för föreslaget dammsystem.

Anläggning	Permanent area (m ²)	Permanent volym (m ³)	Reglervolym (m ³)	Total area (m ²)	Maxvolym (m ³)	Maxdjup (n)
Fördamm	3 100	2 600	5 000	3 800	7 600	2,5
Damm	8 100	7 400	13 400	9400	21 000	2,5
<i>Totalt</i>	<i>11 600</i>	<i>10 000</i>	<i>17 400</i>	<i>13 200</i>	<i>29 600</i>	-

Dagvatten föreslås att avledas till dagvattendammen via brunn och ledning samt dikesstråk. Områden med behov av brunn och ledning har markerats i Figur 16. Brunn och ledning krävs för att leda vatten från området innanför de slutna byggnaderna samt för att avleda vattnet förbi det slutna vägsystemet. Om det slutna vägsystemet planeras allt för djupt, så att vatten inte kan ledas under med självfall behöver det i stället pumpas bort. Frågor om ifall ytorna ska avvattnas med hjälp av trumma och dykarledning eller om pumpar krävs hanteras i detaljprojekteringen. Från takytorna avleds vattnet via takavvattning. Takavvattningen behöver ansluta till ledning eller dikesstråk som avleder dagvattnet till dammen.

Föreslagna diken föreslås på befintliga flödesstråk som föreslås göras något djupare och större. Detta för att säkerställa tillräcklig kapacitet. Byggbarhet, placering, utformning och dimensionering av dikessystemen behöver säkerställas inom detaljprojekteringen. Projektering av ytor, höjder och takavvattning behöver ta hänsyn till planerade dagvattenåtgärder. Detta för att säkerställa att vattnet når dagvattendammen och de öppna dikesstråken.

För infartsvägen, logistikytan och parkeringsytan föreslås dagvattnet tas omhand i biodiken utformade för att efterlikna regnväxtbäddar. Dessa föreslås anläggas med ett ytligt magasin på 200 mm och en substratupbyggnad på 500 mm. Substratupbyggnaden föreslås anläggas med en porositet på 15 %. Substratet behöver vara av en typ med god infiltrationskapacitet med möjlighet för växter att etablera sig. Det föreslås att biodikena anläggs längs med hela vägytan så att vattnet kan avrinna ytligt över kant. För att säkerställa att dagvatten når dagvattendammen föreslås biodikena anläggas med dräneringsledningar och få en bräddfunktion med hjälp av upphöjda kupolbrunnar.



Figur 16. Förslag på dagvattenhantering inom det västra avrinningsområdet. Bakgrundskarta: Lantmäteriet.

Hela det västra avrinningsområdet planeras att ansluta till det befintliga dike som ligger i den sydvästra delen av avrinningsområdet, se streckad linje i Figur 16. I dag är dikets skick och kapacitet okända. Innan systemet tas i bruk och dagvattendammen

ansluter till diket behöver dikets ses över avseende detta, det kan behöva rensas och sediment avlägsnas. Diket behöver även ses över avseende längsgående fall, bottenbredd, djup och bredd. Dikets storlek behöver mätas in för att säkerställa att dammens utlopp anläggs med lämplig storlek för att inte riskera erosion i diket. Detta behöver göras i efterföljande skede i samband med detaljprojekteringen.

6.2 Avrinningsområde: östra

Det östra avrinningsområdet avrinner mot recipienten Lersjön och vattenförekomsten Lerälven. Dit avrinner dagvattnet idag via befintliga diken, trummor, avrinningsstråk och via diffus markavrinning.

Inom det östra delavrinningsområdet bedöms inte fördröjande åtgärder behövas. Detta då avrinningsområdet saknar områden nedströms som skulle kunna ta skada av en ökad avrinning. Dagvattnet behöver dock fortsatt avledas kontrollerat. För att dagvattnet ska kunna avledas kontrollerat till recipienten behöver de befintliga dikena och de befintliga trummorna under korsande grusväg att ses över avseende kapacitet och skick. Detta behöver beaktas i detaljprojekteringen.

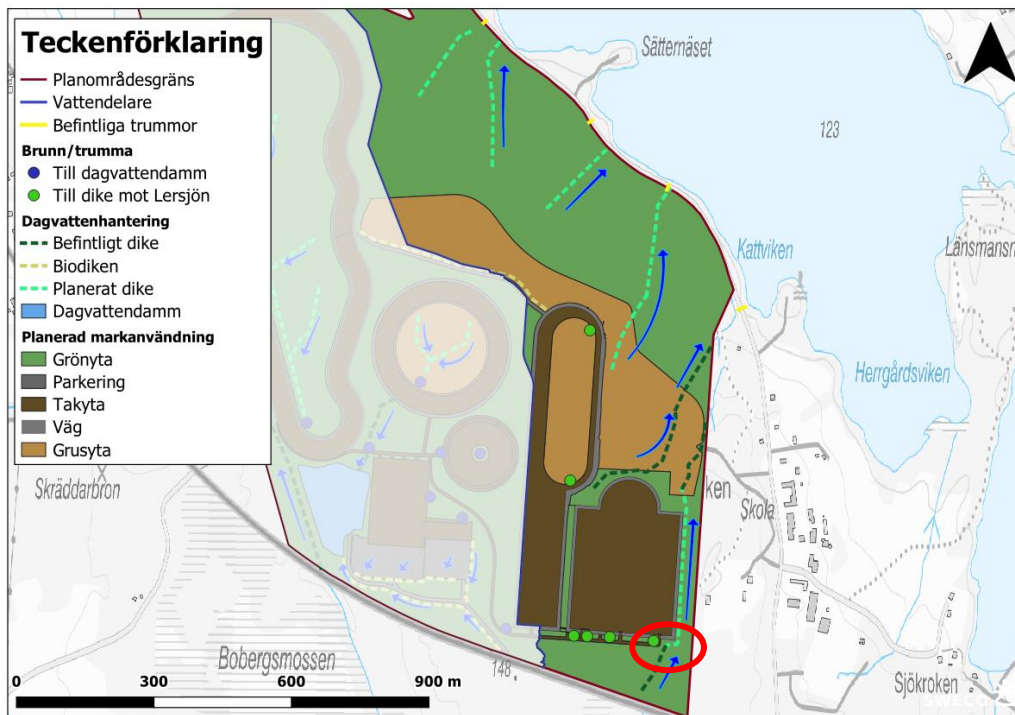
I samband med nybyggnationen kommer delar av de befintliga avrinningsvägarna att brytas och därför behöver dagvattnet ledas om. Detta föreslås göras genom att anlägga nya diken, nya avrinningsstråk eller andra avvattningsvägar, se planerat dike i Figur 17. Där det är möjligt bör befintliga dikesstråk bevaras, se befintligt dike i Figur 17. Några av de föreslagna dikesstråken som är tänkt att avleda dagvattnet norrut är idag befintliga avrinningsstråk. Dessa föreslås breddas och fördjupas för att säkerställa kapaciteten. Befintliga avrinningsstråk i förhållande till planerad bebyggelse redovisas i Figur 27, i skyfallsavsnittet.

För att minska vattenhastigheterna som kan uppstå och minska risken för erosion föreslås dikena anläggas terrasserade med dämmen. Detta kommer sänka vattenhastigheten och minska risken för erosion. Även befintliga diken kan behöva komma att ses över avseende storlek och utformning. Föreslagna diken och avrinningstråk behöver ses över i samband med detaljprojekteringen avseende utformning, placering och kapacitet.

Rening kommer att ske via översilning över grönytor och via de föreslagna dikesstråken. Från denna del av planområdet avrinner störst mängd dagvatten från takytor. Takvatten bedöms som relativt rent och det bedöms därför som tillräckligt att rening sker i dessa typ av anläggningar, se även avsnitt 8.1.2

Föroreningsberäkningar, Mellersta Lersjön (Lerälven). I framtaget förslag har diken med en total längd på ca 1500 m föreslagits. Se föreslagen placering i Figur 17. För att dagvatten ska nå avsedd recipient har instängda lågpunkter föreslagits förses med brunn och trumma/ledning för att nå dikesstråk och därefter Lersjön.

Idag är byggnad (1) placerad på ett befintligt dikesstråk, se avsnitt 9 *Översvämningsrisker och skyfall*, vilket kan orsaka dämningar. För att detta vatten inte ska avrinna åt söder under väg 888 behöver höjdsättning kring markerat område i Figur 17 ses över och planeras så att vattnet kan rinna runt byggnaden. Detta behöver göras vid detaljprojekteringen när höjdsättningen av omkringliggande mark tas fram.



Figur 17. Förslag på dagvattenhantering inom det östra avrinningsområdet. Område markerat i rött bedöms som kritiskt avseende befintliga markhöjder och är därför en kritisk punkt för att avleda vattnet vidare norrut. Bakgrundskarta: Lantmäteriet.

7 Principlösningar

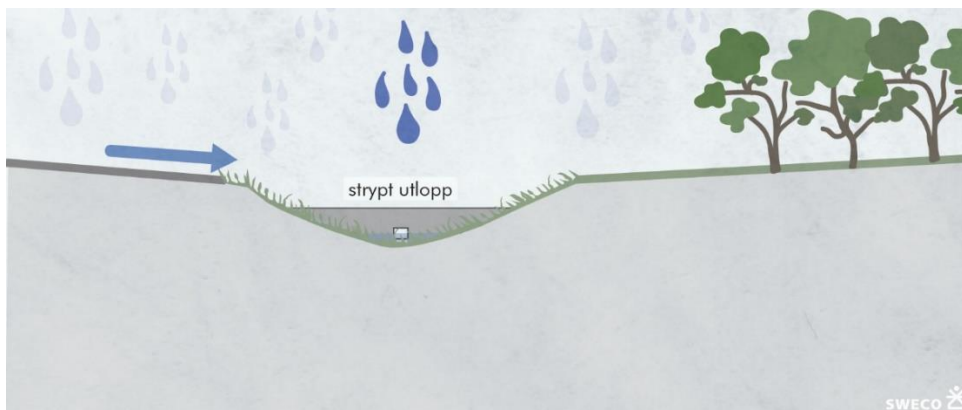
I efterföljande avsnitt presenteras principlösningar för de anläggningar som föreslås. En helhetsbild av dagvattenhanteringen presenteras i avsnitt 6 *Förslag på dagvattenhantering*. Anläggningarna redovisas med hjälp av typskisser och fotade exempel. Redovisade exempel är bara ett av många möjliga utformnings sätt.

7.1 Öppna diken

För dagvatten som avrinner från taket föreslås ett dikessystem med syfte att säkert avleda dagvatten. Dikena möjliggör avledning, viss fördröjning och rening av dagvatten. Rening sker via sedimentering och infiltration. Viss rening sker även via växtupptag. Dikena anläggs nedsänkta med en slänt upp till marknivå, se Figur 18 och Figur 19.

För att tillskapa större möjligheter till fördröjning kan diket delas in i sektioner med hjälp av grövre, sorterad makadam utan nollfraktion, så kallade dämmen. Detta skapar ytterligare filtrering och fastläggning och är en relativt enkel åtgärd som dessutom ökar vattnets uppehållstid i diket, vilket medför ökade möjligheter till infiltration, fördröjning och rening. Makadamvallarna anläggs så att de når ungefär halvvägs till dikeskrön vilket möjliggör att vattnet kan strömma över dem och vidare i diket vid större nederbördshändelser.

För att upprätthålla en god avledning och rening av dagvattnet behöver dikena regelbunden tillsyn och renhållning av skräp och av nedrasat material. Ett par gånger per år behöver diket växthlighet och ackumulerat sediment ses över och rensas vid behov. Efter extrem nederbörd behöver dikessystem ses över för att identifiera och åtgärda eventuell erosion som kan ha uppstått vid de högre flödena.



Figur 18. Principskiss av dike med strypt utlopp (dämme). Bild: Sweco



Figur 19. Dike i tätbebyggt område. Bild: Sweco.

7.2 Biodiken

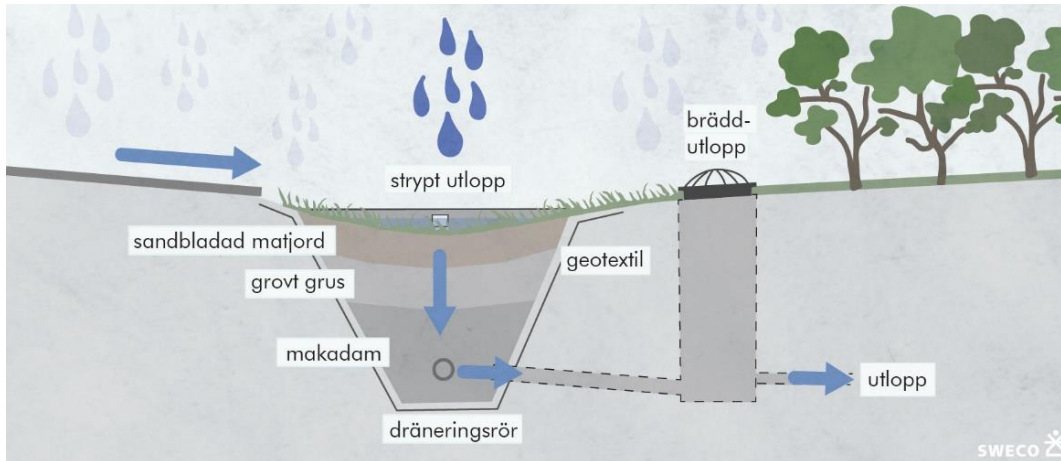
Biodiken har föreslagits omhändertaga dagvatten som avrinner från väg- och parkeringsytor. För att dagvattnet ska kunna rinna ner i anläggningen via yttlig avrinning behöver de anläggas nedsänkta relativt omkringliggande mark. Biodiken är utformade som regnväxtbäddar fast i dikesformat, se Figur 20.

Regnväxtbäddar ger både flödesutjämning och god rening av dagvatten. Rening uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtrerande material. Avskiljning av föroreningar sker även via växtligheten som bidrar till rening genom växtupptag och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Ett biodike fungerar på liknande sätt men har i stället utformats som ett grunt svackdike med flacka släntlutningar och svag längslutning, se Figur 20 och Figur 21. I biodikena fungerar växtligheten även flödesdämpande då vattenhastigheten sänks.

Biodikena avtappas när dagvattnet infiltrerar och perkolerar genom underliggande mark. Det föreslås att biodikena anläggas med dräneringsledning. Detta för att säkerställa vidare avledning när underliggande mark är mättad.

Om biodikena planeras på mark med stor lutning föreslås diket delas in i sektioner via dämmen, se 7.1 *Öppna diken*.

För aktuellt planområdet föreslås biodiken med en reglervolym på ca 200 mm, filtermaterial med ett djup på ca 500 mm. Till anläggningarna avleds dagvattnet ytligt via markavrinning.



Figur 20. Principskiss över ett biodike med strypt utlopp och bräddavlopp. Bild: Sweco.



Figur 21. Exempel på biodike. Bild: Sweco.

7.3 Dagvattendamm

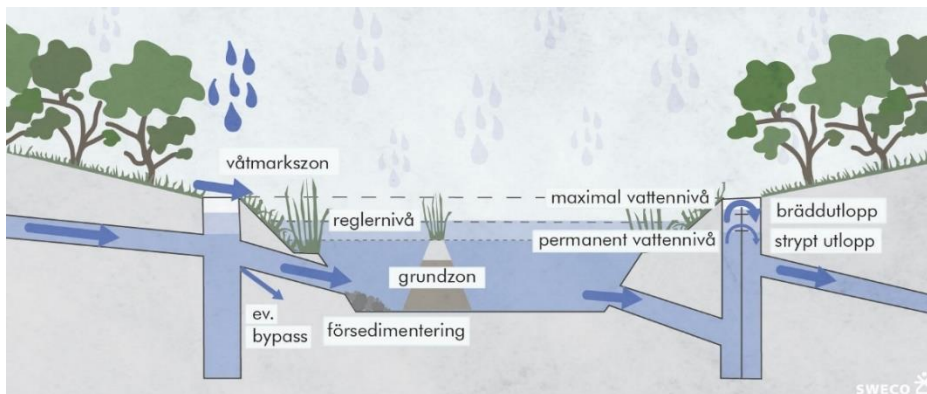
En dagvattendamm är en nedsänkt yta med permanent vattenspegel. Syftet med dagvattendammarna är att rena och fördröja dagvatten. Rening av dagvatten sker till stor del genom sedimentation av partikulära föroreningar. Om dagvattendammen anläggs med växter och växtzoner kommer rening även ske via växtupptag.

Dagvattendammarna rekommenderas att anläggas med en yta på minst 150–250 m². Detta för att kunna ha tillräckliga djup, släntlutningar och längd:bredd:förhållanden. Dammarna rekommenderas generellt anläggas med ett djup mellan 1 m och 2 m. Djupare dammar innebär en risk att skapa syrefattiga botten. Släntlutning rekommenderas inte lägre än 1:3 för att underlätta skötsel. Dammarna med brantare slänter behöver anläggas med staket med avseende på säkerheten.

Längd:bredd:förhållande rekommenderas 2:1-4:1. Detta då långsmala dammar med utlopp på vardera ende ger en högre reningseffekt.

Det rekommenderas ofta att utforma dagvattendammar med en försedimenteringsdamm där grövre sediment kan ackumuleras. Vanligtvis föreslås de anläggas ca 10 % av huvuddammens storlek. De två delarna kan anläggas som två separata dammar eller skiljas åt med en vall, vägg, skärm eller skibord. Detta föreslås för dagvattendammen i sydväst.

Drift- och underhåll behöver ske i form av ogräsrensning och gräsklippning av slänter och skräpplockning. Inlopp, utlopp och bräddavlopp behöver regelbundet ses över för att säkerställa att inget satt igen dem. Efter tid behöver dammar tömmas på sediment. Hur ofta dammarna behöver tömmas på sediment beror på föroreningsbelastningen i inkommande vatten. Det rekommenderas därför att sedimentdjupet mäts med jämna mellanrum. Efter extrem nederbörd föreslås även dammen ses över för att identifiera eventuella erosionsskador.



Figur 22. Principskiss av dagvattendamm. Bild: Sweco



Figur 23. Dagvattendamm med förbyggning. Bild: Sweco.

8 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder genomfördes med dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web version 26.1.1. Modellen är ett verktyg där översiktliga beräkningar av föroreningsbelastning och -halter kan utföras. Indata till modellen är kartlagd markanvändning, årsmedelnederbörd och av StormTac Web schablonhalter framtagna via flödesproportionell provtagning som utförts under en längre tid. Indata avseende markanvändning listas i Tabell 8-1. Årlig nederbörd som använts vid beräkning av föroreningar har inhämtats från SMHI:s närliggande mätstation Sunne A (93 520). Mätstationen har en uppmätt årsnederbörd på 718 mm. För att korrigera för mätförluster multipliceras årsnederbörden med en korrektionsfaktor på 1,16 som ger en beräknad årsnederbörd om 833 mm, vilket är den årsmedelnederbörd som används för föroreningsberäkningarna.

Föroreningsberäkningarna har utförts för respektive recipient och för befintlig situation, planerad situation och planerad situation med dagvattenåtgärder, se efterföljande avsnitt. Resultatet redovisas i Tabell 8-2, Tabell 8-3, Tabell 8-4 och Tabell 8-5.

Tabell 8-1. Markanvändning för planerad situation, area (ha) och avrinningskoefficienter fördelat över avrinningsområdena som avleder dagvatten till Rottnen och Lerälven. Areor är avrundade.

Markanvändning	Area, befintlig situation (ha)	Area, planerad situation (ha)
Västra - Rottnen		
Skogsmark	73,029	45,993
Väg	-	3,3070
Takyta	0,0215	17,600
Grusyta	-	4,3350
Parkering	-	2,0320
<i>Totalt</i>	<i>73,0500</i>	<i>73,267</i>
Östra – Mellersta Lersjön		
Skogsmark	65,092	37,953
Väg	-	1,7020
Takyta	0,0375	11,182
Grusyta	-	13,8750
<i>Totalt</i>	<i>65,1290</i>	<i>64,120</i>
Totalt	138,180	138,180

8.1.1 Föroreningsberäkningar, Rottnen

Resultatet visar att exploatering av naturmarken ger ökade mängder och halter för majoriteten av de undersökta ämnena. Planförslaget kommer att leda till ökad föroreningsbelastning från planområdet på grund av förändrad markanvändning och på grund av att mark med relativt låg föroreningsbelastning (skogsmark) ersätts med hårdgjorda ytor med relativt högre föroreningsbelastning.

Föroreningsberäkningarna förutsätter att logistikytan, parkeringsytan och infartsvägen upp till denna renas i biodiken och att resterande hårdgjorda ytor avrinner till dagvattendamm som anläggs med möjlighet för rening i två steg. Rening har även tillgodoräknats i det befintliga dike där dammen planeras ha sitt utlopp. Diket är ca 300 m långt inom fastighetsgränsen. Rening som sker nedströms fastigheten har inte tillgodoräknats. Mängderna ökar även på grund av att storleken på avrinningsområdet ökar något efter exploatering. Detta på grund av utfyllnad av en yta norr om byggnad (5). Exploateringen kommer även innebära att mängden dagvatten som avrinner är större, vilket också bidrar till den ökade belastningen.

Resultatet visar, se Tabell 8-2, att:

- Ämnen som förväntas öka efter ett genomförande av planförslaget även efter dagvattnet genomgått rening är: kväve, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, suspenderad substans, olja, och BaP. Mängderna bedöms minska öka med mellan 8 % och 450 % där störst ökning sker för fosfor.
- Ämnen som förväntas minska efter ett genomförande av planförslaget även efter dagvattnet genomgått rening är: bly, BDE 47, BDE 99, BDE 209. Mängderna bedöms minska med mellan 8 % och 58 % där störst minskning sker för BDE 209.

Eftersom dagvattnet är så rent redan innan rening uppnås minsta möjliga utloppshalt i beräkningsverktyget avseende fosfor. Det har därför inte varit möjligt att beräkna reningen av fosfor, varför det i beräkningarna gjorts det konservativa antagandet att ingen ytterligare rening av fosfor sker i dagvattendammarna.

Tabell 8-2. Föroreningsbelastning (kg/år) avseende befintlig situation, planerad situation och planerad situation med dagvattenåtgärder för recipienten Rottnen. Orange markering redovisar en ökning i föroreningsbelastning och grön markering redovisar en minskning i föroreningsbelastning i förhållande till befintlig situation.

Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder		Planerad situation med dagvattenåtgärder	
		Belastning [kg/år]	Ökning/minskning (%)	Belastning [kg/år]	Ökning/minskning (%)
Fosfor (P)	3,8	17	347%	17*	347%*
Kväve (N)	74	410	454%	210	184%
Bly (Pb)	0,60	1,6	167%	0,67	-22%
Koppar (Cu)	1,3	5,4	315%	2,0	54%
Zink (Zn)	3,8	17	347%	4,1	8%
Kadmium (Cd)	0,021	0,12	471%	0,056	167%
Krom (Cr)	0,52	1,4	169%	0,6	15%
Nickel (Ni)	0,65	1,3	100%	0,81	25%
Kvicksilver (Hg)	0,0015	0,0056	273%	0,0028	87%
Suspenderad substans (SS)	3900	9800	151%	4200	8%
Olja	19	58	205%	25	32%
BaP	0,0011	0,0046	318%	0,002	82%
BDE 47	0,000026	0,000056	115%	0,000024	-8%
BDE 99	0,000031	0,000070	45%	0,000029	-39%
BDE 209	0,0036	0,0055	-11%	0,0029	-58%

* Eftersom dagvattnet är så rent redan innan rening uppnås minsta möjliga utloppshalt i beräkningsverktyget avseende fosfor. Det har därför inte varit möjligt att beräkna reningen av fosfor, varför det i beräkningarna gjorts det konservativa antagandet att ingen ytterligare rening av fosfor sker i dagvattendammarna.

Efter ett genomförande av aktuellt planförslag (innan vattnet genomgått rening i anläggning) förväntas föroreningshalterna att öka, se Tabell 8-3. Efter att vattnet genomgått rening i dagvattendamm och i dike så beräknas halterna att minska för bly, koppar, zink, krom, nickel, SS, olja, och PBDE:erna. För resterande ämnen bedöms halterna att öka.

Resultatet visar generellt en god reningseffekt i föreslagna anläggningar men att orsaken till att föroreningsbelastningen från dagvatten ökar är att mängden dagvatten som avrinner på ytan ökar jämfört befintlig situation där stora delar av dagvattnet infiltrerar ner i marken. Beräknade föroreningsmängder tar dock inte hänsyn till att stora delar av takdagvattnet kommer att avledas till snötillverkning. Det kommer därför inte att ledas ut från recipienten utan i stället användas för snö som används inom verksamheten.

För mer information om mängden dagvatten som avrinner från planområdet, se 10 Påverkan på MKN.

Tabell 8-3. Föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) avseende befintlig situation, planerad situation och planerad situation med dagvattenåtgärder för recipienten Rottnen. Orange markering redovisar en ökning och grön markering redovisar en minskning i föroreningshalt i förhållande till befintlig situation.

Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder [$\mu\text{g/l}$]	Planerad situation med dagvattenåtgärder [$\mu\text{g/l}$]
Fosfor (P)	16	46	46*
Kväve (N)	310	1100	570
Bly (Pb)	2,5	4,2	1,8
Koppar (Cu)	5,6	14	5,4
Zink (Zn)	16	45	11
Kadmium (Cd)	0,089	0,31	0,15
Krom (Cr)	2,2	3,7	1,6
Nickel (Ni)	2,7	3,6	2,1
Kvicksilver (Hg)	0,0063	0,015	0,0075
Suspenderad substans (SS)	16 000	26 000	11 000
Olja	79	150	67
BaP	0,0044	0,012	0,0052
BDE 47	0,00011	0,00015	0,000063
BDE 99	0,00013	0,00018	0,000077
BDE 209	0,015	0,15	0,0076

* Eftersom dagvattnet är så rent redan innan rening uppnås minsta möjliga utloppshalt i beräkningsverktyget avseende fosfor. Det har därför inte varit möjligt att beräkna reningen av fosfor, varför det i beräkningarna gjorts det konservativa antagandet att ingen ytterligare rening av fosfor sker i dagvattendammarna.

8.1.2 Föroreningsberäkningar, Mellersta Lersjön (Lerälven)

Resultatet visar att exploatering av naturmarken ger ökade mängder och halter för majoriteten av de undersökta ämnena. Planförslaget kommer att leda till ökad föroreningsbelastning från planområdet på grund av förändrad markanvändning. Mark med relativt låg föroreningsbelastning (skogsmark) ersätts med hårdgjorda ytor som med relativt högre föroreningsbelastning.

Föroreningsbelastningen beräknas öka för majoriteten av de undersökta ämnena endast mängden bly, olja, och BDE 209 förväntas att minska.

Mängden fosfor ökar på grund av begränsningar i beräkningsverktyget. Minsta möjliga utloppshalt har uppnåtts vilket innebär att fosfor kommer tillföras dagvatten. Det bedöms dock inte vara någon risk för att fosfor ska tillföras dagvattnet.

Tabell 8-4. Föroreningsbelastning (kg/år) avseende befintlig situation, planerad situation och planerad situation med dagvattenåtgärder för recipienten Lerälven. Orange markering redovisar en ökning i föroreningsbelastning och grön markering redovisar en minskning i föroreningsbelastning i förhållande till befintlig situation.

Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder		Planerad situation med dagvattenåtgärder	
		Belastning [kg/år]	Ökning/minskning (%)	Belastning [kg/år]	Ökning/minskning (%)
Fosfor (P)	3,4	10	163%	10*	163%*
Kväve (N)	66	320	332%	270	265%
Bly (Pb)	0,54	0,92	53%	0,71	-22%
Koppar (Cu)	1,2	3,4	162%	2,9	123%
Zink (Zn)	3,4	11	189%	8,0	111%
Kadmium (Cd)	0,19	0,076	262%	0,054	157%
Krom (Cr)	0,46	0,71	37%	0,61	17%
Nickel (Ni)	0,58	0,88	35%	0,71	9%
Kvicksilver (Hg)	0,0013	0,0029	93%	0,0027	80%
Suspenderad substans (SS)	3500	5100	31%	4000	3%
Olja	17	27	42%	14	-26%
BaP	0,00095	0,0026	136%	0,0023	109%
BDE 47	0,000023	0,000043	65%	0,000031	19%
BDE 99	0,000028	0,000053	71%	0,000038	23%
BDE 209	0,0032	0,0044	22%	0,0034	-6%

* Eftersom dagvattnet är så rent redan innan rening uppnås minsta möjliga utloppshalt i beräkningsverktyget avseende fosfor. Det har därför inte varit möjligt att beräkna reningen av fosfor, varför det i beräkningarna gjorts det konservativa antagandet att ingen ytterligare rening av fosfor sker i dagvattendammarna.

Föroreningshalterna bedöms öka något för majoriteten av ämnena i dagvattnet som avrinner till Lerälven. Halterna bedöms öka för samtliga ämnen med undantag för bly, krom, nickel, SS, olja, BDE 47, BDE 99, BDE209.

Tabell 8-5. Föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) avseende befintlig situation, planerad situation och planerad situation med dagvattenåtgärder för recipienten Lerälven. Orange markering redovisar en ökning och grön markering redovisar en minskning i föroreningshalt i förhållande till befintlig situation.

Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Planerad situation utan dagvattenåtgärder [$\mu\text{g/l}$]	Planerad situation med dagvattenåtgärder [$\mu\text{g/l}$]
Fosfor (P)	16	35	35*
Kväve (N)	310	1100	930
Bly (Pb)	2,5	3,1	2,4
Koppar (Cu)	5,6	12	9,8
Zink (Zn)	16	37	27
Kadmium (Cd)	0,089	0,26	0,18
Krom (Cr)	2,2	2,4	2,1
Nickel (Ni)	2,7	3,0	2,4
Kvicksilver (Hg)	0,0063	0,0099	0,0092
Suspenderad substans (SS)	16 000	17 000	13 000
Olja	79	93	48
BaP	0,0044	0,0087	0,0079
BDE 47	0,00011	0,00015	0,00010
BDE 99	0,00013	0,00018	0,00013
BDE 209	0,015	0,015	0,011

* Eftersom dagvattnet är så rent redan innan rening uppnås minsta möjliga utloppshalt i beräkningsverktyget avseende fosfor. Det har därför inte varit möjligt att beräkna reningen av fosfor, varför det i beräkningarna gjorts det konservativa antagandet att ingen ytterligare rening av fosfor sker i dagvattendammarna.

8.1.3 Analys, föroreningar

Då planområdet befinner sig i lantlig miljö långt ifrån stora industrier och tät trafik är bedömningen att dagvatten från takytorna inom området kommer att vara relativt rent. Det bedöms därmed inte föreligga något behov att anlägga mer avancerade reningsåtgärder än fördröjning och rening i gräsdiken för takdagvattnet eller dagvattendamm där takvattnet inte kan avledas via dike. Det förutsätter att takytorna inte anläggs med material som riskerar att urlaka föroreningar, som till exempel koppar och zink.

Resultatet av utförda beräkningar för respektive recipient ska ses som indikationer och inte faktiska värden. Detta då beräknade halter baseras på schablonhalter i StormTac Web som tagits fram för olika markanvändningstyper. Schablonhalterna har tagits fram utifrån data inhämtad från olika studier. För en del av de undersökta parametrarna bland annat BaP och kvicksilver baseras resultatet på endast en eller två studier vilket ger stora osäkerheter i utförda beräkningar. I StormTac Web:s egen guide rekommenderas inte dagvattenanläggningar att dimensioneras med hänsyn till kvicksilver och BaP på grund av de stora osäkerheterna kring indata avseende dessa

ämnen. Beräknade halter och mängder för de två parametrarna bör därför inte vara dimensionerande eller utslagsgivande.

Utförda beräkningar visar att mängder och halter för ett flertal av de studerade ämnena ökar relativt befintliga nivåer. För Rottnen ökar mängden fosfor, kväve, kadmium, kvicksilver och BaP. För Lerälven ökar föroreningsmängderna för fosfor, kväve, koppar, zink, kvicksilver och BaP. Detta även efter att vattnet genomgått rening i föreslagen dagvattenhantering.

Föroreningarna bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel i dagvatten kan kopplas till en ökad grad av bebyggelse och ökad fordonstrafik. Byggnader, fasader och korrosion av byggnadsmaterial kan kopplas till utsläpp av koppar, zink, krom och nickel. Det visar att val av material vid byggnation därmed blir viktigt för att i så stor utsträckning som möjligt minska spridning av föroreningarna från planområdet. Material som ger upphov till föroreningar av koppar, zink, krom och nickel bör om möjligt undvikas.

Bly-, koppar-, zink-, kadmium-, krom-, nickel- och oljeföroreningar kan kopplas till bilar och biltrafik, såsom slitage av bromsbelägg, korrosion från bildelar förslitning av däck samt erosion av vägbanan. Inom planområdet har därför renande dagvattenåtgärder föreslagits i anslutning till biltrafikerade ytor så som vägar och parkeringsytor. Detta för att minska de nämnda föroreningarna.

Som tidigare nämnt varierar kvaliteten på underlaget i StormTacs databas för beräkning av de olika ämnena. Det råder stora osäkerheter kring det beräknade resultatet och att felmarginalen varierar mellan 37 och 670 % för de olika ämnena i den här utredningen. Det innebär att beräknade mängder som släpps ut från de olika utsläppspunkterna och kan variera och vara ca 37 – 670 % lägre (eller högre) än vad som har beräknats.

Val av åtgärder beskrivs i avsnitt 7 *Principlösningar*. Påverkan på recipient och diskussion kring val av dagvattenåtgärder tas även upp i avsnitt 10 *Påverkan på MKN*.

9 Översvämningsrisker och skyfall

9.1 Närliggande vattendrag och sjöar

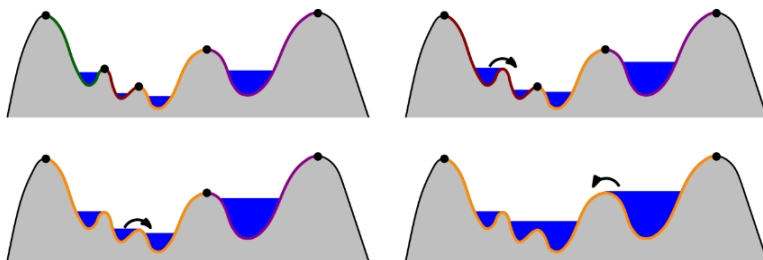
För planområdet är Mellersta Lersjön det närmsta ytvattnet. Vattennivån där har i SCALGO Lives höjddata uppskattats ligga på ca + 123 m. Anläggningen planeras ca 300 m från sjöns yta och planeras på mark med marknivåer omkring + 150 m. Det ger en marginal till sjöns yta på minst 27 m. Det bedöms därför inte finnas någon risk för översvämning via höga nivåer i sjön.

9.2 Skyfall

En analys har utförts i SCALGO Live för att göra en övergripande bedömning avseende översvämningsrisker. SCALGO Live är ett GIS-baserat verktyg som används för att analysera avrinningsområden, lågpunkter och avrinningsvägar. Verktyget används för att få en övergripande systemförståelse vid nederbörd och skyfall. SCALGO Live tar inte hänsyn till några dynamiska aspekter i avrinningsförloppet såsom tid, markens råhet eller eventuella dämningseffekter utan det förutsätts att allt regn når lågpunkterna direkt. Verktyget ger en bra första bild av terrängens lågpunkter och vattenmassors djup samt utbredning vid olika nederbörds mängder. För att kunna inkludera dynamiska effekter nämnt ovan krävs en

mer utförlig skyfallskartering. Idag finns det ingen dynamisk skyfallskartering framtagen.

Enligt de topografiska förutsättningarna bidrar vatten från hela avrinningsområdet som ansamlas i tillgängliga lågpunkter. När en mindre lågpunkt har fyllts till sin tröskelnivå med nederbörd fylls nedströms lågpunkter tills vattnet når utströmmande punkt i sjö eller hav, se Figur 24.



Figur 24: Konceptuell bild som visar fem vattendelare och fyra avrinningsområden. Så snart lågpunkten nått sitt tröskelvärde kommer vatten flöda nedströms vilket ger upphov till en ny vattendelare (SCALGO Live, 2023).

För att lokalisera instängda områden (lågpunkter) och avrinningsvägar vid ett skyfall har 1000 mm regn applicerats i SCALGO Live. Detta är en väldigt stor mängd vatten och kan betraktas som en "worst-case" scenario. En regnvolymer på 1000 mm överstiger den årliga nederbörden vilket innebär att sannolikheten att detta inträffar är extremt låg.

9.2.1 Befintlig situation

Analysen för befintlig situation utfördes utifrån befintliga marknivåer och redovisas i Figur 25. Framtaget kartunderlag visar hur vattnet rinner på ytan inom fastigheten i dagsläget, samt vilka lågpunkter som bildas. Beskrivet i tidigare avsnitt 5.4 Befintlig avvattning sker avrinningen generellt i två riktningar: sydväst och nordöst. Dagvattnet som avrinner från de östra delarna av planområdet avrinner med nordöstlig riktning mot Mellersta Lersjön och från de västra delarna en sydvästlig riktning, mot Gräsmarksvägen och därefter åt väster.

Analysen visar att det inte bildas några större lågpunkter inom fastigheten. Vattnet rinner av utan risk för översvämning och instängda lågpunkter. De lågpunkter som skapas varierar i storleken 3–50 m³. En något större lågpunkt ansamlas i den östra delen av planområdet, se inringat område i figuren nedan. Lågpunkten rymmer ca 300 m³.

Analysen inkluderar trummor som lagts till av SCALGO Live för att komplettera befintlig höjdmödel. Trummornas placering baseras på AI och kan därför avvika något mot verkligheten. Inga trummor i analysen, AI-tillagda och via data från Trafikverket, innehåller några dimensioner, utan allt vatten förutsätts kunna rinna igenom. Detta innebär att trummorna förutsätts ha full kapacitet och inte orsaka några dämningar. Igensatta trummor eller trummor med bristfällig kapacitet kan inte simuleras i SCALGO.

Analysen visar även vattnets väg till en större lågpunkt belägen nedströms fastigheten. Lågpunkten omfattas av befintligt markavvattningsföretag som idag är aktivt och förvaltas av de boende inom markavvattningsföretaget. Vid simulerat regnscenario har lågpunkten uppnått maximal utbredning.



Figur 25: Avrinning och lågpunkter vid skyfall i befintlig situation. Planområdet är markerat i svart. Källa: SCALGO Live.

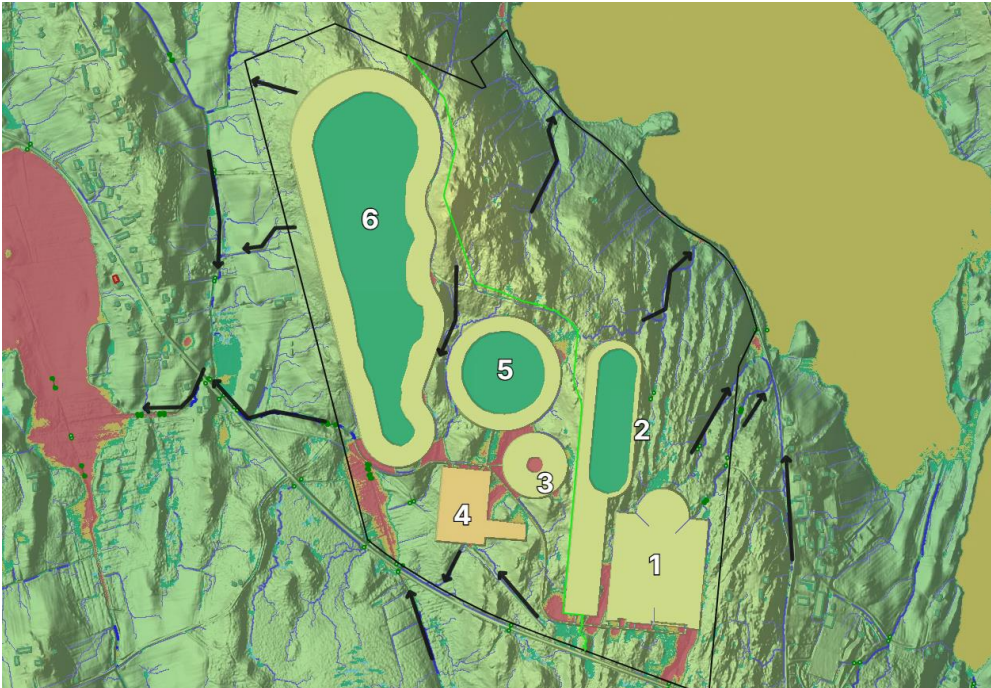
9.2.2 Framtida situation

En analys i SCALGO Live har utförts för en framtida situation med hänsyn till planerade byggnader. Analysen inkluderar endast planerade byggnader vilket innebär att inga förändringar gjorts för omkringliggande mark. Det beror på att höjdsättningen inte färdigställts vid dagvattenutredningens färdigställande. Den verkliga avrinningen kommer därför att skilja sig något än simulerad situation. Analysen ger dock en bra bild över situationen och problem som behöver hanteras med hjälp av höjdsättning vilket kan beaktas i detaljprojekteringen.

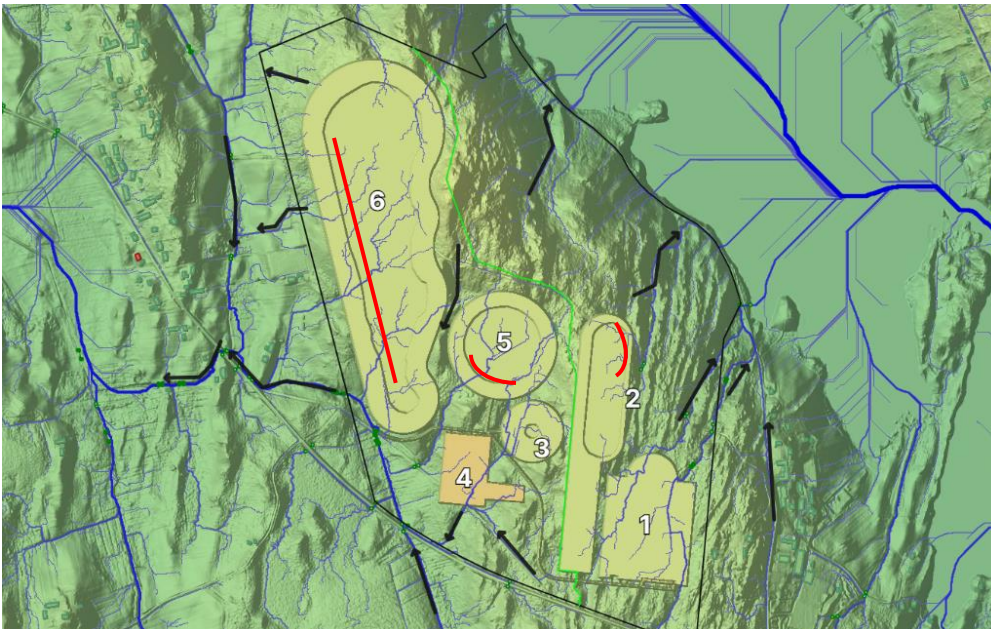
Byggnaderna i analysen benämns 1–6, se Figur 26. Mark innanför, "innergårdarna", de planerade byggnaderna 2,3,5 och 6, se Figur 27, har sänkts ner. Det innebär att situationen inom byggnaderna blir något missvisande då marken med stor sannolikhet planeras mer likt befintlig situation.

- Då marken inom de planerade byggnaderna planeras bli instängd behöver området förses med ledning till fastighetens ledningsnät. Alternativt kan delar av ytan planeras något nedsänkta dit vattnet tillåts avrinna och tillfälligt uppehållas innan det infiltrerar ner i underliggande mark. Detta för att säkerställa att vattnet inte ställer sig mot delar av konstruktionen där vattnet kan göra skada.
- Byggnaderna 1, 3, 4, 5 och 6 samt vägsystemet mellan de olika byggnaderna planeras på befintliga avvattningsstråk, Figur 27. Detta innebär att vatten ansamlas kring de södra delarna av byggnader 1, 2, 5 och 6. Detta då vattnet däms upp utan möjlighet för vidare avledning.
- På insidan av de öppna byggnaderna 2, 3, 5 och 6 samlas vatten som inte kan rinna vidare mot recipienten. I stället ansamlas vatten som kan orsaka översvämning och skada på konstruktionen.

- Från södra sidan av Gräsmarksvägen avrinner ett dike norrut in på planområdet. I detta område förväntas stora mängder vatten samlas vid skyfall, se markerat område i Figur 26. Här planeras även dagvattendammen, se avsnitt 6 *Förslag på dagvattenhantering*.



Figur 26: Avrinning och lågpunkter vid skyfall efter exploatering. Planområdet är markerat i svart, vattendelare i grönt och flödesriktning med svarta rinnpilar. Bakgrundskarta: SCALGO Live.



Figur 27. Befintliga avrinningsstråk och planerade byggnader. Planområdet är markerat i svart, vattendelare i grönt och flödesriktning med svarta rinnpilar. Röda linjer indikerar vart vattnet ansamlas vid skyfall om marknivåerna på "innergårdarna" planeras likt befintlig höjdsättning. Bakgrundskarta: SCALGO Live.

När dagvattenutredningen färdigställts har ännu ingen detaljerade markhöjder tagits fram. Detta innebär att analysen behöver utgå ifrån befintliga höjder. Innanför de planerade byggnaderna har marken endast sänkts ner vilket skapar stora pooler. Det är mer sannolikt att vattnet avrinner mer likt befintlig situation (åt sydväst) och ansamlas längs med de röda linjerna i Figur 27. Det innebär att vattnet troligen avrinner mot de södra delarna av byggnaderna där vattnet kommer ställa sig mot konstruktionen. Detta om inga större ändringar görs innanför byggnadskonstruktionen.

För byggnad 2 som ligger inom det nordöstra avrinningsområdet kommer vattnet sannolikt att avrinna åt öster och därmed ställa sig intill den östra konstruktionen.

En lågpunktskartering utförs vanligtvis som första steg för att analysera avrinning och eventuella översvämningsrisker. Aktuellt planförslag planerar in ytliga volymer runt om på planområdet, se avsnitt 9.3 Hantering av skyfall. Planförslaget bedöms inte negativt påverka skyfallssituationen nedströms. Om det i detaljprojekteringen inte går att skapa tilltänkta skyfallsytor och volymer kan det behöva tas fram en hydrodynamisk skyfallsmodell för att säkerställa att planförslaget inte kan komma påverka området nedströms negativt avseende skyfall.

9.3 Hantering av skyfall

För att minska risken att vattnen ställer sig längs med konstruktionen där vattnet kan orsaka skada behöver marken anläggas med lutning bort från fasad. Enligt Boverkets rekommendationer ska marken anläggas med en lutning på minst 1:20 de tre första metrarna från fasad. Därefter kan marken anläggas med lägre lutning. Detta för att säkerställa avrinning och minska risken att vattnet ställer sig mot fasaden vilket kan orsaka skada. Vid entréer där lutningen inte kan anläggas 1:20 föreslår Boverket avskärande avvattningsrännor för att avleda vattnet.

Delar av konstruktionen kommer inte vara översvämningskänslig och därmed kommer det vara möjligt för vattnet att stå mot konstruktionen temporärt. Detta kommer vara nödvändigt för att möjliggöra uppströms fördröjning och minska belastningen nedströms vid skyfall. Därför föreslås:

- Nedsänkta ytor på insidan av de öppna byggnaderna 2, 5 och 6. Där kan vatten stå utan risk för att skada fasad eller annan konstruktion. Ytorna kan utformas som stora torrdammar eller breda dikesstråk. Ytorna kan tappas av via brunn och ledning och/eller via infiltration.
- Anpassad höjdsättning som möjliggör avrinning mot delar av konstruktionen där det bedöms lämpligt för att skapa fördröjd avrinning. Dessa områden behöver planeras utan entréer eller andra öppna konstruktioner för att vattnet inte ska kunna rinna in i byggnaderna.
- Byggnaderna 1, 3, 4, 5 och 6 samt vägsystemet mellan de olika byggnaderna som planeras på befintliga avvattningsstråk behöver förses med trummor och ytliga avrinningsvägar. Dessa föreslås vara dimensionerade för ett 20-årsregn och kommer därmed kunna orsaka tillfälliga dämningar vid skyfall.

För hantering av skyfall föreslås de stora delar av de uppkomna volymerna att hanteras ytligt uppströms den planerade dagvattendammen, även om dagvattendammen planeras överdimensionerad. Detta för att inte riskera riva upp sediment och suspenderade partiklar.

Detaljprojekteringen behöver beakta skyfallshantering. Höjdsättningen ska utformas på ett sätt så att lågpunkter bildas mellan byggnader och därefter avvattnas ner mot dagvattendammen.

Utförda flödesberäkningar visar att fördröjningsvolymen på omkring 24 500 m³ krävs för att inte öka flödet som avrinner från det västra avrinningsområdet, vid skyfall, ner mot befintligt markavvattningsföretag eller befintlig bebyggelse. Denna volym planeras delvis omhändertas i föreslagen dagvattendamm men även runt om på fastigheten i vattenansamlingar som skapas i samband med byggnation av det slutna vägsystemet, se ansamlingar i Figur 26. I och med att det slutna vägsystemet anläggs kommer en volym på ca 16 000 m³ skapas. Lågpunkterna föreslås tappas av med ett flöde motsvarande ett 20-årsregn. Därifrån avrinner dagvattnet till dagvattendammen i sydväst för fördröjning innan utsläpp till nedströms dike.

10 Påverkan på MKN

I aktuellt avsnitt har en översiktlig bedömning över planförslagets påverkan på satta miljö kvalitetsnormer gjorts. Bedömningarna har gjorts för Lerälven och Rottnen samt grundvattenförekomsten. För grundvattenförekomsten har bedömningen utförts av Structor i PM Hydrogeologi men redovisas nedan för en samlad helhetsbedömning.

Både Rottnen och Lerälven har i dagsläget måttlig ekologisk status. Utslagsgivande för båda recipienter är kvalitetsfaktorn fisk och beror på konnektiviteten i respektive recipient. Konnektivitet innebär påverkan som hindrar fri passage och spridning av djur och växter i vattendraget och/eller sjön och är således ingenting som planområdet kommer att påverka ytterligare.

Recipienterna Rottnen och Lerälven har en kemisk status som är bedömd som uppnår ej god vilket i båda fall beror på att gränsvärdena för kvicksilver (Hg) och bromerade difenyletrar (PBDE eller BDE) överskrids. Ämnena klassas som överallt överskridande ämnen och är en nationell bedömning att dessa ämnen överskrids i samtliga svenska vattenförekomster på grund av långväga atmosfärisk deposition.

Utförda föroreningsberäkningarna indikerar en ökning av kvicksilver från planområdet till både Rottnen och Lerälven men en minskning av BDE. Det innebär att mängden BDE inte förväntas öka till följd av utsläpp från planområdet. Beräkningarna visar att det kommer ske en viss ökning av kvicksilver i dagvatten som avrinner både mot Rottnen och Lerälven. Mängden som avrinner till recipienterna är väldigt små mängder som inte beräknas belasta recipienterna. Mängden kvicksilver som förväntas släppas ut från planområdet är halter lägre än Havs- och vattenmyndighetens framtagna gränsvärden i ytvatten. Halt som förväntas släppas ut till Rottnen respektive Lerälven är 0,0075 µg/l respektive 0,0092 µg/l vilket motsvarar 11 % respektive 13 % av gränsvärdet på 0,07 µg/l. Därav har bedömningen gjorts att halterna är väldigt låga och därmed inte kommer att påverka recipienten.

Avseende kvicksilver och BaP gör StormTac Web själva bedömningen att osäkerheten för dessa ämnen är väldigt stora och bör inte vara dimensionerande och/eller utslagsgivande.

Till Rottnen förväntas planområdet utifrån utförda föroreningsberäkningar bidra till ökad belastning av näringsämnen, kadmium och BaP medan föroreningsmängderna i dagvatten som avrinner mot Lerälven ökar för näringsämnena, koppar och zink. Ökningen beror på att den förändrade markanvändningen består av ytor med en högre föroreningsbelastning. En ökning av föroreningsbelastning är i princip oundviklig i de fall naturmark exploateras. Idag finns inte tillräckliga mätdata för Rottnen och Lerälven för att säkert avgöra om recipienterna kommer påverkas av den ökade belastningen. Det finns ingen data som visar att recipienterna har en övergödningsproblematik som kan ha påverkan på den ekologiska statusen. Det saknas även en del data för ämnen som kan ha en påverkan på deras kemiska

ytvattenstatus. För att avgöra detta behövs mer underlag avseende recipienternas nuvarande status.

Utifrån de klassningarna som finns idag görs bedömningen att den aktuella planen inte kommer att orsaka en statusförsämring i recipienterna. Detta då planområdet inte har någon påverkan på de utslagsgivande miljöfaktorerna och påverkanskällorna. Halten kvicksilver är en bråkdel av det gränsvärde som satts upp av Havs- och vattenmyndigheten. Ytterligare används bromerade difenyleter främst i flamskyddsmedel och i äldre flamskyddade varor. Vanligtvis kan läckage ske från deponier. Det bedöms därför som en låg sannolikhet att dagvattnet skulle bidra med höga mängder BDE:er och därmed bedöms inte planen riskera påverka recipienternas statusklassning.

Trots att ökningen av förväntade utsläpp från planområdet procentuellt sett är stor är det inga stora mängder av föroreningar som förväntas släppas från planområdet till någon av recipienterna i relation till planområdets storlek med tanke på att markanvändningen går från orörd skogsmark till exploatering i stor skala.

I dagsläget är det inte känt om någon av recipienterna har problem med övergödning. Planen kommer att belasta recipienterna med ökade mängder av näringsämnen och föroreningar men enbart denna påverkan bedöms inte utgöra risk för statusförsämring. I det fall recipienten har problem med övergödning är det troligt att detta till stor del härrör från jordbruksmark inom avrinningsområdet och planområdets påverkan bedöms inte vara utslagsgivande för en sådan klassning. Åtgärder bör i ett sådant fall sättas in för att minska mängden näring som släpps ut från jordbruksmarker.

Vidare görs bedömningen att takdagvatten som avrinner från takytorna inom planen är relativt rent. Detta då området befinner sig inom en lantlig miljö långt från förorenande verksamheter. Rening i de diken som föreslås anläggas inom området kommer att bidra med tillräcklig rening. För mindre regntillfällen kommer stor del av dagvattnet inom planområdet att infiltrera på väg mot recipient. Detta då underliggande mark består av morän som bedöms ha god genomsläpplighet. Sedimentering och filtrering sker även naturligt på väg mot recipient vilket inte tas hänsyn till vid beräkning av föroreningsbelastning. Det bedöms därför rimligt att inte föreslå åtgärder som innebär ytterligare ingrepp på orörd mark.

Ytterligare planeras en del av uppsamlat dagvatten att användas för snötillverkning. Det innebär att vatten kommer pumpas från en pumpgrop till snötillverkningsdammar där snö tillverkas för att användas i verksamheten. Det kommer innebära att dagvattnet återvinns på andra platser inom planområdet. Det kommer minska mängden som avrinner mot recipienten jämfört med beräkningarna i denna utredning. Snötillverkningen kommer därför ha en positiv effekt avseende föroreningsbelastning. Hur stor effekt systemet kommer ha har inte utretts i detta skede.

För parkeringsytor och de öppna vägar som planeras förväntas högre utsläpp av föroreningar. För dessa ytor föreslås därför dagvattnet ledas till biodiken där vatten kan fördröjas och renas genom sedimentering och filtrering, samt visst växtupptag. Utöver dessa biodiken kommer sedan dagvatten släppas vidare till föreslaget dikessystem som ansluter till befintliga diken. Det är således en lång väg som vatten ska rinna över planområdet innan det till slut når recipient. De föreslagna lösningarna indikerar på god rening. Om ytterligare reningsåtgärder behövs finns möjlighet att konstruera samtliga föreslagna diken som biodiken eller infiltrationsstråk där ett underliggande substratlager och tät växtlighet kan bidra med ökad reningseffekt, se Tabell 10-1.

Tabell 10-1. Generella reningseffekter i diken, damm och biofilter. Källa: StormTac Web.

Anläggning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Dike	30	20	40	20	55	35	35	50	10	65
Biofilter	65	40	80	65	85	85	55	75	80	80
Dagvattendamm	55	35	75	60	60	50	75	50	30	80

Tabell 10-2. Generella reningseffekter i diken, damm och biofilter. Källa: StormTac Web.

Anläggning	Olja	BaP	PBDE 47	PBDE 99	PBDE 209
Dike	85	15	50	50	50
Biofilter	70	85	50	50	50
Dagvattendamm	80	75	50	50	50

I ett senare projekteringskede behöver dagvattensystemet detaljprojekteras. Då behöver föroreningsberäkningarna uppdateras när framtagna ytor är fastställda. Systemet som helhet kommer att utgöras av rening i flera steg vilket leder till högre reningseffekt än om vattnet endast genomgått rening i ett steg.

Tabell 10-3. Ökad belastning per recipient och bedömd påverkan på recipientens statusklassning.

Recipient	Ökad belastning	Bedömd påverkan
Rottnen	Fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium, krom, kvicksilver, suspenderade substans, Olja, BaP	De ökade mängderna är inte utslagsgivande i recipienten. Mängden kvicksilver som avrinner mot Rottnen är lägre än HaVs gränsvärden för ytvatten. Ökningen bedöms därför inte medföra en försämring i recipientens statusklassning.
Lerälven	Fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium, kvicksilver, krom, nickel, suspenderade substans, BaP, BDE 47 och BDE 99.	De ökade mängderna är inte utslagsgivande i recipienten. Mängden kvicksilver som avrinner mot Lervälen är lägre än HaVs gränsvärden för ytvatten. Ökningen bedöms därför inte medföra en försämring i recipientens statusklassning.

10.1 Påverkan på grundvattenförekomst

Structor gör bedömningen i PM Hydrogeologi⁴ att det inte kommer ske någon negativ påverkan på mark- och berggrundvattennivåer till följd av det aktuella planförslaget och planerad bebyggelse. Det aktuella planförslaget bedöms inte medföra någon betydande hydrogeologisk påverkan och de bedömer platsen som lämplig för placering av föreslagen verksamhet utifrån de hydrogeologiska förutsättningarna.

För mer information se *PM Hydrogeologi* (Structor, 2026).

⁴ Climate Arena del av södra viken 1:8, Sunne kommun – PM Hydrogeologi (Structor, 2025).

11 Slutsats

Sammanfattningsvis visar utredningen att den planerade exploateringen kommer att leda till en ökning av dagvattenflöden och föroreningsnivåer, och att det således finns ett behov av att implementera dagvattenåtgärder för att skydda de lokala vattenförekomsterna och begränsa flöden mot närliggande områden och befintligt markavvattningsföretag.

Systemförslaget har tagits fram för att möjliggöra en fördröjning av ett 20-årsregn som tappas av motsvarande maximalt 1,25 l/s, ha vilket motsvarar dimensioneringsförutsättningarna för det befintliga markavvattningsföretaget nedströms. Det innebär en fördröjningsvolym på ca 23 700 m³. Volymerna föreslås tas omhand i ett dammsystem med utlopp i ett befintligt dike. Diket behöver beaktas i kommande projekteringsskede. Dammen har i samband med utredningen förprojekterats av projektgruppens markprojektör och rymmer idag ca 38 000 m³. Dammen kommer detaljprojekteras vidare i efterföljande skede.

Då planområdet idag utgörs av naturmark är det oundvikligt att en exploatering inte medför någon ökning av föroreningsbelastning på recipienterna via det avrinnande dagvattnet jämfört med dagsläget. Då recipienterna utslagsgivande kvalitetsfaktorer inte bedöms påverkas av det aktuella planförslaget och det idag saknas mätdata och bedömningar för näringsämnen och andra förorenande ämnen för Rottnen och Lerälven bedöms planen inte försämra recipienternas statusklassningar. Den ökade föroreningsbelastningen som planen förväntas medföra bedöms inte ensamt äventyra möjligheterna för recipienterna att följa MKN. Detta om föreslagna dagvattenåtgärder implementeras.

I och med att de föreslagna dagvattenanläggningarna är väl tilltagna finns goda förutsättningar för att även hantera del av skyfallsvattnet. Det skyfallsvatten som inte kommer att kunna avledas och fördröjas i anlagda dagvattenanläggningar kommer att fördröjas ytligt i vattenansamlingar som skapas till följd av topografin. Byggnaderna behöver skyfallssäkras vid dessa punkter för att inte riskera att vatten rinner in i anläggningen.

11.1 Förslag på fortsatt arbete

En enklare skyfallsanalys har genomförts i samband med utredningen. Resultatet visar att det skapas lågpunkter runt om på fastigheten där skyfallsvattnet temporärt kan fördröjas innan det tillåts avledas vidare nedåt. Om det inte är möjligt att tillskapa volymerna bör en hydrodynamisk skyfallsmodell tas fram. En sådan kan också användas som stöd i efterföljande projektering för att testa föreslagna åtgärder och modellera skyfallsförlopp i ett större sammanhang. En skyfallsmodell kan användas för att säkerställa rätt dimensionering av föreslagna överdämningsytor, diken och trummor. Detta kan först göras när det finns en framtagen detaljprojektering.

I efterföljande skeden i samband med detaljprojektering behöver höjdsättning, dimensionering och placering av anläggningar följas upp för att säkerställa att dagvatten avrinner enligt förslagen i denna utredning.