

Östersunds kommun

► **Dagvattenutredning Fjällkon 6**

Uppdragsnr.: 109 79 07 Version: 1.0 Datum: 2026-03-19



Uppdragsgivare: Östersunds kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Sara Svensson
Konsult: Norconsult Sverige AB
Uppdragsledare: Naja Sköldén, Anna Wahlsten
Granskare: Malin Törnberg
Handläggare: Levi Nilsson, Roland Alexandersson, Anna Johansson, Lovisa Brick

| Version | Datum | Beskrivning | Upprättat | Granskat | Godkänt |
|---------|------------|---------------------|------------------|----------|---------|
| 1.0 | 2026-01-22 | Granskningshandling | L. N, R. A, A. J | M. T | N. S |
| 1.0 | 2026-02-04 | Färdig handling | N.S | | N.S |
| 1.0 | 2026-02-26 | Granskningshandling | L.B, A.W | A.W | A.W |
| 1.0 | 2026-03-05 | Granskningshandling | L.B, A.W | A.W | A.W |
| 1.0 | 2026-03-19 | Färdig handling | L.B, A.W | A.W | A.W |

Detta dokument är framtaget av Norconsult som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult Sverige. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

► Sammanfattning

Norconsult AB har, på uppdrag av Östersunds kommun, upprättat en dagvattenutredning för den planerade detaljplanen Fjällkon 6 i Östersund. Syftet med utredningen är att föreslå en hållbar dagvattenlösning för området, bedöma den planerade exploaterings påverkan på möjligheten att uppnå MKN för recipienten samt översiktligt utreda riskerna vid skyfall efter exploatering.

Planområdet omfattar cirka 4 hektar och är beläget i ett tätbebyggt område i Karlslund, i nordöstra delen av centrala Östersund. Det aktuella området utgörs idag av befintlig bostadsbebyggelse med tillhörande grönområde, parkeringsplatser och gator. Den framtida exploateringen syftar till att möjliggöra nya bostäder i form av enbostadshus och radhus. Befintliga bostadshus ska finnas kvar och detaljplanen ska även ge utrymme att uppföra komplementbyggnader i form av till exempel förråd i denna del av planområdet.

Dimensionerat flöde för kvartersmark beräknas utifrån ett 2-årsregn. En klimatkoefficient på 1,25 tillkommer i beräkning av flöde efter exploatering. Dimensionerat flöde innan exploatering är beräknat till 168 l/s och efter exploatering till 274 l/s. Erforderlig magasinvolym har beräknats till 45 m³. För planområdet i stort rekommenderas fördröjning av dagvatten motsvarande ett 20-årsregn ske, vilket motsvarar 97 m³. Fördröjningsvolymen på respektive fastighet kommer att variera beroende på markanvändning, men ett riktvärde är att cirka 2 m³ dagvatten bör kunna fördröjas per bostadsfastighet.

En hållbar dagvattenhantering bedöms kunna uppnås efter exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder i form av torrdamm och kombinerat kross- och svackdike. Med föreslagna fördröjningsåtgärder kan ett 2-årsregn fördröjas inom kvartersmarken och ett 20-årsregn inom planområdet i enlighet med Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (2020).

Markanvändningen i området förändras i och med den planerade exploateringen. Större grönytor försvinner och den exploaterade markytan ökar. Detta medför områdets infiltrationsförmåga minskar och avrinningen ökar. Föroreningsmängderna och föroreningshalterna beräknas öka efter den planerade exploateringen (utan rening) vilket medför att dagvattenreningsåtgärder krävs. Med föreslagna dagvattenhantering minskar föroreningshalterna i det avrinnande vattnet jämfört med befintlig situation. Den ökade andelen hårdgjorda ytor medför dock en ökad avrinningsvolym, vilket innebär att den totala årliga föroreningsmängden för vissa ämnen kan öka. Den beräknade ökningen uppgår till högst cirka 10 % och ligger inom föroreningsberäkningarnas osäkerhetsintervall. Att fullt ut bibehålla naturmarkens flöden och belastningsnivåer är inte möjligt vid exploatering av naturmark. Föreslagna åtgärder bedöms vara proportionerliga i förhållande till kostnad och miljönytta, och ytterligare reningssteg anses inte motiverade.

Planområdet avrinner till Storsjön, som idag har måttlig ekologisk status och ej god kemisk status. Gällande miljö kvalitetsnormer anges att god ekologisk status 2039 och god kemisk ytvattenstatus. Planområdet utgör mindre än cirka 0,02 % av recipientens delavrinningsområde, och med hänsyn till den begränsade belastningsökningen, den förbättrade dagvattenkvaliteten samt den utspädningseffekt som sker i recipienten bedöms exploateringen inte medföra risk för försämring av recipientens status eller äventyra möjligheten att uppnå fastställda miljö kvalitetsnormer.

För dagvatten- och skyfallshantering är en genomtänkt höjdsättning vid utbyggnad inom planområdet av vikt. Området bör höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid 100-årsregn inte skadar byggnader. Som rekommendation bör kvartersmark generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatemark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten ska kunna erhållas.

► Ordlista

| | |
|-----------------------------|---|
| Avrinning | Den delen av nederbörden, regn eller snösmältning, som rinner av till sjöar och vattendrag. Man skiljer på ytavrinning, där vattnet rinner av på markytan, och avrinning som sker via grundvattnet. |
| Avrinningsområde | Ett avrinningsområde är det landområde som samlar upp dagvatten och avleder det till en bestämd punkt. |
| Avrinningsvägar för skyfall | Avrinningsvägar för skyfall är lågstråk där skyfall avrinner när ledningsnätets kapacitet överskrids. |
| Dagvatten | Dagvatten är tillfälligt ytligt förekommande regn-, smält eller framträngande grundvatten som avrinner på markytan och som tas om hand i dagvattensystem. |
| Lågpunkter | En lågpunkt är ett område där marken ligger lägre än omgivande mark. Lågpunkter är riskområden för skyfall. |
| Naturmark | Med naturmark avses avrinningsområde med en liten andel hårdgjorda ytor. |
| Skyfall | Skyfall är större mängder regn på kort tid vilket inte kan hanteras med dagvattenledning. |
| Återkomsttid | Begreppet återkomsttid visar på säkerhetsnivån för att en viss händelse ska inträffa. Ju längre återkomsttid vi väljer desto mer sällan kommer händelsen att inträffa. |
| 100-års regn | Regn som statistiskt inträffar i genomsnitt en gång under 100 år, det vill säga ett regn med återkomsttid 100 år. |

► Innehåll

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inledning | 6 |
| 1.1 | Planerad exploatering | 7 |
| 2 | Riktlinjer för dagvattenhantering | 8 |
| 2.1 | Riktlinjer | 8 |
| 3 | Förutsättningar | 10 |
| 3.1 | Recipient | 10 |
| 3.1.1 | Storsjön (WA54917789) | 11 |
| 3.2 | Topografi, ytliga rinnvägar och avrinningsområde | 12 |
| 3.3 | Befintlig dagvattenavledning och möjliga förbindelsepunkter | 13 |
| 3.4 | Geologi och grundvatten | 13 |
| 3.5 | Förorenad mark | 14 |
| 3.6 | Skyddade områden och andra hänsynsobjekt | 15 |
| 4 | Dagvattenberäkningar | 16 |
| 4.1 | Delområden och markanvändning | 16 |
| 4.2 | Dagvattenflöden | 19 |
| 4.3 | Föroreningsanalys | 19 |
| 5 | Dagvattenhantering | 21 |
| 5.1 | Principlösningar | 21 |
| 5.1.1 | Svackdike/krossdike | 21 |
| 5.1.2 | Torr damm/nedsänkt grönyta | 22 |
| 5.2 | Erforderlig fördröjningsvolym | 22 |
| 5.3 | Föreslagen systemlösning | 24 |
| 5.3.1 | Kvartersmark | 24 |
| 5.3.2 | Planområdet | 26 |
| 5.3.3 | Planområdets påverkan på MKN | 32 |
| 5.4 | Urval av ämnen bland Östersunds riktvärden | 32 |
| 5.5 | Snöhantering | 34 |
| 5.6 | Släckvattenhantering | 34 |
| 5.7 | Dagvatten under byggskedet | 35 |
| 5.8 | Kostnadsuppskattning för investering | 36 |
| 6 | Skyfallshantering | 37 |
| 6.1 | Befintlig skyfallssituation | 38 |
| 6.2 | Framtida skyfallssituation | 40 |
| 6.3 | Föreslagna skyfallsåtgärder | 42 |
| 7 | Slutsats | 44 |
| 8 | Referenser | 46 |

1 Inledning

På uppdrag av Östersunds kommun har Norconsult Sverige AB genomfört en dagvattenutredning för detaljplan för fastighet Fjällkon 6. Uppdraget omfattar beräkning av dagvattenflöden, fördröjnings- och reningsbehov i syfte att ge förslag på hållbar dagvattenvattenhantering. Vidare ska den planerade exploaterings påverkan på möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormer (MKN) för recipienten bedömas. Syftet med utredningen är även att undersöka och översiktligt utreda riskerna vid skyfall efter exploatering.

Planområdet ligger i stadsdelen Karlslund och består av kvarteret Fjällkon som avgränsas av Sollidenvägen, Eriksbergsvägen, Grindstugvägen och enbostadshusen längs med Jaktstigen, se Figur 1.



Figur 1 Översiktskarta Östersund, planområdet markerat med rött.

2 Riktlinjer för dagvattenhantering

Dimensioneringsförutsättningarna för VA-anläggningar är att de ska utformas enligt Svenskt Vattens publikation P110. Framtida bebyggelse i området bedöms motsvara *Tät bostadsbebyggelse*, vilket innebär att dagvattensystemet ska klara minst ett 5-årsregn vid fylld ledning och ett 20-årsregn för trycklinje i marknivå enligt Tabell 1. Kravens definition utgår från avledning i slutna ledningar men kan översättas till att gälla för öppen avledning, där marknivån motsvarar dikeskrönet.

Tabell 1 Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensioner av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten 2019).

| Nya duplikatsystem | VA-huvudmannens ansvar | | Kommunens ansvar |
|------------------------------|---|--|---|
| | Återkomsttid för regn vid fylld ledning | Återkomsttid för trycklinje i marknivå | Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader |
| Gles bostadsbebyggelse | 2 | 10 | > 100 år |
| Tät bostadsbebyggelse | 5 | 20 | > 100 år |
| Centrum- och affärsområden | 10 | 30 | > 100 år |

Enligt Östersunds kommuns Riktlinjer för dagvattenhantering (2020) är utgångsläget att rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 ska gälla för fördröjning av dagvatten inom planområdet. I föreliggande utredning medför detta att ett 20-års regn ska fördröjas, och då främst på allmän platsmark. Utöver detta ska även ett 2-årsregn fördröjas inom varje fastighet.

I möjligaste mån ska öppna/infiltrerbara dagvattenlösningar användas i stället för slutna för att skapa bättre rening, ökad kapacitet, översvämningsutjämning och en grönare stad (Östersunds kommun 2020).

Enligt VA-huvudmannen finns det ingen överkapacitet i befintliga dagvattenledningar. Utöver de riktlinjer som gäller för dagvatten i detaljplaner innebär det därför att en bra utgångspunkt är om exploateringen inte leder till ett högre flöde än vad befintlig bebyggelse ger upphov till.

2.1 Riktlinjer

Östersunds kommun har riktlinjer för dagvattenhantering där punkter gällande hållbar dagvattenhantering för både nya samt ändrade detaljplaner (Östersunds kommun, 2020), listas nedan.

- Inom planområdet ska rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 gälla för fördröjning av dagvatten. Detta innebär att dagvatten ska fördröjas motsvarande 10-årsregn för gles bostadsbebyggelse, 20-årsregn för tät bostadsbebyggelse och 30-årsregn för centrum-och affärsområden.
- Inom varje fastighet ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas.
- Vid flödesberäkning efter exploatering ska klimattfaktor 1,25 tillämpas.

- Vid genomförande av detaljplaner ska dagvattnet minst renas ner till befintlig situation inom planområdet idag.

Utöver riktlinjer för dagvattenhantering har Östersunds kommun fastställt riktlinjer avseende riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystemet och recipient (Östersunds kommun, 2023b).

Riktvärdena har tagits fram för att begränsa utsläpp av föroreningar vid källan, med målsättningen att minska föroreningsbelastningen i Östersunds vatten. Dessa riktvärden har utvecklats lokalt och är i vissa fall anpassade till specifika recipienter, där de bygger på analysdata från aktuella vattendrag samt hänsyn till miljö kvalitetsnormer och nuvarande status. Syftet med riktvärdena är att stödja arbetet mot god ekologisk och kemisk status i yt- och grundvatten inom Östersunds kommun och att säkerställa tillgången till dricksvatten av hög kvalitet. Att tillämpa riktvärdena vid utsläpp av förorenat vatten syftar till att minska den negativa påverkan på yt- och grundvatten inom kommunen och utgör en del i arbetet med att uppnå god ekologisk och kemisk status i vattenförekomsterna.

- Riktvärdena är generella och är avsedda att användas för olika typer av verksamheter. Utgångsläget är att riktvärdena ska tillämpas vid bedömning av såväl tillfälliga som kontinuerliga utsläpp av förorenat vatten både till dagvattensystem och recipienter i kommunen.
- Riktvärdena är framförallt framtagna för utsläpp till ytvattenrecipienter och inte för infiltration till grundvatten. Riktvärdena kan dock även ses som vägledande vid infiltration till grundvatten, då riktvärden för grundvatten saknas i dagsläget.
- Riktvärdena ska uppfyllas i utsläppspunkten, vilket kan vara vid anslutningspunkt till dagvattensystem eller utsläppspunkt till dike, direkt till vattendrag eller sjö.
- Riktvärden är framtagna för ett antal specifika recipienter; Storsjön, Semsån/Rannåsbäcken, Mjällebäcken, Odensalabäcken och Lillsjön. Övriga vattenförekomster inom Östersunds kommun är uppdelade i större och mindre vattenförekomster. De större vattenförekomsterna utgörs av Näkten, Locknesjön, Indalsälven, Långan och Hårkan. Resterande vattenförekomster klassas som mindre sjöar och vattendrag.

3 Förutsättningar

I följande kapitel redovisas planområdets förutsättningar, med syfte att ge en tydligare helhetsbild av recipienten Storsjön samt områdets geologi, grundvattenförhållanden, skyddad natur, topografi och övriga relevanta förhållanden.

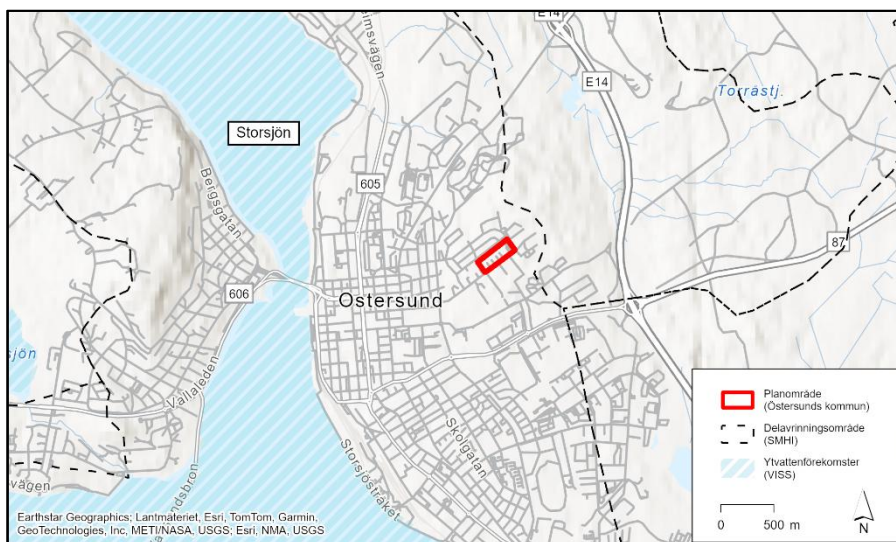
3.1 Recipient

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av så kallade MKN för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs- och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvaliteten som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Målsättningen är att alla definierade vattenförekomster ska ha uppnått en god kemisk och ekologisk status. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bland annat innebär att en ny statusklassning genomförs var sjätte år.

Ny lagstiftning från 2019 (2 kap. 7 § och 5 kap. 4 § miljöbalken) gör att verksamhetsutövaren har fått högre krav på att redovisa sin påverkan på vattenmiljön på kvalitetsfaktornivå. Det uppdaterade begreppet försämrings- och äventyrandeförbudet innebär förbud mot att försämra och äventyra möjligheten till förbättring. Det innebär också att statusklassen för en kvalitetsfaktor inte får försämras.

Planområdet ligger inom delavrinningsområdet Utloppet av Storsjön och recipient är Storsjön (VISS u.å.), se Figur 3.



Figur 3 Recipientkarta, planområdet markerat med rött.

3.1.1 Storsjön (WA54917789)

Storsjön är en 456 km² stor sjö väster om Östersund som ligger inom Indalsälvens huvudavrinningsområde.

Storsjön är definierad som en vattenförekomst i VISS (Vatteninformation Sverige) och ingår i Bottenhavets vattendistrikt där Länsstyrelsen i Västernorrlands län är utsedd till vattenmyndighet (VISS u.å.).

Storsjöns status var vid senaste klassificeringen bedömd till måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (Förvaltningscykel 3, 2017–2021). Fastställd MKN för Storsjön är god ekologisk status 2039 och god kemisk ytvattenstatus, se Tabell 2.

Tabell 2 Ekologisk och kemisk ytvattenstatus samt MKN för Storsjön (VISS u.å.-b).

| Storsjön WA54917789 | Ekologisk status | Kemisk ytvattenstatus |
|---|--|--|
| Miljö kvalitetsnorm (<i>framtida</i>) | God ekologisk status 2039 Tidsfrist 2027: koppar, fisk och konnektivitet i sjöar. Tidsfrist 2029; morfologiskt tillstånd i sjöar, hydrologisk regim i sjöar, fisk och konnektivitet i sjöar. | God kemisk ytvattenstatus. Tidsfrist och senare målår 2027; PFOS, Antracen, Benso(a)pyren, Fluoranten, Bly och blyföreningar, TBT-föreningar, Benso(g,h,i)perylene. Undantag mindre stränga krav; bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar. |
| Statusklassificering (<i>nuläget</i>) | Måttlig ekologisk status. Ekologisk status har bedömts utifrån relevanta biologiska kvalitetsfaktorer enligt sämst-avgör-principen där endast kvalitetsfaktorn fisk är klassad. Statusklassningen (måttlig) för kvalitetsfaktorn fisk är en sammanvägning av expertbedömning av övervakningsdata i vattenförekomstens delavrinningsområde och expertbedömning av kvalitetsfaktorer för hydrologi, morfologi och konnektivitet. | Uppnår ej god status. Vattenförekomsten bedöms inte uppnå god status främst med avseende på kvicksilver (Hg) och bromerade difenyletrar (PBDE) men även med avseende på ett antal fler ämnen Uppmätta halter av PFOS, PBDE och kvicksilver i fisk överskrider respektive gränsvärde i fisk. Sedimentdata från vattenförekomsten visar på att halten bly, tributyltenn (TBT), antracen, Benso(a)pyren och Benso(g,h,i)perylene överskrider respektive gränsvärde i sediment. |

Vattenförekomstens ekologiska status och tidsfrister för framtida status är främst kopplad till fysisk påverkan på sjön i form av b.la. vattenkraft, fragmentering och barriärer vilket bidrar till försämrade konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Detta i sin tur har en stor påverkan på den biologiska kvalitetsfaktorn fisk som i föreliggande fall är avgörande för bedömningen av vattenförekomstens status (VISS u.å.-b).

Utöver den fysiska påverkan på den ekologiska statusen har det i sedimentprover i Storsjön påvisats halter koppar som överskrider bedömningsgrunden för god status. Däremot överskrider inga vattenhalter bedömningsgrunden, efter modellering av biotillgänglig halt (VISS u.å.-b).

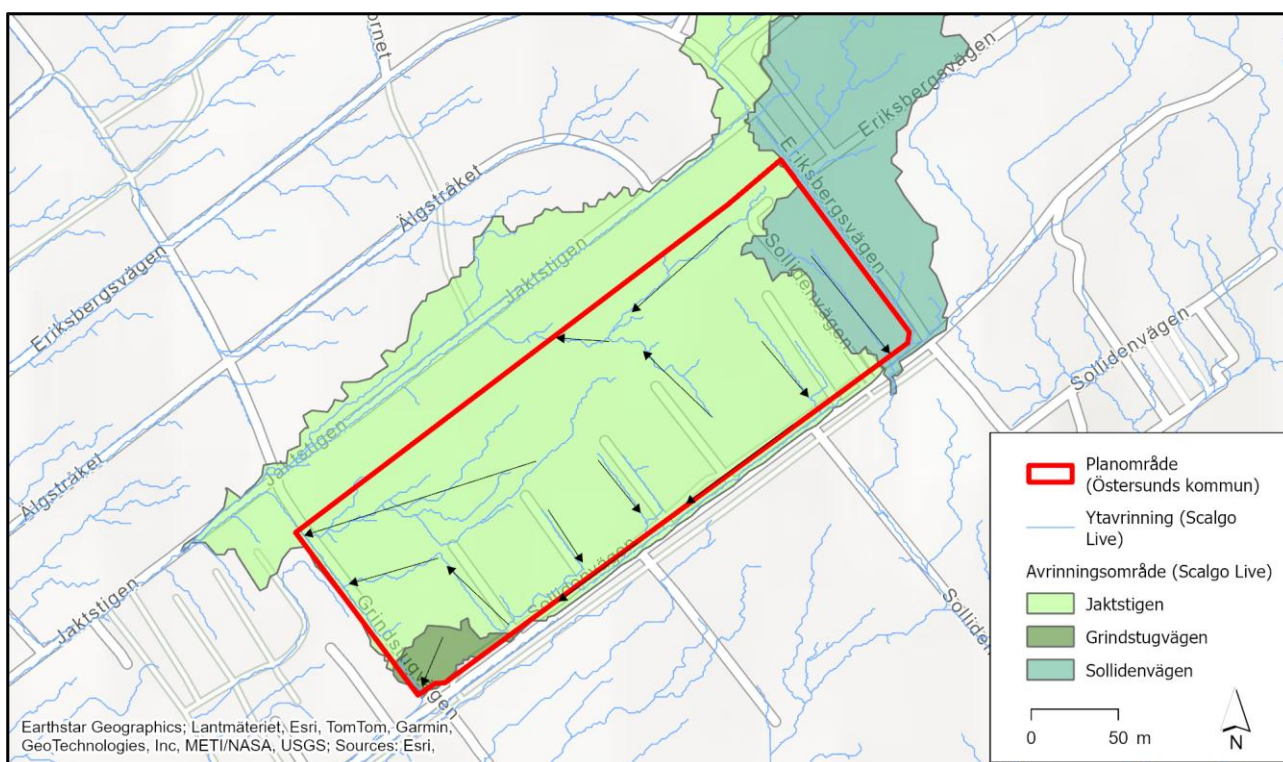
Vattenförekomstens aktuella status härrör från bedömningar gjorda på äldre data (förvaltningscykel 3, 2017–2021) och förutsättningarna för vattenförekomstens status kan ha ändrats.

Statusen för kvalitetsfaktorn näringsämnen är klassificerad hög. Klassificeringen är dock baserad på modellering och beräkningar från föregående förvaltningscykel (förvaltningscykel 2, 2010–2016) och inte uppmätta halter.

3.2 Topografi, ytliga rinnvägar och avrinningsområde

Marken inom planområdet lutar svagt från nordost mot sydväst, med marknivåer inom området som varierar mellan + 376 m till + 392 m (WSP 2025-a).

Enligt modellering i Scalgo Live (SCALGO u.å.) förväntas ytvatten inom planområdet huvudsakligen avrinna mot sydväst och vidare till Jaktstigen, se Figur 4. En del ytvatten avrinner dock även till Grindstugevägen och Sollidenvägen.



Figur 4 Avrinningsområden ytliga avrinningsvägar, planområdet markerat med rött.

3.3 Befintlig dagvattenavledning och möjliga förbindelsepunkter

I Sollidenvägen finns en dagvattenledning som de befintliga fastigheterna är anslutna till. Utöver dagvattenledningen i Sollidenvägen finns en ledning i Jaktstigen som passerar nordväst om planområdet.

Den nuvarande avledningen av tak- och markvatten för befintliga byggnader till ledningsnätet kommer även efter genomförd exploatering att fortgå i enlighet med rådande förhållanden, då de ändringar inom den befintliga bebyggelsen framför allt består av asfaltytor i form av parkering som övergår till taktytor.

Enligt Östersunds kommun är det kommunala dagvattensystemet hårt belastat och har inte tillräcklig kapacitet för ytterligare dagvattenflöden, men en möjlig förbindelsepunkt för bräddning till dagvattennätet är korsningen Jaktstigen Grindstugevägen, samt eventuellt till dagvattenledningen i Sollidenvägen.

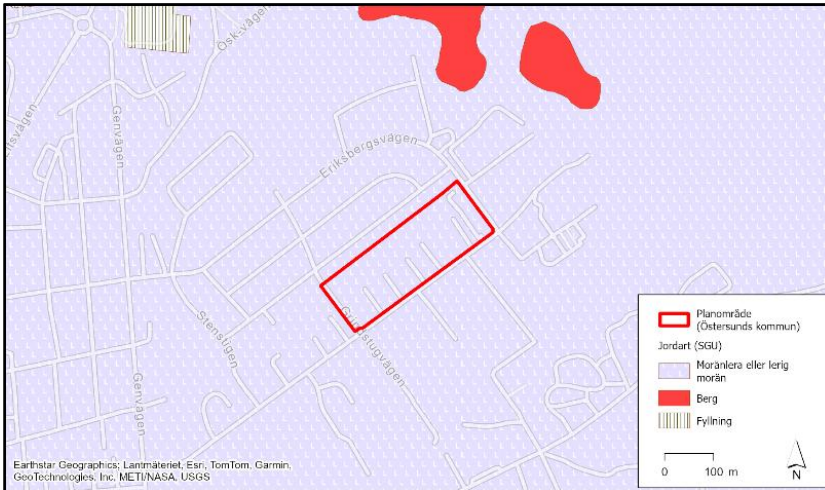
3.4 Geologi och grundvatten

Enligt SGU:s jordartskarta (u.å.-a) består det naturliga översta jordlagret i området av moränlera eller lerig morän, se Figur 5. Enligt SGU:s Jorddjups- och berggrundskarta (u.å.-b, u.å.-c) kan bergnivån förväntas ligga mellan ca 1 och 3 m under markytan (m u my) och bestå av kogstaskiffer.

WSP Sverige AB har under december 2024 utfört en geoteknisk undersökning inom planområdet (WSP 2025-a, 2025-b). I utförda undersökningspunkter utgörs jordlagerföljden av lermorän som bedöms vara ca 1–3 meter tjock och bedöms från 0,5 m u my vara fast till mycket fast. Djupet till uppskattad berggrund från Jb-sonderingar varierar mellan ca 1 och 3 m. Resultatet från Jb-sonderingar visar typiska resultat för skifferberg där en tydlig bergnivå är svår att tyda.

Installerade grundvattenrör var vid tillfället för mätningen torra, vilket innebär att grundvattennivån vid mätningen var på en djupare nivå än 2 m u my. Grundvattennivåerna förväntas dock variera med årstid och nederbördsförhållanden.

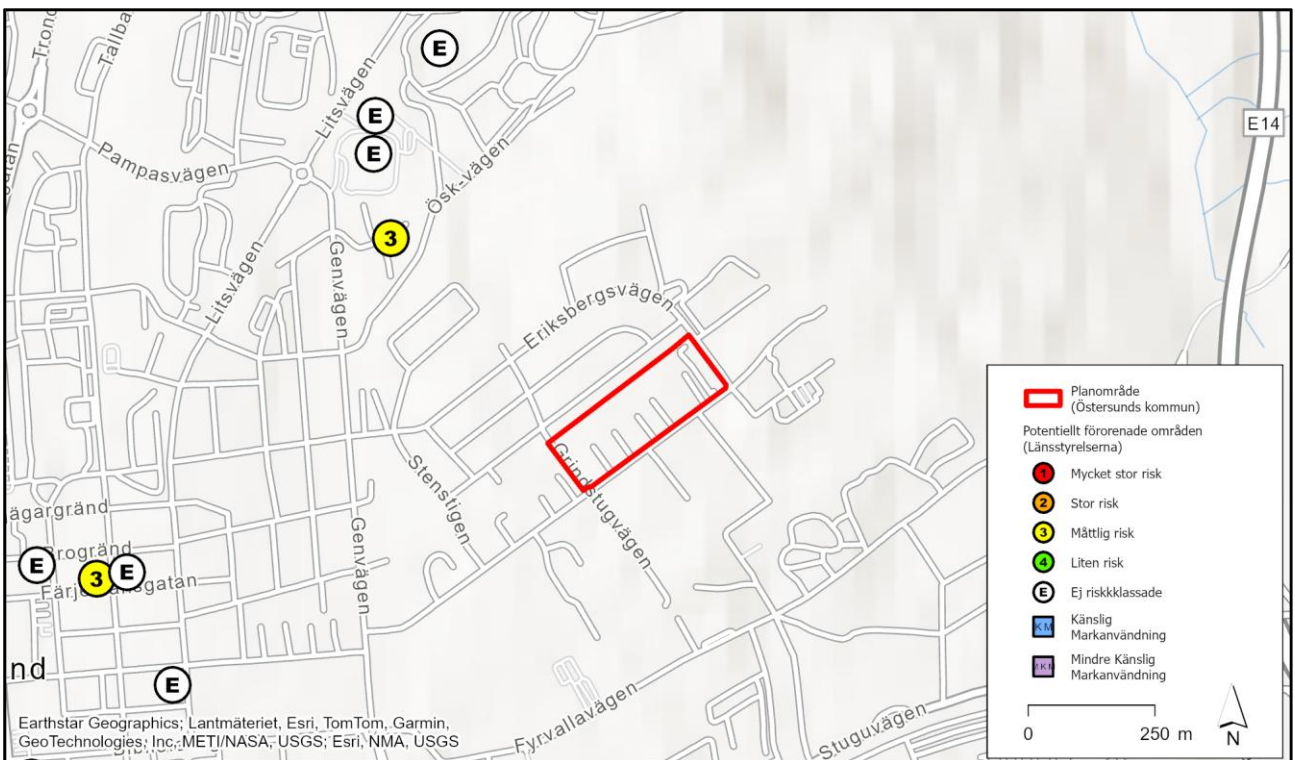
Lermorän har generellt låg permeabilitet, det vill säga att jordmaterialet har en dålig förmåga att släppa igenom vatten. Infiltrationskapaciteten i området bedöms därför vara låg.



Figur 5 Jordarter, planområdet markerat med rött.

3.5 Förorenad mark

Enligt Länsstyrelsens (u.å.) karta över förorenade områden, EBH-kartan, är det ca 500 meter till de närmaste potentiellt förorenade områdena i närheten av planområdet, se Figur 6. Utifrån områdets topografi och naturliga flödesvägar i riktning mot recipient, bedöms inte den planerade exploateringen påverkas av dessa potentiellt förorenade områden.



Figur 6 Potentiellt förorenade områden, planområdet markerat med rött.

3.6 Skyddade områden och andra hänsynsobjekt

Planområdet ligger inom skyddsområde för Minnesgårdets ytvattentäkt (Naturvårdsverket u.å.). De skyddsföreskrifter som gäller inom skyddsområdet bedöms dock inte begränsa den planerade dagvattenhanteringen inom planområdet.

Planområdet ligger ca 200 m söder om Rannåsens naturreservat (Naturvårdsverket u.å.). Eftersom planområdets topografi och naturliga flödesvägar är sydväst, i riktning mot recipient, bedöms den planerade exploateringen inte medföra någon påverkan på naturreservatet.

Inom planområdet har Väg och Miljö AB (2023) utfört en naturvärdesinventering. Inventeringen har registrerat naturvärden som är knutna till förekomst av brynmiljöer och igenväxningsmark, förekomst av skyddsvärda och särskilt skyddsvärda träd, samt förekomst av naturvårdsarter som blåsippan och slätterfibbla. Vid detaljprojektering av föreslagna dagvattenanläggningar behöver resultat från naturvärdesinventeringen samt rekommendationer från den samma tas hänsyn till (Väg och Miljö AB 2023).

4 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas områdets markanvändning i befintlig respektive planerad situation samt områdets dagvattenflöden för befintlig respektive planerad situation. Därefter görs en föroreningsanalys utifrån markens befintliga föroreningsbelastning samt ämnen och riktvärden i enlighet med Östersunds kommuns riktlinjer (2020).

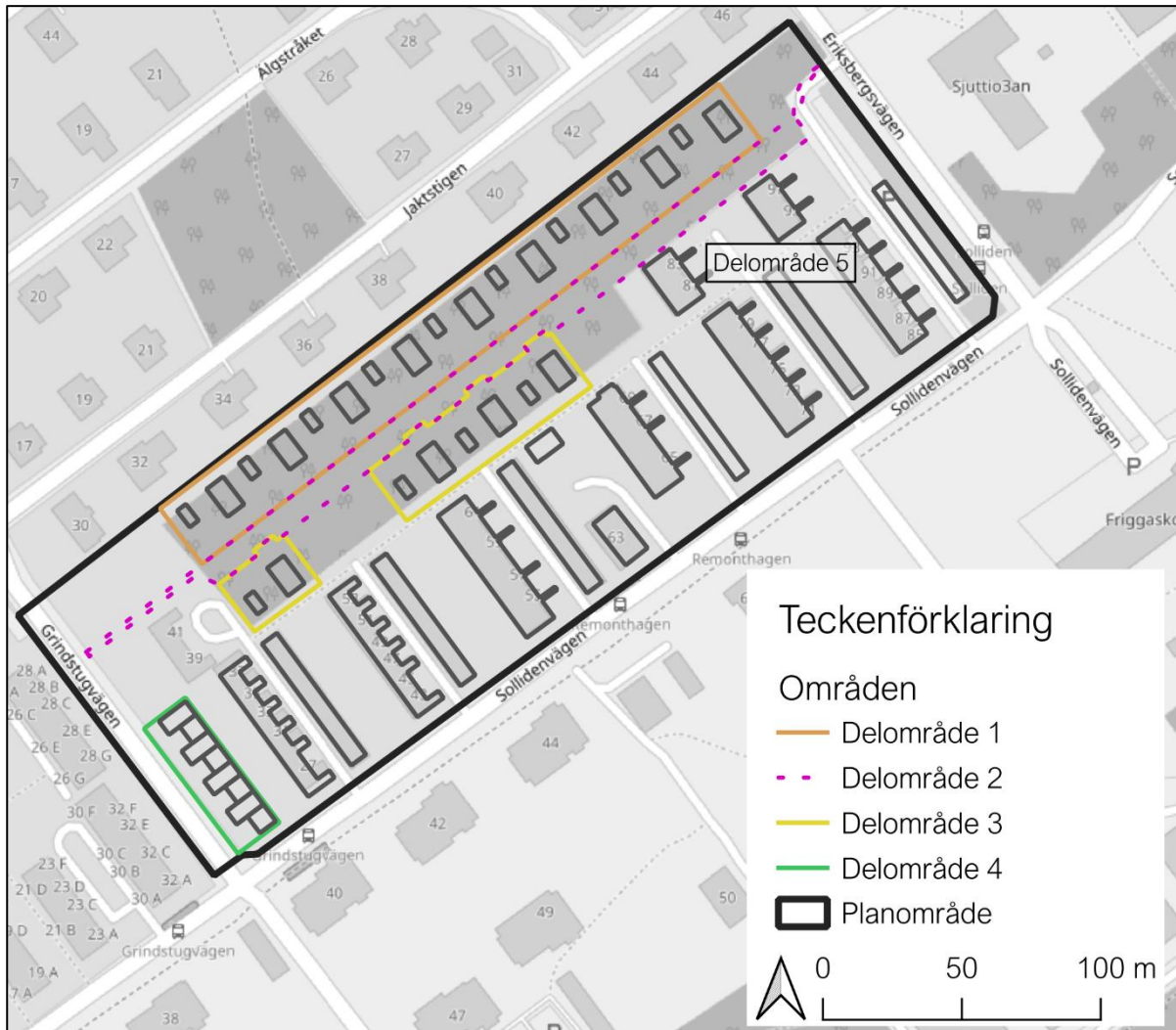
4.1 Delområden och markanvändning

För att beräkna dagvattenflöden behöver avrinningskoefficienter samt reducerad area beräknas. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter att en del har infiltrerats, lagrats som ytvatten eller på annat sätt fördröjts och den är beroende av markanvändning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan.

Planområdet är ca 4,2 ha och områdets nuvarande markanvändning är ett kvarter bestående av befintliga flerbostadshus med tillhörande asfalts- och grönytor. Efter exploatering ökar hårdgörningsgraden med enbostadshus, radhus, och tillhörande asfaltsytor som planeras i fastighetens nordvästra del, på befintliga grönytor.

För att underlätta beräkningarna har planområdet delats in i olika delområden, se Figur 7. Delområde 1, 2, 3 och 4 utgörs i dagsläget av grönytor där exploatering planeras. Delområde 5 utgörs av befintliga byggnader redan ansluta till det allmänna dagvattennätet.

Efter planerad exploatering kommer delområdena 1, 3 och 4 att utgöra kvartersmark, medan delområde 2 kommer att utgöra allmän platsmark. Delområde 5 omfattar både kvartersmark och allmän platsmark.



Figur 7 Planområdet indelat i delområden

Beräknad markanvändning, avrinningskoefficient samt reducerad area för området före och efter exploatering kan ses nedan i Tabell 3 och Tabell 4.

Tabell 3 Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area före exploatering.

| Markanvändning före exploatering | Yta [m ²] | Antagen avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [ha] |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Delområde 1 | 6 346 | 0,1 | 0,06 |
| Skog | 6 346 | 0,1 | 0,06 |
| Delområde 2 | 2 635 | 0,1 | 0,03 |
| Skog | 2 635 | 0,1 | 0,03 |
| Delområde 3 | 2 639 | 0,1 | 0,03 |
| Skog | 2 639 | 0,1 | 0,03 |
| Delområde 4 | 1 052 | 0,1 | 0,01 |
| Gräsyta/naturmark | 1 052 | 0,9 | 0,01 |
| Delområde 5 | 29 004 | 0,39 | 1,13 |
| Tak | 6 073 | 0,9 | 0,55 |
| Asfalt | 4 971 | 0,8 | 0,40 |
| Lekplats | 125 | 0,2 | 0,00 |
| Gräsyta/naturmark | 17 835 | 0,1 | 0,18 |
| Planområde | 41 676 | 0,30 | 1,25 |

Tabell 4 Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area efter exploatering.

| Markanvändning efter exploatering | Yta [m ²] | Antagen avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [ha] |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Delområde 1 | 6 346 | 0,28 | 0,18 |
| Tak | 845 | 0,9 | 0,08 |
| Asfalt | 704 | 0,8 | 0,06 |
| Gräsyta/naturmark | 4797 | 0,1 | 0,05 |
| Delområde 2 | 2 635 | 0,68 | 0,18 |
| Asfalt | 2 202 | 0,8 | 0,18 |
| Gräsyta/naturmark | 433 | 0,1 | 0,00 |
| Delområde 3 | 2 639 | 0,3 | 0,08 |
| Tak | 375 | 0,9 | 0,03 |
| Asfalt | 314 | 0,8 | 0,03 |
| Gräsyta/naturmark | 1 950 | 0,1 | 0,02 |
| Delområde 4 | 1 052 | 0,58 | 0,06 |
| Tak | 502 | 0,9 | 0,05 |
| Asfalt | 314 | 0,8 | 0,01 |
| Gräsyta/naturmark | 408 | 0,1 | 0,00 |
| Delområde 5 | 29 004 | 0,39 | 1,14 |
| Tak | 6684 | 0,9 | 0,60 |
| Asfalt | 4441 | 0,8 | 0,36 |
| Lekplats | 125 | 0,2 | 0,00 |
| Gräsyta/naturmark | 17 754 | 0,1 | 0,18 |
| Planområde | 41 676 | 0,39 | 1,63 |

4.2 Dagvattenflöden

Beräkning av dimensionerade flöden har utförts med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110. Rationella metoden är en beräkningsmodell som baseras på reducerad area, rinntid (d.v.s. regnets varaktighet) och regnintensitet. Rinntiden i beräkningen har satts till 10 minuter både före och efter exploatering. I enlighet med P110 har en klimatfaktor på 1,25 inkluderats för framtida flöden för att anpassa beräkningarna till förväntade ökade nederbörds mängder på grund av framtida klimatförändringar.

Dagvattenflöden för regn med 2 respektive 20 års återkomsttid redovisas nedan i Tabell 5.

Tabell 5 Befintliga och framtida dagvattenflöden med 10 min varaktighet.

| Befintliga flöden [l/s] | Före expl. | Efter expl. |
|---------------------------------------|------------|-------------|
| Delområde 1 – Kvartersmark | | |
| 2-årsregn | 9 | 30 |
| 20-årsregn | 18 | 65 |
| Delområde 2 – Allmän platsmark | | |
| 2-årsregn | 4 | 30 |
| 20-årsregn | 8 | 65 |
| Delområde 3 - Kvartersmark | | |
| 2-årsregn | 4 | 13 |
| 20-årsregn | 8 | 28 |
| Delområde 4 – Kvartersmark | | |
| 2-årsregn | 1 | 10 |
| 20-årsregn | 3 | 22 |
| Delområde 5 – AP & Kv | | |
| 2-årsregn | 151 | 191 |
| 20-årsregn | 323 | 407 |
| Planområdet | | |
| 2-årsregn | 168 | 274 |
| 20-årsregn | 359 | 585 |

Till följd av den ökade hårdgörningsgraden i området samt klimatfaktorn ökar framtida dagvattenflöden jämfört med befintlig situation för samtliga delområden.

4.3 Föroreningsanalys

Planförslaget innebär exploatering av befintliga grönytor, vilket medför en ökad andel hårdgjorda ytor samt ett förändrat föroreningsinnehåll i avrinningen. Detta förväntas påverka föroreningstransporten från planområdet. För att bedöma planområdets påverkan på mottagande recipient genomförs en föroreningsanalys där både befintlig och planerad situation utvärderas. Analysen ligger till grund för att identifiera och dimensionera lämpliga dagvattenreningsåtgärder.

Beräknad föroreningsbelastning har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (v.26.1.1). StormTac Web beräknar förekommande mängd och halt föroreningar i dagvatten utifrån markanvändningsspecifika typhalter. Typhalterna är baserade på mätserier (flödesproportionell provtagning) och enskilda provtagningar. Mätningarna är till stor del från svenska förhållanden men

vissa mätserier är från andra länder.

Årsmedelnederbörden, som påverkar beräknade föroreningsmängder, har vid föroreningsberäkningarna satts till ca 670 mm/år där en korrigeringsfaktor på 1,1 har tillämpats för att ta hänsyn till provtagningsfel som vind och avdunstning. Eftersom föroreningshalterna är baserade på statistik från liknande markanvändningar bör resultatet tolkas med varsamhet.

Urval av ämnen

Ämnen som innefattas i utredningen har utgått från Östersunds kommuns riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient (Östersunds kommun, 2020). Riktvärdena visas i Tabell 6 och de ämnen som fetmarkerats har inkluderats i utredningen. Urvalet har gjorts utifrån de ämnen som bedöms kunna öka till följd av planerad exploatering samt för vilka det finns tillräckligt tillförlitliga underlagsdata för att genomföra representativa föroreningsberäkningar. Övriga ämnen beskrivs under avsnitt 5.4, *Urval av ämnen bland Östersunds riktvärden*.

Tabell 6. Ämnen och riktvärden i enlighet med Östersunds kommuns riktlinjer (2020). Fetmarkerad text betyder att ämnet inkluderats i dagvattenutredningens föroreningsanalys.

| Ämne | Riktvärde [µg/l] |
|---|------------------|
| Arsenik (As) | 1 |
| Bly (Pb) | 5 |
| Kadmium (Cd) | 0,08 |
| Koppar (Cu) | 20 |
| Krom (Cr) | 8 |
| Kvicksilver (Hg) | 0,07 |
| Nickel (Ni) | 15 |
| Zink (Zn) | 60 |
| Oljeindex (Olja) | 500 |
| Suspenderat material (SS) | 25 000 |
| pH | 6–9 |
| Fosfor (P) | 70 |
| Kväve (N) | 1 250 |
| Total organiskt kol (TOC) | 12 000 |
| Polyklorerade bifenyler (PCB7) | 14 |
| Benso(a)pyren (BaP) | 0,00017 |
| Bensen (Benz) | 1 |
| Metyl-tert-butyleter (MTBE) | 15 |
| Poly-och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS11) | 0,09 |
| PFAS20 + 6:2 FTS (PFAS 21) | 0,1 |
| PFAS4 | 0,004 |
| Perfluoroktansulfonsyra (PFOS, totalhalt) | 0,00065 |
| Tributyltenn (TBT) | 0,0002 |
| Trikloretalen | 10 |
| Antracen (ANT) | 0,1 |
| Fluoranten (FLUO) | 0,0063 |
| Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) | 1,3 |
| Oktylfenol | 0,1 |
| Glyfosat | 100 |

5 Dagvattenhantering

Framtida exploatering inom området leder till ökade dagvattenflöden och föroreningsinnehåll i dagvattnet. Nedan följer förslag till en hållbar dagvattenhantering inom planområdet. Systemet har tagit hänsyn till framtida förutsättningar, dimensionerande riktlinjer enligt P110, Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (2020) samt planområdets påverkan på Storsjöns möjlighet att uppnå MKN.

Enligt riktlinjerna bör dagvatten omhändertas lokalt (LOD) och kommunen tillämpar ett fördröjningskrav om hantering av ett 2-årsregn på respektive fastighet. Då det är svårt att reglera detta krav i praktiken och framför allt att tillämpa i ett befintligt bostadsområde med ett redan utbyggt ledningsnät rekommenderas framtida dagvattenhantering för planområdet ta höjd och kompensera för eventuell utebliven fördröjning och rening av 2-årsregnet på befintlig kvartersmark. Föreslagen dagvattenhantering baseras därför på fördröjningsvolymerna motsvarande att ett framtida klimatkompenserat 20-årsregn begränsas till ett befintligt 20-årsregn, samt att dagvattenanläggningarna placeras på allmän platsmark.

5.1 Principlösningar

Nedan följer information om de principlösningar för hantering av dagvatten som utredningen föreslår för planområdet.

5.1.1 Svackdike/krossdike

Gräsdiken eller svackdiken som de även kallas, är lokala sänkor som främst används för att styra och fördröja dagvatten. Det är ett relativt enkelt system som utformas som ett svagt sluttande, skålfformat och gräsbeklätt dike, vanligtvis med en släntlutning 1:3. De byggs upp med en topp av vegetation, vanligen gräs, ofta med en underbyggnad av makadam och med en dräneringsledning, se Figur 8.

En viss infiltration av dagvatten sker i svackdiken men framför allt bidrar de med sedimentation samt fördröjning av dagvattnet. Reningen i gräs-/svackdiken kan ske genom sedimentering och fördröjning samt genom infiltration av vatten, främst vid låga flöden. För att förstärka den flödesutjämnande funktionen kan ett strypt utlopp installeras och med hjälp av ett upphöjt brunnsintag kan en bräddfunktion åstadkommas. Svackdiken är även lämpliga för snölagring och avledning av smältvatten vilket kan vara till fördel under vintermånaderna.

Makadamfyllda diken kräver mindre utrymme än traditionella svackdiken. Genom att kombinera makadam och svackdiken kan man på ett effektivt sätt utforma systemet till den aktuella platsen.

Genom att anlägga ett svackdike med makadam som underlag under den gräsbeklädda botten uppnås en effektiv dräneringslösning som samtidigt bidrar påtagligt till rening av dagvatten.

Diket kommer kräva löpande underhåll såsom gräsklippning, sedimentrensning och renhållning. In- och utlopp bör kontrolleras och rensas regelbundet.

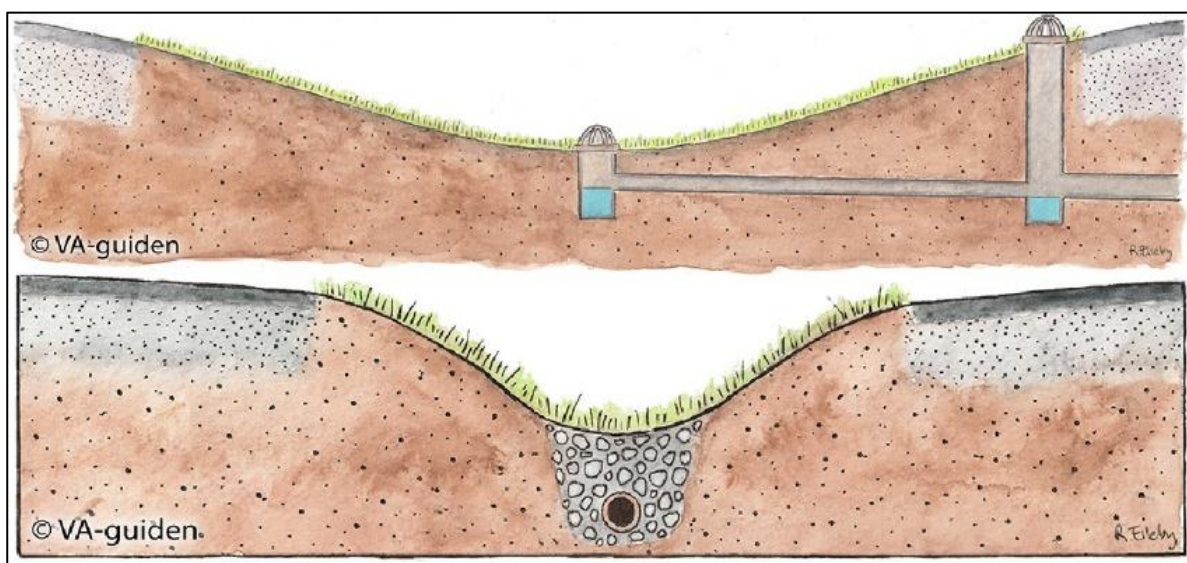
5.1.2 Torr damm/nedsänkt grönyta

Torra dammar är nedsänkta grönytor för fördröjning och viss rening av dagvatten. Ytan kan utformas som en vanlig gräsmatta eller med en blandning av gräs och halvgräs. Ytan bör anläggas med flacka slänter och bör ha relativt plana ytor för enklare drift (gräsklippning), se Figur 8. Minsta anläggningsdjup är vanligtvis ca 0,5 m.

Nedsänkningen samt i vissa fall underliggande mark skapar en fördröjningsvolym. Fördröjningsvolymen är därmed beroende av nivån på nedsänkningen samt underliggande marks infiltrationshastighet.

Rening av dagvatten sker främst i form av sedimentering av partikelbundna föroreningar. Föroreningar kan även avskiljas genom att de tas upp av vegetationen och bryts ned när ytan exponeras för sol. Lösta föroreningar kan avskiljas om underliggande mark har god infiltrationsförmåga.

Torrdammar är även lämpliga för snölagring och avledning av smältvatten vilket kan vara till fördel under vintermånaderna.



Figur 8 Skiss svackdike (nere vänster), nedsänkt yta (uppe höger) (VA-guiden u.å.-a, u.å.-b).

5.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Östersunds kommuns Riktlinjer för dagvattenhantering (2020) ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas inom respektive fastighet. För planområdet i stort rekommenderas fördröjning av dagvatten motsvarande ett 20-årsregn ske. Fördröjningsvolymerna är beräknade med utgångspunkt i att ett klimatkompenserat framtida 2-, eller 20-årsregn ska fördröjas till ett befintligt 2- eller 20-årsregn.

Beräkning av magasinsvolym har utförts med rationella metoden med hänsyn till rinntid (10 min) enligt Svenskt Vattens publikation P110.

De beräknade fördröjningsvolymerna redovisas i Tabell 7.

Tabell 7 Erforderlig fördröjningsvolym.

| Återkomsttid | Fördröjningsvolym [m ³] |
|--------------------|-------------------------------------|
| Delområde 1 | |
| 2-årsregn | 13 |
| Delområde 2 | |
| 2-årsregn | 21 |
| Delområde 3 | |
| 2-årsregn | 6 |
| Delområde 4 | |
| 2-årsregn | 8 |
| Delområde 5 | |
| 2-årsregn | 18 |
| 20-årsregn | 38 |
| Planområdet | |
| 2-årsregn | 63 |
| 20-årsregn | 135 |

För att fördröja ett framtida 2-årsregn till ett befintligt 2-årsregn för hela planområdet krävs 63 m³, motsvarande gäller att ett framtida 20-årsregn fördröjt till ett befintligt 20-årsregn för hela planområdet kräver 135 m³. För båda volymerna är delområde 5 medräknad. De värden som presenteras i Tabell 6 för planområdet har beräknats för hela området som en enhet, och är alltså inte en sammanslagning av magasinsvolymerna från respektive delområde.

För delområde 5 föreslås inga nya dagvattenanläggningar, eftersom området består av befintliga byggnader som redan är anslutna till det allmänna dagvattennätet. 2-årsregnet tas om hand om på befintliga grönytor genom bland annat att vatten från utkastare översilar över dessa. Att för volymerna för 20-årsregnet etablera ny dagvattenhantering eller omdirigera dagvattnet från detta delområde till de föreslagna anläggningarna bedöms som tekniskt utmanande, då det skulle kräva omfattande omläggning eller ombyggnation av existerande ledningar, samt att tillräckligt utrymme för egen fördröjning saknas inom området.

Erforderliga fördröjningsvolymerna för hela planområdet för 2-årsregn respektive 20-årsregn bedöms därför uppgå till 45 m³ respektive 97 m³ där delområde 5 är borträknat.

5.3 Föreslagen systemlösning

I detta kapitel redovisas föreslagen systemlösning för fördröjning och rening av dagvatten för planområdet. De anläggningar som föreslås är enbart principförslag för planområdet, framtagna för att visa att erforderlig fördröjningsvolym och rening kan uppnås inom planområdet. Detaljer kring utformning av åtgärdsförslagen bör utredas noggrannare i senare skede då detaljprojektering ska göras.

5.3.1 Kvartersmark

Inom delområde 5 föreslås ingen kompletterande dagvattenhantering för kvartersmarken, då området utgörs av befintliga byggnader som redan är anslutna till det allmänna dagvattennätet. Befintlig dagvattenhantering för delområde 5 beskrivs i avsnitt 5.2 Erforderlig fördröjningsvolym.

För kvartersmark inom delområde 1, 3 och 4 föreslås lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), dimensionerat för att fördröja och rena nederbörd motsvarande ett 2-årsregn inom respektive fastighet. Fördröjningsvolymen anpassas efter markanvändning och andel hårdgjord yta, men som riktvärde ska cirka 2 m³ dagvatten fördröjas och renas per bostadsfastighet.

LOD-åtgärden föreslås utgöras av ett vegetationsklätt infiltrationsstråk, utformat som en grund svacka med underliggande makadammagasin. Dagvatten från tak- och hårdgjorda ytor avleds ytligt till anläggningen via stuprörsutkastare och rännalsplattor eller motsvarande. Fördröjning sker genom ytlig avrinning över vegetationsytan samt genom tillfällig magasinering i makadamlagrets porvolym (cirka 40 %). Rening uppnås huvudsakligen genom sedimentation av partikelbundna föroreningar och fastläggning i växtjord samt underliggande material. En fördröjningsvolym på 2 m³ motsvarar ett ytbehov på cirka 10 m² vid ett medeldjup på 0,5 m och en porositet på 0,4.

Förväntad reningseffekt har beräknats i StormTac Web. För situationen efter exploatering har markanvändningskategorin villa- och radhusområde använts, medan skogsmark och gräsyta har representerat befintlig situation. Tabell 8 och Tabell 9 redovisar beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder före exploatering samt efter exploatering med rening i föreslagen LOD-åtgärd.

Tabell 8. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) för befintlig markanvändning och planerad markanvändning efter rening. Östersunds kommuns riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (2020). Fetmarkering markerar ökning mot befintlig situation.

| Ämne | Kvartersmark (Delområde 1, 3 och 4) | | Riktvärde |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| | Befintlig situation | Planerad situation inkl. rening | |
| P | 27 | 110 | 70 |
| N | 380 | 930 | 1250 |
| Pb | 2,5 | 3,2 | 5 |
| Cu | 5,8 | 8,0 | 20 |
| Zn | 16 | 18 | 60 |
| Cd | 0,093 | 0,11 | 0,080 |
| Cr | 2,1 | 2,1 | 8 |
| Ni | 2,5 | 2,6 | 15 |
| Hg | 0,0065 | 0,0095 | 0,070 |
| SS | 16 000 | 18 000 | 25 000 |
| Olja | 84 | 89 | 500 |
| BaP | 0,0044 | 0,018 | 0,00017 |
| As | 0,0039 | 0,0041 | 0,10 |
| ANT | 0,050 | 0,067 | 0,0063 |
| FLUO | 0,025 | 0,030 | 0,0082 |

Tabell 9. Beräknad föroreningsmängd (kg/år) för befintlig markanvändning och planerad markanvändning efter rening samt reningseffekt (%).

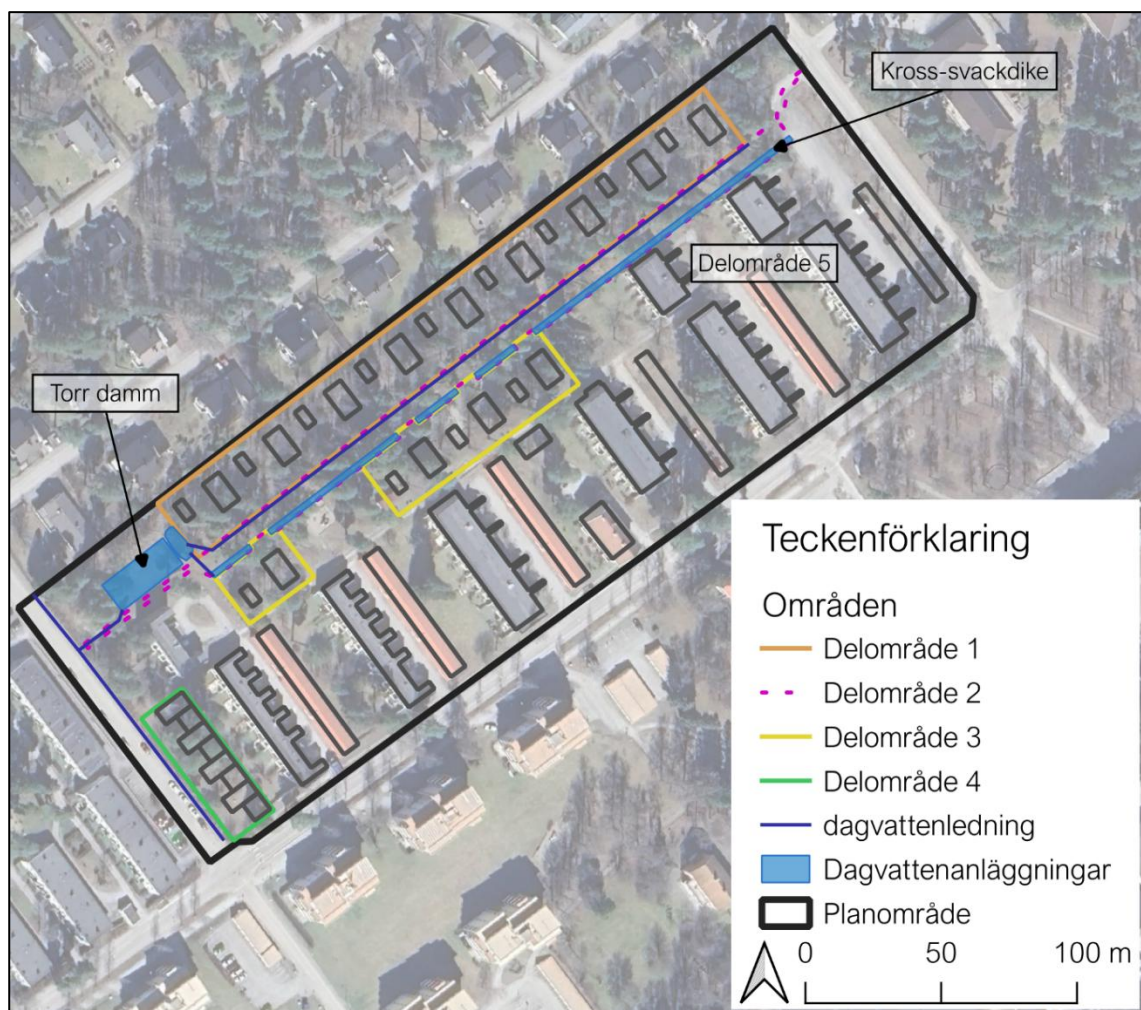
| Ämne | Kvartersmark (Delområde 1, 3 och 4) | | Reningseffekt (%) |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | Befintlig situation | Planerad situation inkl. rening | |
| P | 0,048 | 0,32 | 41 % |
| N | 0,68 | 2,7 | 45 % |
| Pb | 0,0045 | 0,0094 | 63 % |
| Cu | 0,010 | 0,024 | 55 % |
| Zn | 0,029 | 0,054 | 71 % |
| Cd | 0,00017 | 0,00031 | 73 % |
| Cr | 0,0037 | 0,0063 | 50 % |
| Ni | 0,0045 | 0,0077 | 53 % |
| Hg | 0,000012 | 0,000028 | 35 % |
| SS | 29 | 52 | 54 % |
| Olja | 0,15 | 0,26 | 78 % |
| BaP | 0,0000078 | 0,000054 | 50 % |
| As | 0,0000069 | 0,000012 | 40 % |
| ANT | 0,000089 | 0,00020 | 40 % |
| FLUO | 0,000045 | 0,000089 | 40 % |

Exploateringen innebär en ökad andel hårdgjorda ytor och därmed en ökad dagvattenavrinning och föroreningsbelastning jämfört med nuläget. Att helt bibehålla naturmarkens belastningsnivå bedöms inte som rimligt. Beräkningarna visar att vissa riktvärden för dagvattenutsläpp överskrids och att en ökning av den totala föroreningsbelastningen för samtliga ämnen sker, trots föreslagen rening.

Mer långtgående reningsåtgärder inom privat kvartersmark bedöms dock inte vara skäligt. Åtgärderna ska vara robusta, tekniskt enkla och möjliga för enskilda fastighetsägare att anlägga och underhålla. Den föreslagna LOD-lösningen bedöms kunna reducera föroreningshalter med cirka 40–70 %, främst genom avskiljning av partikelbundna föroreningar. Därutöver sker ytterligare rening inom allmän platsmark genom planerat dike och torr damm innan avledning till recipient. Sammantaget bedöms föreslagen dagvattenhantering ge god rening i förhållande till ytanspråk, driftförutsättningar och miljönytta.

5.3.2 Planområdet

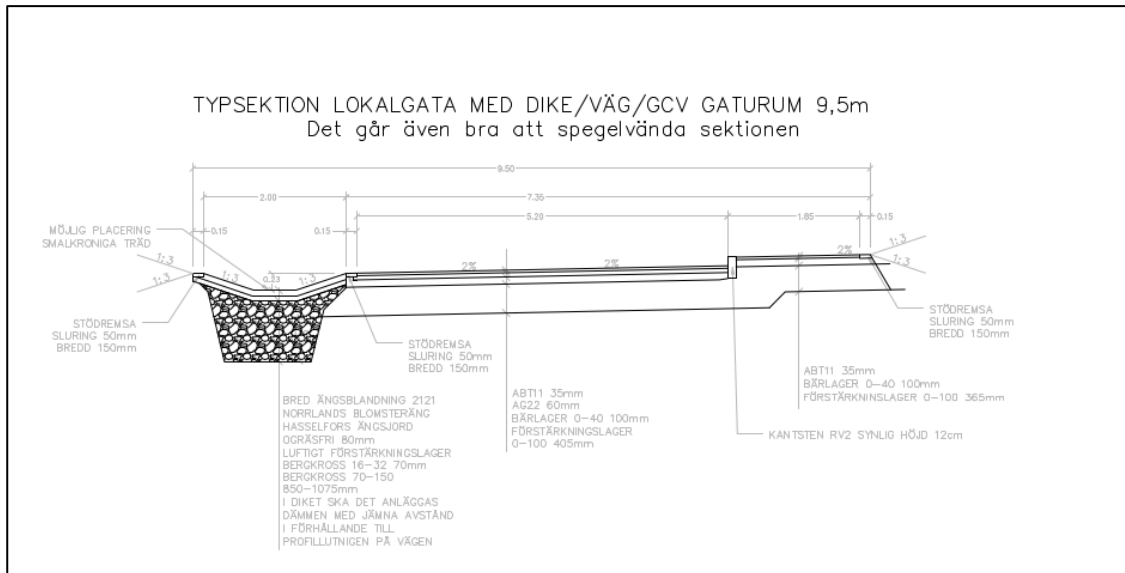
Dagvattenhantering rekommenderas ske i en kombination av öppna och delvis underjordiska dagvattenanläggningar på allmän platsmark. Att hantera stora delar av dagvattnet i öppna anläggningar bedöms fördelaktigt både ur teknisk synpunkt och med hänsyn till hållbarhet. Öppna dagvattenanläggningar kan effektivt hantera stora mängder dagvatten som kommer genereras på de hårdgjorda ytorna inom planområdet och tillskapa en trög avledning, fördröjning och rening. Vidare bidrar öppna dagvattenanläggningar till social och ekologisk hållbarhet, exempelvis genom främjande av stödjande och reglerande ekosystemtjänster, biologisk mångfald samt främjande av kulturella ekosystemtjänster och ökad estetik. Många öppna dagvattenanläggningar har en lång livslängd, förutsatt regelbunden drift och underhåll, vilket gör dem kostnadseffektiva ur ett livscykelperspektiv. Figur 9 presenterar föreslagen dagvattenhantering inom planområdet.



Figur 9 Föreslagen dagvattenhantering (Norconsult).

Dagvatten från delområde 1 rekommenderas avledas via ny dagvattenledning till en torrdamm i väster för fördröjning och rening. Dagvatten från delområde 2 föreslås avledas till ett dike i form av kombinerat kross- och svackdike för fördröjning och rening. Kross- svackdiket rekommenderas anslutas med ledning till föreslagen torrdamm. Delområde 3 avleds till den torra dammen antingen via samma ledning som avleder Delområde 1 eller föreslaget dike. Val av teknisk lösning behöver utredas vidare i samband med detaljprojektering, med hänsyn till höjdsättning och genomförbarhet.

Kross- svackdiket har antagits förläggas längs med hela nya gatan i delområde 2 och har antagits ha en längd på 260 m samt bredd på 2 m. Figur 10 redovisar den tvärsektion som använts för beräkningar av fördröjning och rening. Inom kross- svackdiket ryms erforderlig fördröjningsvolym för delområde 2 och 3 med marginal.

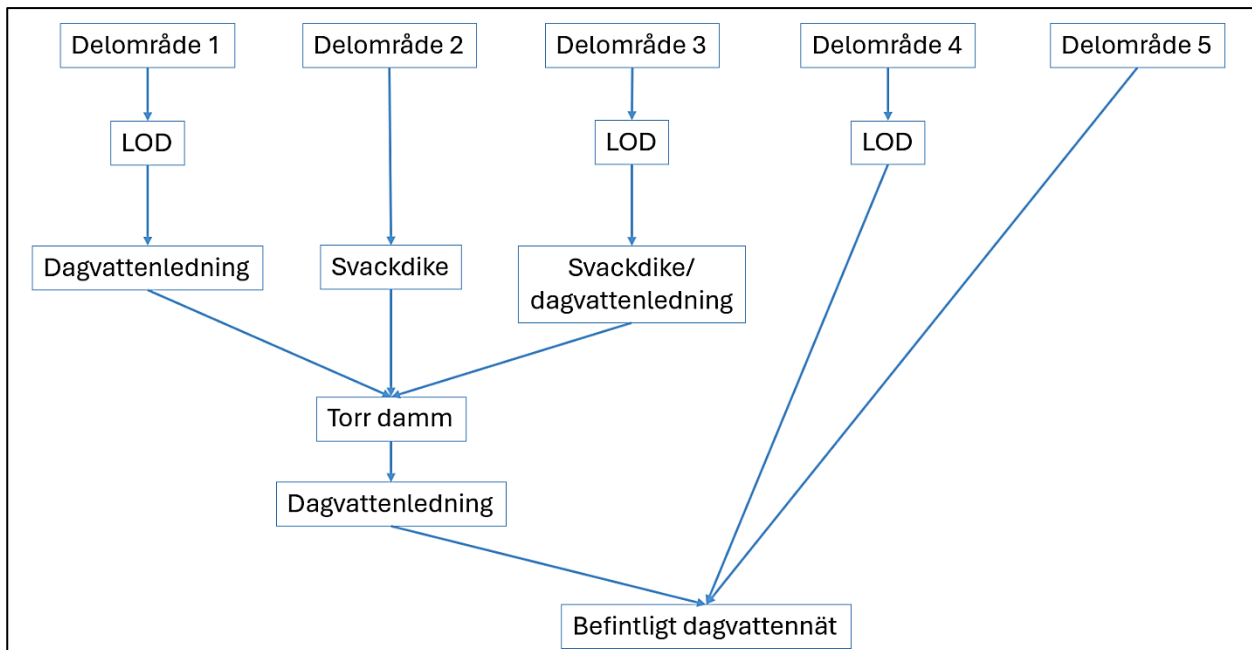


Figur 10 Typsektion av krossdike, samt väg och GC-bana (Östersunds kommun 2025. -e)

Torrdammen rekommenderas ges en yta på ca 340 m² vilket motsvarar den befintliga fotbollsplanen som rekommenderas ges en kombinerad funktion som fotbollsplan/magasin. Ytan har beräknats vara nedsänkt 25 cm vilket ger en fördröjningsvolym på ca 85 m³. För att ytterligare optimera reningsprocessen, undvika att fotbollsplanen inte kan användas vid småregn samt underlätta underhåll och sanering, rekommenderas implementering av en försedimenteringsanläggning. Denna bör dimensioneras för att hantera ett tvåårsregn från delområde 1 och 3, exakt storlek och utformning bör tas fram i samband med projektering för att säkerställa att anläggningarna fungerar utifrån de platsspecifika förutsättningarna. Översta lagret jord på torrdammen/fotbollsplanen bör bestå av sand eller annat genomsläppligt material, för att garantera att platsen kan fungera både som torrdamm och fotbollsplan.

För delområde 4 är det inte möjligt att leda dagvatten med självfall från kvartersmark till de föreslagna dagvattenanläggningarna på allmän platsmark med hänsyn till rådande höjdförhållanden. Att omhänderta dagvatten från fastigheterna på allmän platsmark bedöms inte var möjlig utan pumpning av dagvatten eller att allmän platsmark tillskapas nedströms delområde 4. Det finns dock möjlighet för lokalt omhändertagande av dagvatten inom fastigheten innan anslutning till det allmänna dagvattennätet i form av ny dagvattenledning i Grindstugvägen.

I Figur 11 redovisas ett föreslaget flödesschema för föreslagen dagvattenhantering inom planområdet.



Figur 11 Flödesschema föreslagen dagvattenhantering för Fjällkon 6 (Norconsult).

Förväntad rening för föreslagna åtgärder i enlighet med redovisat flödesschema i Figur 10 beräknades i StormTac Web. Tabell 10 och Tabell 11 redovisar beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder före exploatering samt efter exploatering med rening.

Tabell 10. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) för befintlig markanvändning och planerad markanvändning efter rening. Östersunds kommuns riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient.

| Ämne | Planområde | | Riktvärde |
|------|---------------------|---------------------------------|-----------|
| | Befintlig situation | Planerad situation inkl. rening | |
| P | 160 | 160 | 70 |
| N | 1300 | 1300 | 1250 |
| Pb | 8.4 | 7.4 | 5 |
| Cu | 17 | 15 | 20 |
| Zn | 65 | 57 | 60 |
| Cd | 0.37 | 0.35 | 0,080 |
| Cr | 6.5 | 5.6 | 8 |
| Ni | 6.0 | 5.4 | 15 |
| Hg | 0.019 | 0.018 | 0,070 |
| SS | 54 000 | 48 000 | 25 000 |
| Oil | 350 | 300 | 500 |
| BaP | 0.029 | 0.026 | 0,00017 |
| ANT | 0.0069 | 0.0058 | 0,10 |
| FLUO | 0.024 | 0.016 | 0,0063 |
| As | 2.2 | 2.0 | 1 |

Tabell 11. Beräknad föroreningsmängd (kg/år) för befintlig markanvändning och planerad markanvändning efter rening.

| Ämne | Planområde | | Belastningsändring [%] |
|------|---------------------|--------------------------------|------------------------|
| | Befintlig situation | Planeradsituation inkl. rening | |
| P | 2,1 | 2,3 | 10% |
| N | 17 | 18 | 6% |
| Pb | 0,10 | 0,11 | 10% |
| Cu | 0,21 | 0,22 | 5% |
| Zn | 0,81 | 0,81 | Oförändrad |
| Cd | 0,0046 | 0,0049 | 7% |
| Cr | 0,081 | 0,081 | Oförändrad |
| Ni | 0,075 | 0,077 | 3% |
| Hg | 0,00023 | 0,00025 | 9% |
| SS | 670 | 680 | 1% |
| Oil | 4,4 | 4,3 | Minskning |
| BaP | 0,00036 | 0,00037 | 3% |
| ANT | 0,000087 | 0,000083 | Minskning |
| FLUO | 0,00030 | 0,00023 | Minskning |
| As | 0,028 | 0,029 | 4% |

Beräkningarna visar att föroreningshalterna i det avrinnande dagvattnet minskar jämfört med befintlig situation till följd av föreslagna reningsåtgärder, vilket indikerar att en god reningseffekt

uppnås och att dagvattnets kvalitet förbättras. Den ökade hårdgöringsgraden av planområdet medför en ökad total årlig avrinningsvolym, vilket innebär att den årliga föroreningsbelastningen för vissa ämnen ökar, även efter rening.

De ämnen vars belastning förväntas öka till följd av exploateringen är metallerna Pb, Cu, Cd och Ni, halvmetallen As, det polyaromatiska kolvätet BaP samt för näringsämnen P och N. Den beräknade belastningsökningen är marginell och uppgår till mindre än 10 % för samtliga ämnen.

Flera av de ämnen som enligt föroreningsberäkningarna visar på en ökad belastning har idag en minskande eller hårt reglerad användning. Typhalterna som används för beräkning av förväntad föroreningstransport i StormTac Web kan därmed vara överskattade för nyexploaterade områden. Exempelvis har förekomsten av Pb minskat i byggmaterial och produkter till följd av lagstiftning och materialutveckling. Även för Cu kan materialval i modern bebyggelse anpassas för att minimera korrosionsbidrag.

Att ytterligare öka anläggningarnas storlek för att uppnå en något högre rening bedöms inte vara motiverad. Föreslagna åtgärder är väl dimensionerade i proportion till avrinningsområdets storlek och inom det intervall där reningseffekten är som mest effektiv. En utökning av anläggningarnas yta skulle endast möjligen kunna ge en marginell ökning av förväntad föroreningsreduktion. En utökning av den torra dammens yta skulle även innebära ett större markanspråk och riskera att befintliga träd behöver tas ned. Bevarande av träd bidrar i sig till en hållbar dagvattenhantering, bladverken fångar upp regnvatten och avdunstar en hel del regnvatten som därför aldrig når markytan. Trädens rötter ökar även markens infiltrationsförmåga.

Den beräknade ökningen av föroreningsbelastningen är liten (<10 %), ligger inom modellens osäkerhetsintervall, och sker samtidigt som halterna minskar jämfört med nuläget. Vissa mängder bedöms dessutom vara konservativt skattade. Sammantaget anses föreslagna åtgärder ge tillräcklig rening och ytterligare reningssteg bedöms inte vara motiverade ur kostnads- och miljönyttosynpunkt.

5.3.3 Planområdets påverkan på MKN

Utredningen visar att rening krävs inom planområdet då en del föroreningsmängderna ökar jämfört med befintliga förhållanden. Vid implementering av föreslagen dagvattenhantering ökar inte halten av föroreningar jämfört med befintlig situation. Den beräknade belastningsökningen är marginell och uppgår till mindre än 10 %, vilket ligger inom modellen osäkerhetsintervall.

Den ökning som sker efter exploatering är en konsekvens av att tidigare skogsmark och gräsytor med låg avrinning och belastning av föroreningar ersätts av hårdgjorda ytor i form av villa- och radhusbebyggelse. Detta leder till en ökad mängd föroreningar per liter dagvatten och en större avrinningsvolym. Vid exploatering av naturmark är det svårt att rena ner till befintliga halter och fördröja till befintliga flöden. De dagvattenlösningar som föreslås bedöms vara rimliga sett till kostnader och miljönytta. Därtill utgör planområdet en liten andel av recipientens totala avrinningsområde och till följd av den utspädning som sker i recipienten bedöms inte exploateringen medföra risk för en försämring av Storsjöns nuvarande status. Med hänsyn till detta bedöms inte möjligheterna att uppnå MKN i recipienten äventyras av föreslagen exploatering.

5.4 Urval av ämnen bland Östersunds riktvärden

De ämnen som ingår i Östersunds riktvärden men som uteslöts i dagvattenutredningen beskrivs nedan med ett kortfattat resonemang kring varför de inte har analyserats.

pH – ett mått på hur surt eller basiskt något är. Parametern kan inte analyseras i StormTac och är svår att generalisera till olika markanvändningar utan kräver platsspecifika mätningar. Trots att pH-värdet i dagvatten kan ha en påverkan på recipienterna bedöms denna parameter inte rimlig att analysera i detta tidiga skede och bedöms inte utgöra en risk att utesluta.

TOC – totala mängden organiskt kol i vatten. Parametern bedöms som mindre meningsfull att analysera då den inkluderar alla organiska material och därmed ur miljösynpunkt även ofarliga ämnen så som humus från jord och löv. Parametrar som mäter näringsämnen och olja/kolväten ger mer relevant information för miljörisker.

Polyklorerade bifenyler (PCB₇) – en grupp giftiga, svårnedbrytbara kemikalier som användes på 1950-1970-talet i bygg- och industrimaterial. De 7 indikatorämnena som ingår i gruppen kan analyseras var för sig i StormTac men eftersom ämnena är förbjudna i Sverige sedan 1970-talet bedöms det inte som sannolikt att planen skulle ha en negativ inverkan på recipienterna med avseende på ämnesgruppen.

Bensen – ett giftigt lösningsmedel som tillhör gruppen aromatiska kolväten. Ämnet har bedömts som icke relevant för utredningen eftersom de största exponeringarna sker via luft och avgasutsläpp, då ämnet är så flyktigt avdunstar det snabbt från dagvatten.

Metyl-tert-butyleter (MTBE) – ett tillsatsämne i bensin. Ämnet kan inte analyseras i StormTac och bedöms inte utgöra en risk att utesluta eftersom källor till utsläpp av ämnet inte kan kopplas till exploateringen utan vanligen är läckage från bensinstationer eller spill av bensin vid trafikolyckor.

Poly- och perflourerade alkylsubstanser (PFAS) – är en stor och komplex grupp av fluorerade ämnen och polymerer. PFAS kemiska egenskaper gör att de kan spridas över mycket stora avstånd och deras stabila egenskaper medför att PFAS som sprids till miljön blir kvar under lång tid. Östersunds kommun har riktvärden för tre olika PFAS-grupper/ämnen; PFAS-11, PFAS-21 och PFAS-4 samt PFOS. Dessa kan inte analyseras i StormTac per default men det finns data som kan användas med manuell justering av modellen. Då nuvarande kunskapsläge är lågt bedöms en sådan analys inte tillföra värde till utredningen. Källor till PFAS-problem är ofta historiskt kopplade till särskilda industrier, brandövningsplaster eller deponier och får idag inte användas, därför bedöms det inte som sannolikt att planen skulle ha en negativ inverkan på recipienterna med avseende på PFAS och risken att inte inkludera PFAS i föroreningsberäkningarna som bedöms som låg.

Tributyltenn (TBT) – är en organisk tennförening som har använts som biocid för en rad ändamål, framför allt som tillsats i båtbottnfärger. Eftersom ämnet är förbjudet i EU bedöms det inte som sannolikt att befintlig markanvändning eller planen skulle ha en negativ inverkan på recipienterna med avseende på TBT.

Trikloretülen – ett giftigt och cancerframkallande lösningsmedel som förr användes för avfettning och rengöring. Ämnet kan inte analyseras i StormTac och eftersom användning idag kräver särskilt tillstånd inom EU bedöms risken att inte inkludera ämnet i föroreningsanalysen som låg.

Nonylfenoler – är miljögifter som tidigare fanns i tvätt- och rengöringsmedel, de är hormonstörande och skadliga för vattenmiljön och klassas som prioriterat farligt ämne i EU:s vattendirektiv. Ämnet kan inte analyseras i StormTac och eftersom ämnet är förbjudet i EU bedöms risken att inte inkludera ämnet i föroreningsberäkningarna som låg.

Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) – är en ftalat det vill säga mjukgörare som har använts mycket i PVC-produkter. Ämnet är hormonstörande och giftig för vattenlevande organismer. Eftersom DEHP är förbjuden i många användningar inom EU bedöms risken att inte inkludera ämnet i föroreningsberäkningarna som låg.

Oktylfenol – en organisk förening som liknar nonylfenol. Ämnet kan inte analyseras i StormTac och eftersom ämnet är förbjudet i många användningar inom EU bedöms risken att inte inkludera ämnet i föroreningsberäkningarna som låg.

Glyfosat – ett av världens mest använda ogräsmedel med handelsnamn Roundup. Det är effektivt men kontroversiellt eftersom det kan läcka till vattenmiljön och långtidseffekter är inte fastställda. Eftersom Roundup idag är förbjudet att användas vid ogräsbekämpning bedöms risken att inte inkludera ämnet som låg.

Samtliga giftiga ämnen som numera är förbjudna att använda bedöms inte utgöra en risk för recipienterna i samband med exploateringen. I samband med exploateringen kommer förbjudna ämnen inte att nyttjas och det bedöms därmed som mycket osannolikt att ett genomförande av planen skulle påverka recipienterna negativt med avseende på dessa ämnen.

5.5 Snöhantering

I Sverige, liksom i andra länder med kallt klimat, påverkas dagvattenanläggningar av snö och kyla. Detta gäller hela förloppet från nederbördsbildning till avrinning. För såväl avrinning som föroreningstransport har det stor betydelse om nederbörden kommer som regn eller snö.

Anläggningar för infiltration av dagvatten riskerar att sätta igen av is under vintersäsongen och därigenom få en nedsatt funktion. Dagvatten som hamnar i regnbäddar, svackdiken, torra dammar och makadamdiken infiltrerar i normala fall i marken eller rinner av på ytan, men infiltrationsförmågan är kraftigt försämrad under vinterförhållanden då marken kan vara frusen. De positiva egenskaperna som hänger samman med vegetationen i t.ex. svackdiken och regnbäddar minskar även under vintern.

I de flesta fall sker däremot ingen avrinning när marken är frusen eftersom nederbörden är i form av snö. En väl-dränerad yta bör tina relativt fort så i takt med att snön smälter bör även infiltrationsförmågan tillta. En dåligt dränerad yta kommer däremot vara fryst mycket längre.

Svenskt Vatten Utveckling (Viklander och Bäckström 2008) har i ett projekt genomfört en analys av flera dagvattensystems viktigaste funktioner i kalla klimat. Fyra funktioner bedömdes; volymkontroll, föroreningskontroll, integrering samt funktion i kallt klimat. Resultaten av flerfunktionsanalysen indikerar att dagvattensystemens funktion påverkas negativt och infiltrationsanläggningar och torra dammar har sämre potential att fungera i kallt klimat.

Då dagvattenreningen i många fall kan bli begränsad i kalla klimat blir snöhantering en central del i att hantera föroreningsbelastningen under vinterperioden. För att minimera miljöbelastningen bör en helhetssyn av snöhanteringen eftersträvas, som innefattar röjning, transporter, snödeponering och omhändertagande av smältvatten. Förorenad snö (ex. snö som legat länge intill större vägar eller parkeringar) kan behöva hanteras vid en central deponi medan mindre förorenad snö kan hanteras och lagras lokalt, t.ex. på ytor som används för dagvattenrening (Viklander och Bäckström 2008).

En av fördelarna med flertalet dagvattenanläggningar är att de även kan nyttjas som lokala snölagringsytor.

För planområdet föreslås att krossdiket samt torrdammen används som snöupplag.

5.6 Släckvattenhantering

Brandvatten definieras som det vatten som kommer till användning vid släckning av en brand, medan släckvatten är det vatten som avrinner efter släckningen. Släckvatten kan bidra med föroreningar i miljön och innebära risker för dricksvattenförsörjningen. I Svenskt Vatten utveckling, föreslås att kommunerna upprättar planer/ strategier kring brandvatten och hantering av släckvatten. Östersunds kommun har i dagsläget inga tydliga riktlinjer kring frågan om släckvattenhantering. I de kommuner som arbetat fram en handlingsplan kring släckvattenhantering finns stora skillnader i regelverk och rutiner för hantering av brand- och släckvatten, där eftersträvansvärt är att arbeta på ett mer likartat arbetssätt som skulle underlätta och utgöra ett smidigare regionalt samarbete (Svenskt Vatten, 2021).

Fem viktiga principer för brandsläckning inkluderar att förhindra bränder, använda släckteknik som minimerar förorenat släckvatten eller som uteslutande inte ger upphov till släckvatten, använda tillsatsmedel till släckvatten med minst skadliga kemiska egenskaper och att samla upp förorenat släckvatten. För kommunala räddningstjänster är det viktigt att ha rutiner för att hantera miljörisker vid brandinsatser.

För planområdet föreslås att en nedstigningsbrunn med avstängningsanordning anläggs före anslutningen av torrdammen till ledningsnätet. Detta möjliggör att ventilen kan stängas vid släckinsatser, vilket innebär att släckvatten samlas upp i torrdammen och brunnen istället för att ledas direkt ut i ledningssystemet.

5.7 Dagvatten under byggskedet

Under byggtiden är det av största vikt att dagvattnet från arbetsområdet inte negativt påverkar recipientens förmåga att uppnå miljö kvalitetsnormer. Därför ska dagvatten inte ledas direkt från byggarbetsplatsen till det allmänna ledningsnätet eller recipient. Större partiklar, såsom byggspill, sand, lera och grus, måste avskiljas från dagvattnet innan det avleds till det allmänna nätet eller recipient. Om dagvattnet riskerar att innehålla betydande mängder av petroleumprodukter eller slam, bör specifika avskiljare installeras (Teknisk handbok, Östersund, 2025). Vid misstanke om förhöjda föroreningar som riskerar att nå det allmänna nätet, ska provtagningar genomföras för att säkerställa vattenkvaliteten.

Vidare bör en riskbedömning genomföras för att identifiera potentiella faror relaterade till dagvattenhantering under de planerade arbetena. Om det finns en betydande risk att föroreningar kan nå det allmänna nätet eller närliggande vattendrag, bör åtgärder såsom avstängningsanordningar på interna ledningar eller diken installeras för att förhindra eventuell avledning från byggarbetsplatsen.

För hantering av dagvatten under byggtiden föreslås att dagvattenanläggningar anläggs först så att dagvattnet kan omhändertaras från början. Om detta inte är möjligt kan särskilda åtgärder för omhändertagande vidtas, exempelvis genom att anlägga tillfälliga reningsanläggningar som sedimentations- och infiltrationsbassänger i lägre liggande områden. I enlighet med Boverkets byggregler ska dagvattenåtgärder utformas så att de effektivt leder bort regnvatten och minskar risken för översvämningar, olyckor eller skador på byggnader och mark (Teknisk handbok, Östersund, 2025).

5.8 Kostnadsuppskattning för investering

Investeringskostnaden för dagvattenhanteringen inom planområdet kan variera kraftigt beroende på anläggningens typ och utformning. Följande uppskattning baseras på StormTac Webs kostnadsmodell presenterad i StormTac Databas v. 2026-01-08. Modellen beräknar schablonkostnader för olika typer av anläggningar baserat på anläggningsspecifika parametrar så som yta, längd och volym.

Redovisad kostnad avser anläggning av de presenterade åtgärderna i kapitel 5.1 och är en grov skattning användbar i ett tidigt projektskede, se Tabell 12. Kostnad avseende projektering och skötsel inkluderas inte i redovisad schablon.

Tabell 12. Anläggningskostnad (inkl. arbete, material och transport) för torr damm och krossdike (StormTac databas v.2026-01-08).

| | Anläggningskostnad (SEK) | Minsta kostnad (SEK) | Maximal kostnad (SEK) |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Krossdike (260 m) | 260 000 | 160 000 | 330 000 |
| Torr damm (130 m ³) | 110 000 | 80 000 | 150 000 |

6 Skyfallshantering

Extrema regn innebär risk för att lågpunkter och instängda områden översvämmas. Vid extrema regn (t.ex. 100- och 200-årsregn) kommer dagvattenledningarnas kapacitet att överskridas och dagvatten kommer då brädda ut över markytan. Skyfallsvattnet behöver då kunna avrinna på markytan utan att orsaka exempelvis skador på byggnader, egendom eller fara för tredje person. Framkomlighet för exempelvis räddningstjänsten behöver också säkerställas.

Kommunens ansvar är, enligt P110, att vid detaljplaneläggning säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader, infrastruktur och samhällsfunktioner vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatfaktor. För att undvika skador på ny bebyggelse inom planområdet bör planområdet höjdsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall (Svenskt Vatten, 2016).

I enlighet med P110 och Östersund kommuns riktlinjer för dagvattenhantering ska dagvattenanläggningar utformas så att byggnader, infrastruktur och samhällsfunktioner kan hantera extrem nederbörd med dagens- och framtida klimat utan allvarliga skador på anläggningar och människors hälsa. Ny bebyggelse ska anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn.

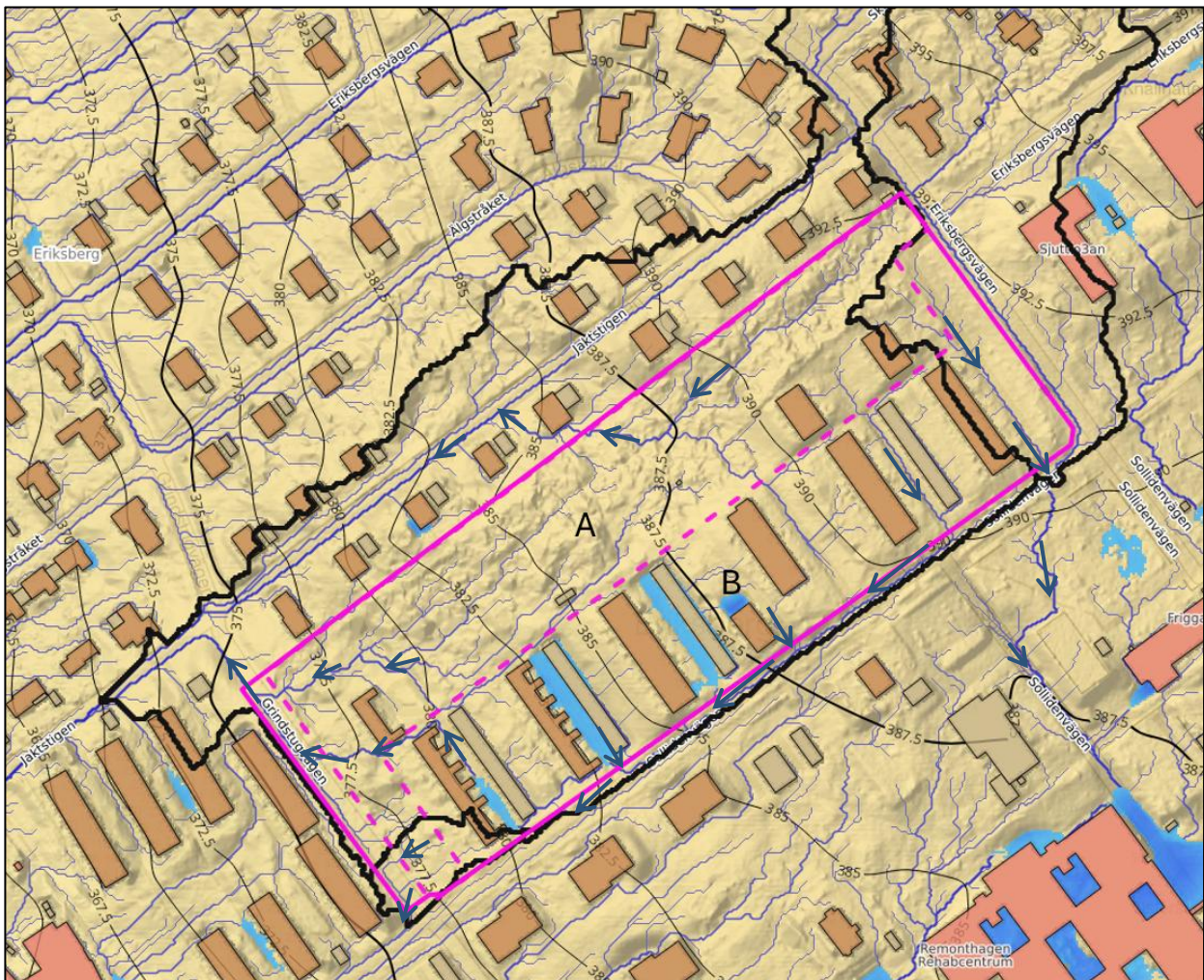
Skyfallsanalyser har utförts i Scalgo Live (SCALGO u.å.) för att undersöka rinnstråk och utbredning av marköversvämning i samband med skyfall. Scalgo Live är ett verktyg för lågpunktskartering där man kan ta hänsyn till hur rinnvägar förändras och hur lågpunkter fylls upp vid olika regnmängder. Verktöget fungerar för en översiktlig screening av översvämningsrisker och som input till val av metod för skyfallsmodellering.

Användning av Scalgo Live medför flera osäkerheter och begränsningar. En av de största osäkerheterna med Scalgo Live är att det är ett verktyg för statisk översvämningsanalys, det vill säga att analyserna inte tar hänsyn till tidsaspekten som en dynamisk (tidsberoende) modell gör. Därmed kan exempelvis flödes hastigheter, dämningnivåer, tidsberoende infiltration och varaktigheter inte studeras i Scalgo Live. Det är viktigt att ha i åtanke att i Scalgo Live symboliseras rinnvägar med linjer medan de i verkligheten kan vara flera meter breda. Vattnet kan även ta andra vägar på grund av att flödet har ett visst djup vilket inte fångas i Scalgo Live.

För det aktuella området baseras höjddata på Lantmäteriets markhöjdmodell med upplösning 1x1 meter vilken inhämtades av Scalgo 2025-10-04. Applicerad regnvolym i analysen är 106 mm vilket motsvarar ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet inklusive en klimatfaktor om 1,25. Ingen hänsyn har tagits till infiltration i mark eller avledning via ledningsnät i området.

6.1 Befintlig skyfallssituation

Figur 12 redovisar en skyfallsanalys utförd i Scalgo Live över befintliga förhållanden. Rinnstråk markeras i blått och lågpunkter inom grönt-gul-röda områden. Östersunds kommun har tidigare tagit fram en kommunövergripande skyfallskartering. Skyfallskartering har jämförts med analysen över befintlig situation utförd i Scalgo Live.



Figur 12 Skyfallsanalys befintliga förhållanden

Som tidigare beskrivits lutar marken inom planområdet främst åt sydväst och befintliga rinnvägar följer topografien. Det finns större rinnvägar i grönytan inom område A. Största delen av område A avrinner mot Jaktstigen (kloss an befintligt bostadshus), endast en mindre del avrinner åt söder via Sollidenvägen.

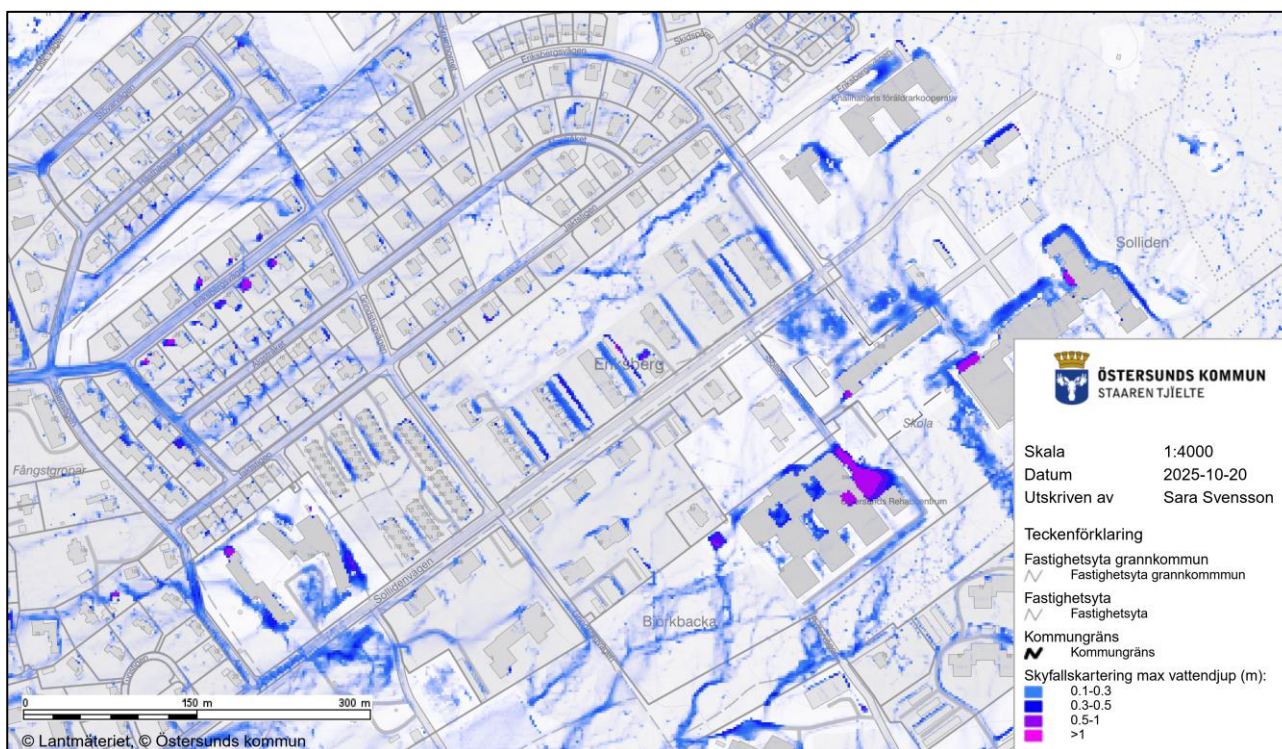
Inom område B avrinner en mindre del i det östra hörnet söderut via Sollidenvägen. Resterande delar av området avrinner västerut längs den södra planområdesgränsen och Sollidenvägen, med undantag för ett mindre område som avrinner mot Grindstugevägen.

Enligt Scalgo Live ser det inte ut som att uppströms områden belastar aktuellt planområde. Uppströms områden avleds västerut via Jaktstigen eller söderut via Eriksbergsvägen och påverkas därför inte av avrinning från intilliggande bebyggelse.

Det finns lågpunkter inom planområdet. I mitten av område B finns det risk för stående vatten vid befintligt bostadshus, då med ett djup upp mot ca 0,6 m. Det finns även risk för stående vatten vid några av de befintliga garagelängorna. Dels mot "baksidan" av garagebyggnaderna (östra fasaden), dels på gatan mellan garagebyggnaderna och befintliga bostadshus. Vattendjupet vid garagen uppgår i ca 0,2 m enligt Scalgo Live.

Nordväst om planområdet, vid villabebyggelsen längs Jaktstigen, identifieras en lågpunkt där ytvatten enligt analyser i Scalgo Live riskerar att ansamlas mot fasaden på en befintlig villa. Det beräknade maximala vattendjupet uppgår till cirka 0,5 m. Den befintliga rinnvägen mot Jaktstigen passerar i direkt anslutning till en annan befintlig villa. Här riskerar sannolikt vatten också att bli stående mot fasad trots att detta inte avspeglas i Scalgo Live.

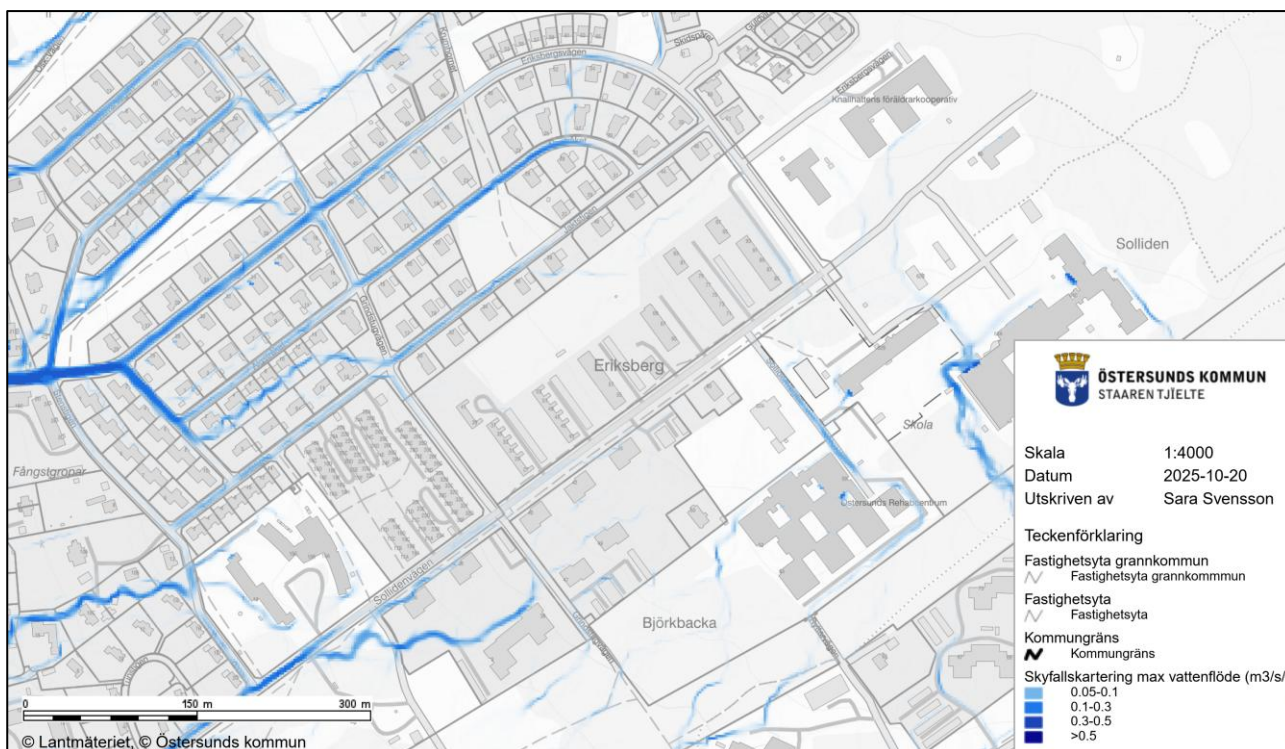
Figur 13 och Figur 14 redovisar resultat från den kommunövergripande skyfallskarteringen, Figur 13 visar maximalt vattendjup och Figur 14 maximalt vattenflöde (Östersunds kommun u.å.).



Figur 13 Skyfallskartering max vattendjup (Östersunds kommun 2025-c).

Skyfallskarteringen över maximalt vattendjup visar fler lågpunkter inom vilka vatten riskerar att bli stående vid skyfall. Karteringen visar också att vattendjupet i lågpunkterna är djupare än Scalgo Live. Exempelvis riskerar vatten att bli stående mot den södra fasaden på fler befintliga villor inom område A, exempelvis vid befintlig rinnväg mot Jaktstigen. Vid befintliga bostadsbyggnader och

garagelängor inom område B finns risk för översvämning vid den östra fasaden av samtliga byggnader, vilket sannolikt stämmer då markytan lutar åt sydväst.

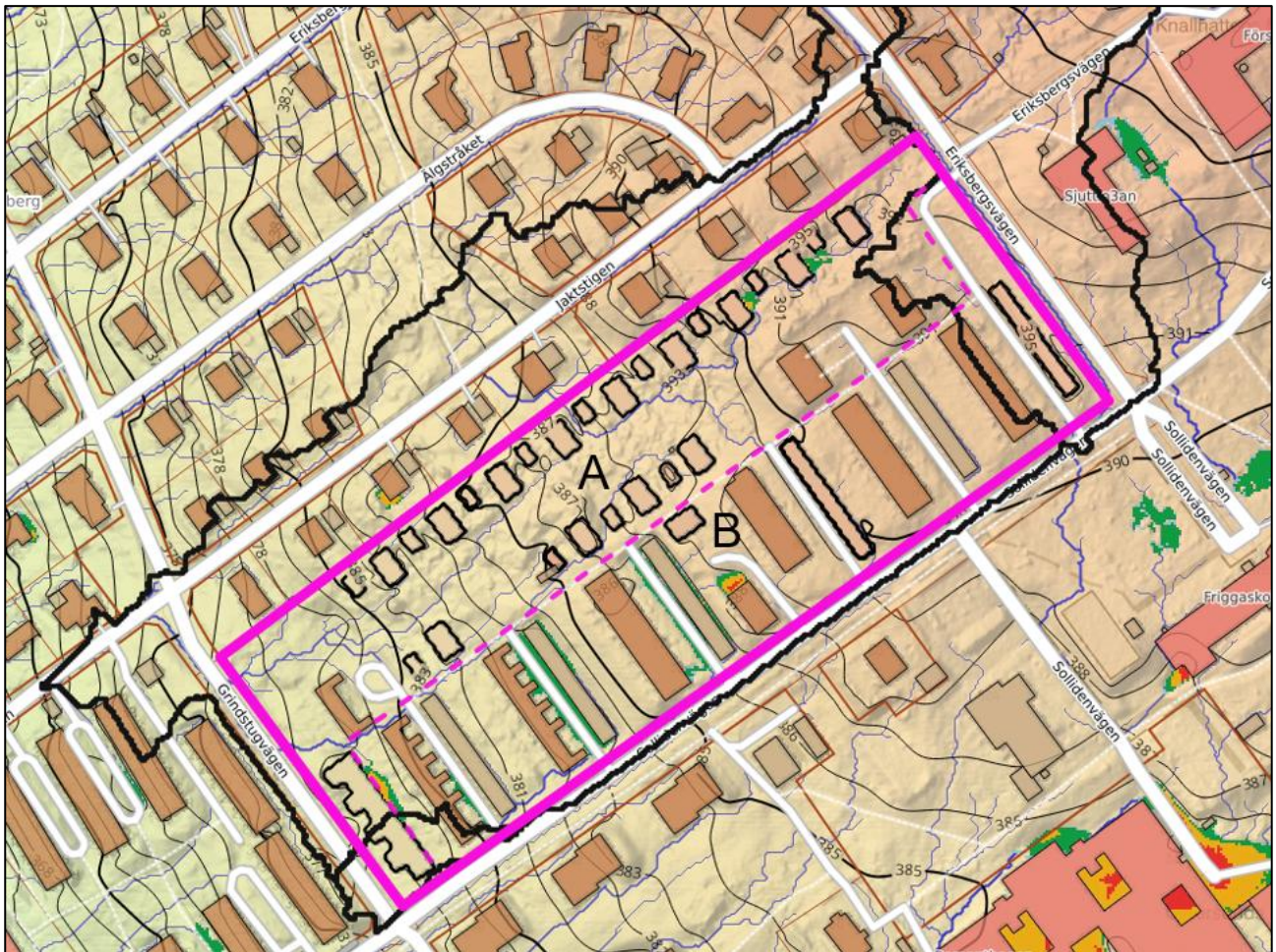


Figur 14 Skyfallskartering max vattenflöde (Östersunds kommun 2025.-d).

Skyfallskarteringen över max vattenflöde visar bland annat rinnstråket mot Jaktstigen i mitten av området. Samt rinnvägen i det östra hörnet av planområdet som avrinner söderut mot Sollidenvägen.

6.2 Framtida skyfallssituation

Figur 15 redovisar en skyfallsanalys vid framtida förhållanden. Föreslagen exploatering i form av planerade byggnader, bostadshus samt komplementbyggnader har lagts in i karteringen, då genom att marknivån för planerade byggnader har höjts med 5 m. Rinnstråk markeras i blått och lågpunkter inom grönt-gul-röda områden.

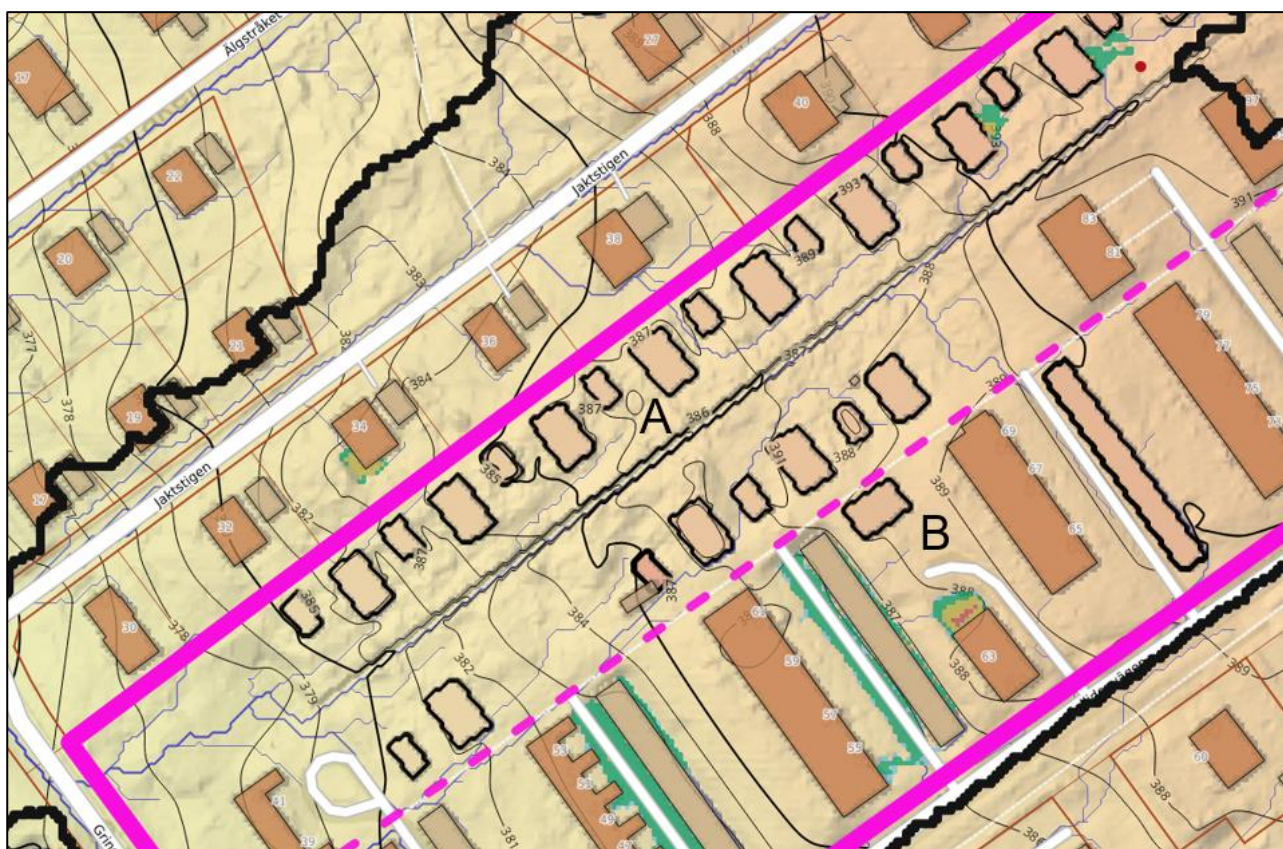


Figur 15 Skyfallsanalys framtida förhållanden

Analysen visar att det i område A finns risk för att vatten ansamlas mot den östra fasaden av framtida byggnader om befintliga terrängförhållanden bevaras. Detta då markytan i dagsläget lutar västerut med följden att nya byggnader blir barriärer i befintliga rinnvägar. Detta borde således även ske lokalt med tillägg av nya byggnader inom område B också. Dock skildras detta endast i det sydvästra hörnet av planområdet i gränsen mellan område A och B då vatten blir stående mot den östra sidan av nytt kedjehus, då med ett vattendjup på ca 0,6 m.

6.3 Föreslagna skyfallsåtgärder

Skyfallsanalysen över framtida situation utförd i Scalgo visar att det finns risk för översvämning av ny bebyggelse inom område A och B om inte höjdsättningen inom området genomförs på ett genomtänkt sätt. Befintliga rinnvägar rekommenderas bevaras i den mån som möjlig. Ett nytt rinnstråk längsmed planerad gata inom område A rekommenderas skapas. För att illustrera rinnvägen har befintlig markyta längsmed planerad gatas sträckning sänkts i Scalgo Live. Figur 16 redovisar framtida situation med föreslaget rinnstråk. Det bör utredas i senare skede hur detta ska kombineras med föreslaget kross-svackdike eller eventuellt gatan.



Figur 16 Framtida situation med föreslaget rinnstråk

För att skydda planerade kedjehus i den västra delen av område 1 och planerad garagelänga i den östra delen av område B rekommenderas markytan luta så att vatten kan avrinna mot befintlig GC-väg i gränsen mellan område A och B, och vidare mot befintligt grönområde.

Hur framtida bebyggelse planeras höjdsättas är i dagsläget inte fastställt. Området bör höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid 100-årsregn inte skadar byggnader. Som rekommendation bör kvartersmark generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatemark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten ska kunna erhållas. För

att minimera risken för att vatten blir stående mot fasad vid skyfall bör byggnader anläggas med lutning från fasaden.

Höjdsättningen rekommenderas även utformas så att dagvatten leds via skyfallsleder såsom gator, vägar och diken mot föreslagen dagvattenhantering som i första hand placerats i befintliga lågpunkter. I samband med framtagning av framtida höjdsättning behöver framkomligheten för utryckningsfordon studeras och säkerställas.

Inga lågpunkter ser enligt Scalgo Live ut att byggas bort i samband med föreslagen exploatering, det är av vikt att vid planering och höjdsättning av marken inom planområdet säkerställa att inga instängda områden eller att lågpunkter byggs bort utan kompensation. Dock tillkommer hårdgjorda ytor som vid normal nederbörd ska fördröjas men vid extrema regnhändelser kommer dessa att bidra med ett ökat flöde gentemot befintliga förhållanden. Då planområdet ligger uppströms inom ett tätbebyggt område, kan det komma att påverka nedströms områden negativt om inga åtgärder genomförs. För att omhänderta de ökade flöden som kommer av ny bebyggelse inom främst område A, se Figur 15 skulle planerat dagvattenmagasin/snöupplag kunna nyttjas för att tillfälligt magasinera skyfallet. Med utgångspunkt i att ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor ska fördröjas till ett befintligt 100-årsregn krävs en fördröjningsvolym om ca 85 m³ inom område A. En skyfallsyta motsvarande blå rektangel med magasin/snöupplag enligt skiss för Fjällkon 6 (Figur 9) på ca 340 m² behöver ha ett djup/höjd på ca 0,25 m för att kunna omhänderta ca 85 m³.

Som tidigare nämnts har statistiska modeller som Scalgo Live begränsningar när det gäller att beakta komplexiteten i flödesvägar, trummors kapacitet och dämning, vilket kan innebära att en kopplad modell behöver utvecklas i ett senare skede. En kopplad skyfallsmodell möjliggör simulering av både ledningsnät och föreslagna åtgärder för att utvärdera deras funktion samt verifiera att framtida exploatering inte försämrar förhållandena nedströms.

7 Slutsats

Exploateringen medför att dagvattenflöden samt föroreningsbelastningen från området ökar, vilket innebär att åtgärder för fördröjning och rening krävs.

En hållbar dagvattenhantering bedöms kunna uppnås efter exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder i form av torrdamm och kombinerat kross- och svackdike på allmän platsmark samt LOD på kvartersmark. Med föreslagna fördröjningsåtgärder kan ett 2-årsregn samt ett 20-årsregn fördröjas i enlighet med Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (2020).

Utredningen visar att föreslagna dagvattenåtgärder medför minskade föroreningshalter i det avrinnande vattnet jämfört med befintlig situation, vilket innebär att dagvattnets kvalitet förbättras och att en god reningseffekt uppnås med föreslagen dagvattenhantering. Den ökade andelen hårdgjorda ytor medför samtidigt en större årlig avrinningsvolym, vilket innebär att den totala föroreningsmängden för vissa ämnen ökas. De ämnen detta gäller är följande: P, N, Pb, Cu, Cd, Ni, Hg, BaP och As. Ökning är dock marginell för samtliga ämnen (<10 %) och ligger inom beräkningarnas osäkerhetsintervall. För flera ämnen bedöms dessutom använda typhalter vara konservativt skattade i förhållande till moderna materialval och gällande lagstiftning.

Föreslagna åtgärder är väl dimensionerade i proportion till avrinningsområdets storlek. En utökning av anläggningarnas storlek bedöms endast ge en marginell förbättring av förväntad rening, samtidigt som markanspråket skulle öka och befintliga träd riskera att tas ned. Bevarande av träd bidrar i sig till en hållbar dagvattenhantering. Ytterligare reningssteg bedöms inte vara proportionerliga i förhållande till kostnad och miljönytta.

Planområdet utgör en mycket begränsad del av Storsjöns avrinningsområde. Med hänsyn till den marginella belastningsökningen, den förbättrade dagvattenkvaliteten samt den utspädning som sker i recipienten bedöms exploateringen inte medföra risk för försämring av Storsjöns ekologiska eller kemiska status. Möjligheterna att uppnå eller bibehålla gällande miljö kvalitetsnormer bedöms därmed inte äventyras av föreslagen exploatering.

Inga dagvattenanläggningar föreslås för delområde 5 då området består av befintliga byggnader som redan är anslutna till det allmänna dagvattennätet. Hantering av 2-årsregnet sker via befintliga grönytor, där vatten från utkastare leds ut och infiltreras. Att hantera volymer motsvarande 20-årsregnet genom nya anläggningar eller omdirigering av dagvattnet från detta delområde till de föreslagna anläggningarna bedöms som tekniskt utmanande, då det skulle kräva omfattande omläggning eller ombyggnation av existerande ledningar, samt att tillräckligt utrymme för egen fördröjning saknas inom området.

För dagvatten- och skyfallshantering är en genomtänkt höjdsättning vid utbyggnad inom planområdet av vikt. Området bör höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid 100-årsregn inte skadar byggnader. Som rekommendation bör kvartersmark generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten ska kunna erhållas. Skyfallsanalysen över framtida situation utförd i Scalgo visar att det finns risk för översvämning av ny bebyggelse inom planområdet om inte en genomtänkt höjdsättning utförs. På grund av att planområdet lutar västerut riskerar vatten att bli stående mot den östra fasaden av ny bebyggelse vilket även är fallet för befintlig bebyggelse inom

området. Befintliga rinnvägar rekommenderas bevaras i den mån som möjlig. Ett nytt rinnstråk längsmed planerad gata inom område A rekommenderas skapas.

Då planområdet ligger uppströms inom ett tätbebyggt område, kan det komma att påverka nedströms områden negativt om inga åtgärder genomförs. För att omhänderta de ökade flöden som kommer av ny bebyggelse kan planerat dagvattenmagasin/snöupplag nyttjas för att tillfälligt magasinera skyfallet. Med utgångspunkt i att ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 ska fördröjas till ett befintligt 100-årsregn krävs en fördröjningsvolym om ca 85 m³.

Som tidigare nämnts har statiska modeller som Scalgo Live begränsningar när det gäller att beakta komplexiteten i flödesvägar, trummors kapacitet och dämning, vilket kan innebära att en kopplad modell behöver utvecklas i ett senare skede. En kopplad skyfallsmodell möjliggör simulering av både ledningsnät och föreslagna åtgärder för att utvärdera deras funktion samt verifiera att framtida exploatering inte försämrar förhållandena nedströms.

8 Referenser

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). 2023. Metod för skyfallskartering av tätorter. Trafikverket. 2014. Vägdkesmassor – provtagning och hantering. TDOK 2014:0931.
- Svenskt Vatten. 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande. Publikation P105.
- Svenskt Vatten. 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Publikation P110.
- Svenskt Vatten Utveckling. (2021). Planering för brand-och släckvatten.
- Viklander, M och Bäckström, M. 2008. Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat. Svenskt vatten Utveckling. Rapport Nr 2008–15.
- WSP. 2025-a. Fjällkon 6, Östersund - PM Geoteknik.
- WSP. 2025-b. Fjällkon 6, Östersund - Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR, geo).
- Östersunds kommun. 2023.-a. Bakgrundsrapport, Riktlinje – Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient. RBR-4123.
- Östersunds kommun. 2023.-b. Riktlinje, Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient. RIKPOL – 4120.
- Östersunds kommun. 2025.-c. Dp fjällkon 6 Skyfallskartering max vattendjup. Erhållen 2025-10-21.
- Östersunds kommun. 2025.-d. Dp fjällkon 6 Skyfallskartering max vattenflöde. Erhållen 2024-10-21.
- Östersunds kommun. 2025.-e. Situationsplan Östersund Sollieden Nybyggnad VÄF Fjällkon 6. Erhållen 2025-11-13.
- Östersunds kommun. Riktlinjer för dagvattenhantering. 2020.
- Väg & Miljö AB. 2023. Naturvärdesinventering Fjällkon, Östersund kommun 2023.

Digitala källor:

- Länsstyrelserna. u.å. EBH-kartan.
ext-webbgis.lansstyrelsen.se/ist_ebh_karta/ [Hämtad 2025-10-23]
- Länsstyrelsen Jämtlands län. 2016. Vattenplan för Storsjön. <https://www.lansstyrelsen.se/jamtland/miljo-och-vatten/vattenforvaltning/vattenplan-for-storsjon.html> [Hämtad 2026-02-16]
- Naturvårdsverket u.å. Skyddad Natur.
skyddadnatur.naturvardsverket.se [Hämtad 2025-10-23]
- SCALGO. u.å. Scalgo Live.
scalgo.com/live [Hämtad 2025-10-23]
- Sveriges geologiska undersökning (SGU). u.å-a. Jordarter 1:25000 - 1:100000.
apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html [Hämtad 2025-10-23]
- Sveriges geologiska undersökning (SGU). u.å-b. Jorddjup.
apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html [Hämtad 2025-10-23]
- Sveriges geologiska undersökning (SGU). u.å-c. Berggrund 1:50000 - 1:250000.
apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-berg-50-250-tusen.html [Hämtad 2025-10-23]
- VA-guiden. u.å-a. Svackdiken.
vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike [Hämtad 2025-10-23]
- VA-guiden. u.å-b. Överdämningsytor.
vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/overdamningsytor [Hämtad 2025-10-23]
- Vatteninformation Sverige (VISS) u.å. Storsjön
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA54917789> [Hämtad 2025-10-23]
- Sveriges riksdag. u.å. Förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk-och musselvatten
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2001554-om-miljokvalitetsnormer-for_sfs-2001-554/ [Hämtad 2026-02-04]