

Östersunds kommun

## ► **Fyrkanten 1**

Dagvattenutredning

Uppdragsnr: 1096203 Version: 6 Datum: 2026-01-07



**Uppdragsgivare:** Östersunds kommun, Samhällsbyggnad  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Elin Novén  
**Konsult:** Norconsult Sverige AB, Nygatan 19B, 903 27 Umeå  
**Uppdragsledare:** Lars Nilsson  
**Teknikansvarig:** Linnea Larsson, Naja Sköldén  
**Handläggare:** Christer Andersson, Levi Nilsson

| Version | Datum      | Beskrivning                | Upprättat          | Granskat     | Godkänt |
|---------|------------|----------------------------|--------------------|--------------|---------|
| 1       | 2025-07-24 | Granskningshandling        | L.L., C.A & L.N    | Lars Nilsson | L.L     |
| 2       | 2025-10-01 | Färdig handling            | N.S, L.L, C.A, L.N | Lars Nilsson | L. N    |
| 3       | 2025-11-21 | Färdig handling            | N.S, L.L, C.A, L.N | Lars Nilsson | L. N    |
| 4       | 2025-12-10 | Revidering Färdig handling | N.S, L.L, C.A, L.N |              | N. S    |
| 5       | 2025-12-18 | Revidering Färdig handling | N. S               |              | N. S    |
| 6       | 2026-01-07 | Revidering Färdig handling | N. S               |              | N. S    |

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

## ► Sammanfattning

På uppdrag av Östersunds kommun har en dagvattenutredning genomförts för den planerade omvandlingen av fastigheten Fyrkanten 1 från industriverksamhet till bostadsbebyggelse med flerbostadshus i 4–5 våningar. Planområdet omfattar cirka 3 500 m<sup>2</sup> och ligger på Frösön, i anslutning till Lövsta IP. Syftet med utredningen är att säkerställa en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till både flödesreglering och föroreningskontroll samt att bedöma påverkan på recipienten Storsjön och risken vid skyfall.

Storsjön, som är recipient för området, har idag måttlig ekologisk och otillfredsställande kemisk status enligt VISS. Enligt miljökvalitetsnormerna (MKN) ska god ekologisk status nås senast 2039. Planområdet består huvudsakligen av siltmorän och lermorän med inslag av sand som ger måttliga förutsättningar för naturlig infiltration av dagvatten. Markföroreningar från tidigare bilverkstadsverksamhet finns dokumenterade och bör beaktas vid val av dagvattenlösningar. Inga hinder för dagvatteninfiltration föreligger utifrån skyddsföreskrifter för vattenskyddsområde, men föroreningsrisken i mark bör hanteras.

Beräkningar visar att trots exploatering minskar den totala hårdgjorda ytan, vilket leder till en lägre avrinningskoefficient (från 0,65 till 0,55) och därmed endast marginellt ökade dagvattenflöden som beror på klimatfaktorn. För att fördröja ett framtida 2-årsregn till ett befintligt 2-årsregn krävs 5 m<sup>3</sup>. Sett till rening räcker dock inte denna volym för att nå de krav som ställs på dagvattenrening enligt dagvattenpolicyn och riktlinjerna. Föroreningsberäkningar visar att en minsta volym om ca 25 m<sup>3</sup> krävs.

Föroreningsberäkningar med StormTac visar att samtliga föroreningsmängder – inklusive tungmetaller, fosfor, kväve, suspenderade ämnen och olja – förväntas minska efter exploateringen. Endast kvävehalten ökar något, men denna överskrider inte riktvärden. Sammantaget bedöms den planerade exploateringen inte riskera att försämra eller äventyra möjligheten att nå MKN i recipienten.

För att hantera dagvattnet föreslås öppna lösningar med god renings- och fördröjningskapacitet, såsom regnbäddar, torra dammar, svackdiken och makadamdiken. Dessa lösningar bedöms effektiva ur teknisk, ekologisk och social hållbarhetssynpunkt och kan anpassas till planområdets begränsade yta. Särskilt fokus bör läggas på dagvatten från parkeringsytor, som är största källan till föroreningsbelastning. Beräkningar visar att föreslagna lösningar uppnår både fördröjningskrav och betydande reduktion av föroreningshalter. Därmed föreslås någon av, eller en kombination av, ovan nämnda dagvattenlösningarna genomföras för att uppnå en hållbar dagvattenhantering inom området.

## ► 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 dagvattenledningar.                                                                                                         |
| 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.                                                                                   |

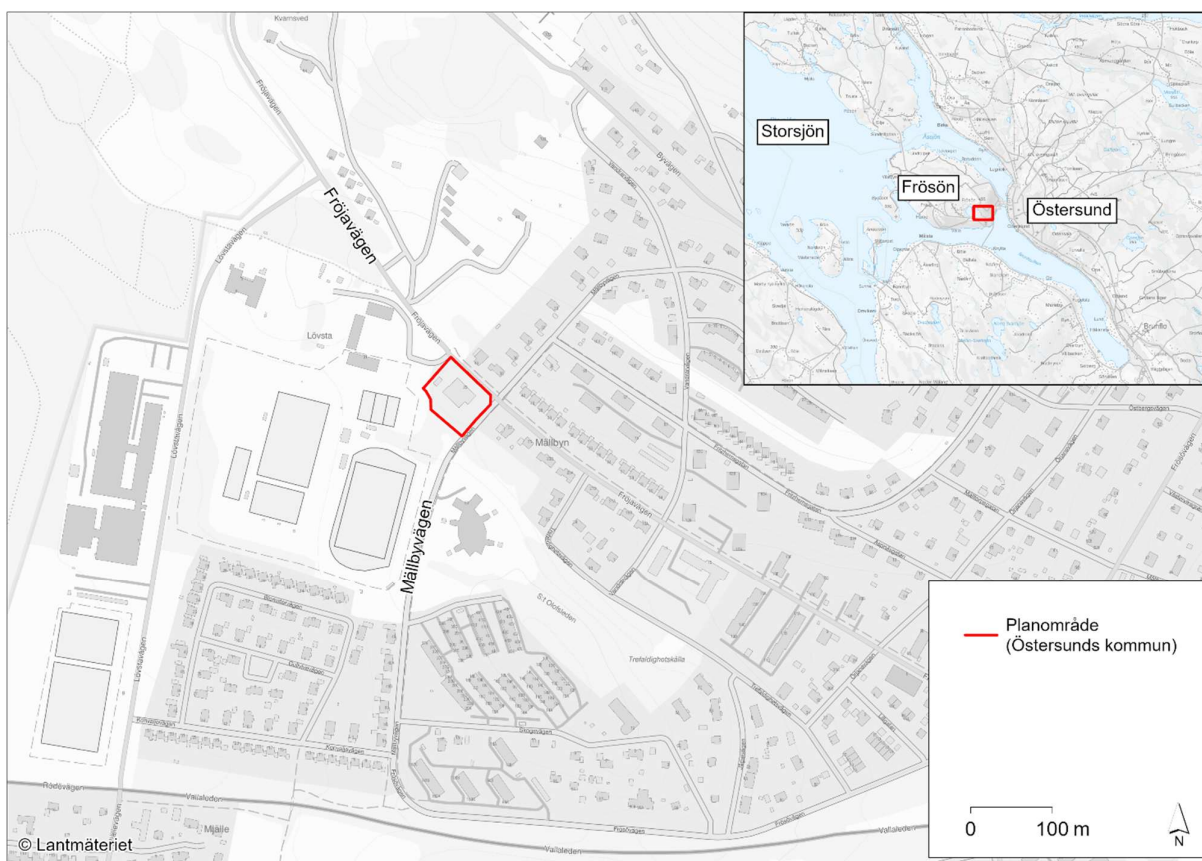
## ► Innehåll

|          |                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                                            | <b>6</b>  |
| 1.1      | Planerad exploatering                                       | 6         |
| <b>2</b> | <b>Förutsättningar</b>                                      | <b>8</b>  |
| 2.1      | Recipient                                                   | 8         |
| 2.1.1    | Storsjön (WA54917789)                                       | 9         |
| 2.2      | Geologi och grundvatten                                     | 10        |
| 2.3      | Förorenad mark                                              | 10        |
| 2.4      | Skyddsvärd natur                                            | 10        |
| 2.5      | Topografi och ytliga flödesvägar                            | 10        |
| 2.6      | Befintlig dagvattenavledning och möjliga anslutningspunkter | 11        |
| <b>3</b> | <b>Beräkning av dagvattenflöden och fördröjningsvolym</b>   | <b>12</b> |
| 3.1      | Dimensioneringsförutsättningar                              | 12        |
| 3.2      | Markanvändning                                              | 12        |
| 3.3      | Dagvattenflöden                                             | 13        |
| 3.4      | Erforderlig fördröjningsvolym                               | 13        |
| <b>4</b> | <b>Föroreningsberäkningar</b>                               | <b>14</b> |
| 4.1      | Metodik och antaganden                                      | 14        |
| 4.2      | Beräknade föroreningshalter                                 | 14        |
| 4.3      | Beräknade föroreningsmängder                                | 15        |
| 4.4      | Sammanvägd bedömning                                        | 16        |
| <b>5</b> | <b>Föreslaget dagvattensystem</b>                           | <b>17</b> |
| 5.1      | Principlösningar för dagvattenhantering                     | 17        |
| 5.1.1    | Regnbäddar                                                  | 17        |
| 5.1.2    | Torr damm                                                   | 18        |
| 5.1.3    | Svackdiken                                                  | 18        |
| 5.1.4    | Makadamdiken                                                | 18        |
| 5.2      | Föroreningsberäkningar efter rening                         | 19        |
| 5.3      | Förslag dagvattensystem                                     | 20        |
| 5.4      | Snöhantering och dagvattenrening i kallt klimat             | 21        |
| 5.5      | Släckvattenhantering                                        | 21        |
| 5.6      | Dagvatten under byggskedet                                  | 22        |
| 5.7      | Kostnadsuppskattning för investering                        | 23        |
| <b>6</b> | <b>Skyfallshantering</b>                                    | <b>24</b> |
| 6.1      | Nulägesanalys skyfall                                       | 24        |
| 6.2      | Höjdsättning och avrinningsvägar vid extrem nederbörd       | 25        |
| 6.3      | Förslag till skyfallshantering och ytliga flödesvägar       | 26        |
| <b>7</b> | <b>Slutsats</b>                                             | <b>29</b> |
| <b>8</b> | <b>Referenser</b>                                           | <b>30</b> |

# 1 Inledning

På uppdrag av Östersunds kommun har en dagvattenutredning för ny detaljplan för Fyrkanten 1 upprättats. Uppdraget omfattar beräkning av dagvattenflöden och fördröjningsvolym. Utredningen syftar till att ge förslag på utformning och placering av fördröjningsvolym för att uppnå en hållbar dagvattenhantering. Vidare ska den planerade exploateringens påverkan på möjligheten att uppnå MKN för recipienten bedömas. Syftet med utredningen är även att undersöka och översiktligt utreda riskerna vid skyfall efter exploatering.

Planområdet är ca 3500 m<sup>2</sup> stort och är beläget på Frösön, Östersund. Det ligger i anslutning till Lövsta IP och gränsar mot Fröjavägen och Mällbyvägen. Se Figur 1.



Figur 1. Planområdets läge markerat i rött (Källa geodata: Östersunds kommun).

## 1.1 Planerad exploatering

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra att nuvarande industrifastighet, som används som bilverkstad, kan omvandlas till ett bostadskvarter. Ansökan föreslår att fastigheten bebyggs med flerbostadshus i 4 till 5 våningar. Exploateringsgraden inom planområdet är 1100 m<sup>2</sup> plus 100 m<sup>2</sup> komplementbyggnad samt 400 m<sup>2</sup> parkering. Se utkast till plankarta och illustrationsplan i Figur 2.



## 2 Förutsättningar

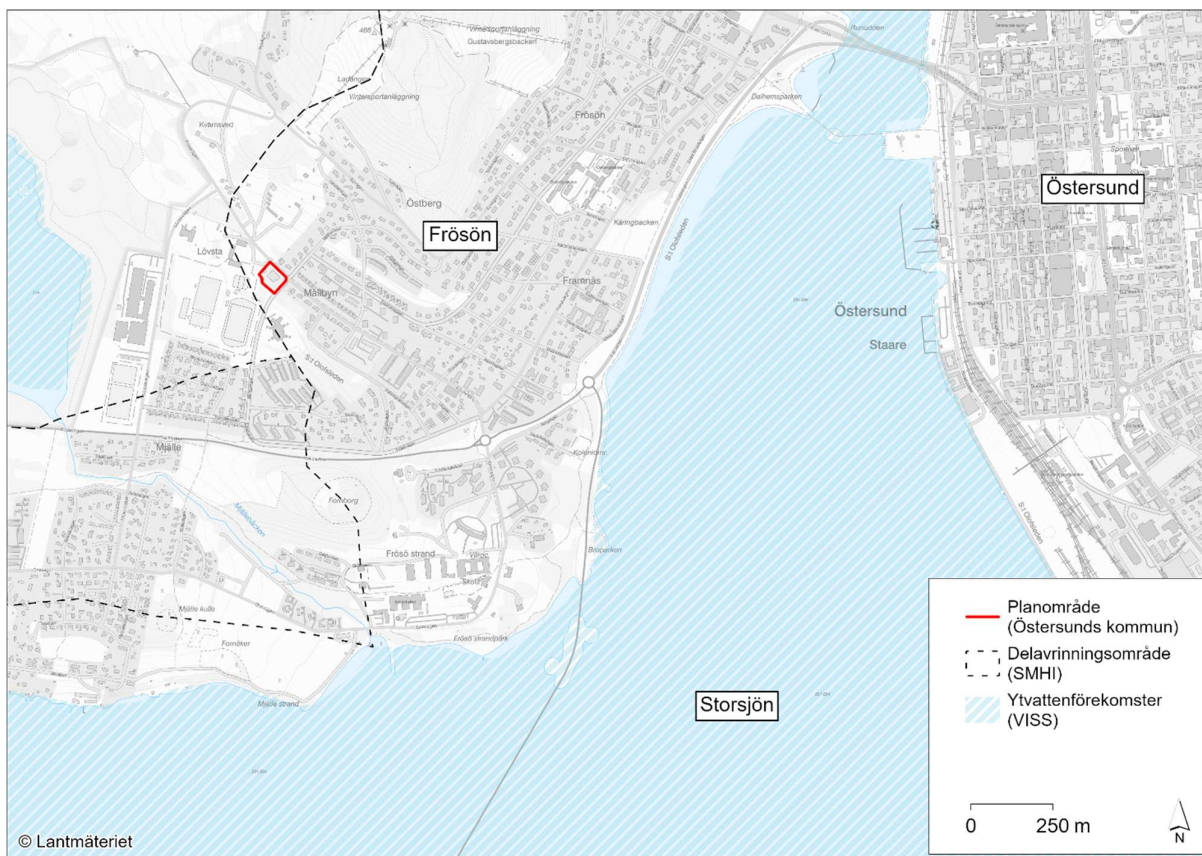
### 2.1 Recipient

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 miljökvalitetsnormer (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 kvalitet 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 försämma och äventyra möjligheten till förbättring. Det innebär också att statusklassen för en kvalitetsfaktor inte får försämmas.

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



Figur 3. Recipientkarta, planområdet markerat med rött. (Källa geodata: Östersunds kommun, Länsstyrelsen).

### 2.1.1 Storsjön (WA54917789)

Storsjön är en 456 km<sup>2</sup> stor sjö som omger Frösön och 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.-b).

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 1.

Tabell 1. Ekologisk och kemisk ytvattenstatus samt MKN för Storsjön (VISS u.å.-b).

| Storsjön<br>WA54917789                   | Ekologisk status                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kemisk ytvattenstatus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Miljö kvalitetsnorm</b><br>(framtida) | God ekologisk status 2039<br><br>Tidsfrist 2027 och 2039; morfologiskt tillstånd, konnektivitet i sjöar, hydrologisk regim i sjöar, fisk och koppar.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | God kemisk ytvattenstatus.<br><br>Tidsfrist och senare målår 2027; PFOS, Antracen, Benso(a)pyren, Fluoranten, Bly och blyföreningar, TBT-föreningar, Benso(g,h,i)perylene.<br><br>Undantag mindre stränga krav; bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar.                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Statusklassificering</b><br>(nuläget) | Måttlig ekologisk status.<br><br>Ekologisk status har bedömts utifrån relevanta biologiska kvalitetsfaktorer enligt sämst avgör principen där endast kvalitetsfaktorn fisk är klassad.<br><br>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.<br><br>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<br><br>Uppmätta halter av PFOS, PBDE och kvicksilver i fisk överskrider respektive gränsvärde i fisk.<br><br>Sedimentdata från vattenförekomsten visar på att halten bly, tributylenn (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 försämrad 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 har det i sedimentprover i Storsjön påvisats halter koppar som överskrider bedömningsgrunden för god status. Inga vattenhalter överskrider däremot 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.

## 2.2 Geologi och grundvatten

Planområdet samt dess närområde består enligt Sveriges geologiska undersökning, SGU:s, jordartskarta till största delen av moränlera eller lerig morän, vilket har en låg genomsläpplighet. Jorddjupet är enligt jorddjupskartan 5–10 m resp. 10–20 m ner till berg.

Enligt geoteknisk undersökning utförd av Sweco (Projekterings-PM Geoteknik, 2023-02-10) består naturligt lagrad jord, under uppfyllt mark, av morän av typen lermorän/siltmorän med innehåll av sand. Utförd jordbergsondering visar en bergöveryta ca 12,8 m under markytan. Siltmorän och lermorän ger måttliga förutsättningar för naturlig infiltration av dagvatten.

## 2.3 Förorenad mark

Inom planområdet har det vid tidigare miljöteknisk markundersökning (Sigma Civil 2019) påträffats halter av arsenik, kadmium och nickel över Naturvårdsverkets generella riktvärden för *Känslig markanvändning* (Naturvårdsverket 2009). Enligt undersökningen har kontaminerade fyllnadsmassor troligen förorenat fastigheterna.

Befintliga verksamheter inom planområden kan även ha medfört föroreningar i mark. Enligt Länsstyrelsens (u.å.) karta över förorenade områden, EBH-kartan, finns ett potentiellt förorenade område inom planområdet. Det potentiellt förorenade området är ej riskklassat men bedömningen är att området kan vara förorenat med avseende på den verksamhet som bedrivits inom området (bilvårdsanläggning, bilverkstad samt åkeri).

Föroreningar i mark kan, beroende på dagvattenlösning, medföra att föroreningar sprids till ytvattnet. Dagvattenlösningar som kräver schakt och markarbeten, eller som utförs som öppna "gröna" infiltrationslösningar, bör om möjligt inte planeras inom potentiellt förorenade områden utan vidare åtgärder eller efterbehandling.

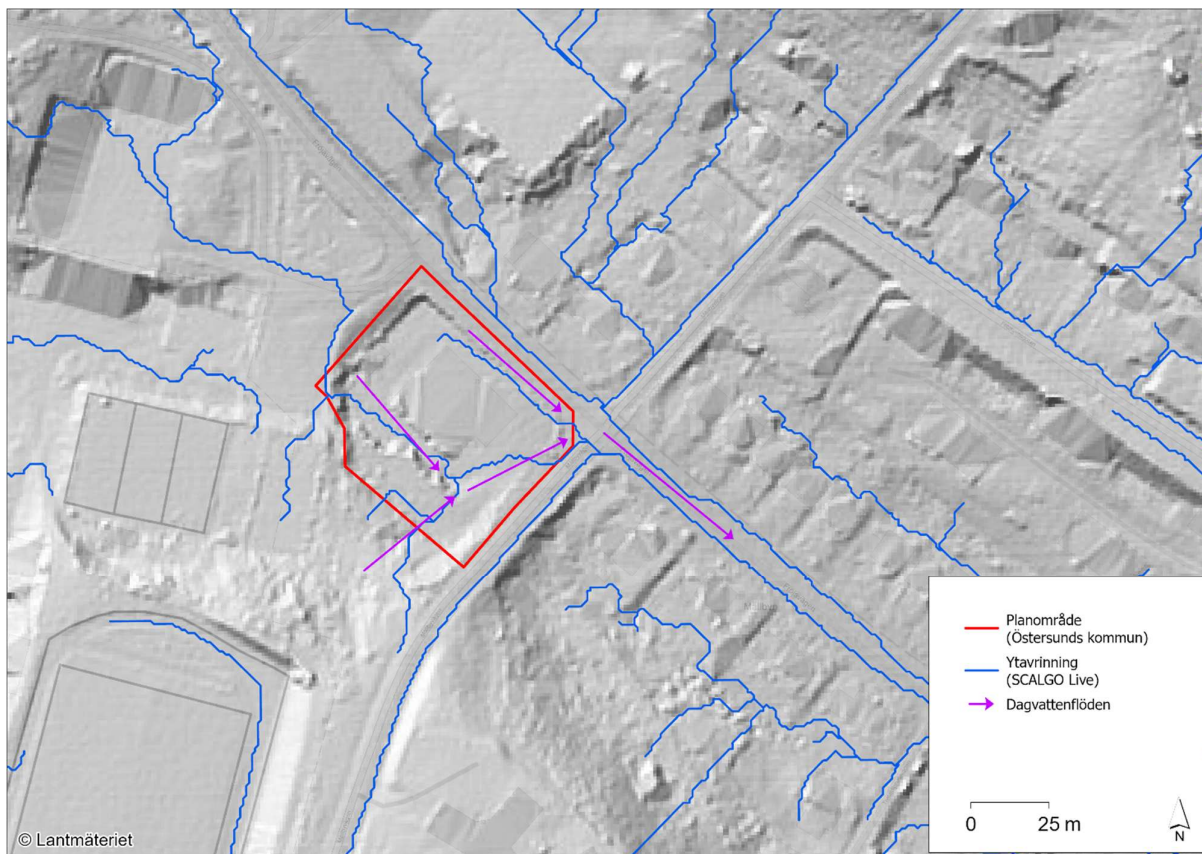
## 2.4 Skyddsvärd natur

Planområdet ligger inom vattenskyddsområdet "Minnesgärdet vattenskyddsområde". Enligt skyddsföreskrifterna finns inga begränsningar som omfattar möjligheterna till en hållbar dagvattenhantering, t.ex. i form av infiltration.

Ingen övrig skyddsvärd natur har identifierats inom planområdet.

## 2.5 Topografi och ytliga flödesvägar

Marknivåerna inom området varierar mellan ca 338,7 möh och 340,7 möh. I Figur 4 visas höjdmodellen. Rinnstråk markeras med blå linjer som är bredare där större flöden förekommer.



Figur 4. Topografi samt flödesvägar (blå streck) i och omkring planområdet baserat på nationella höjdmодellen (SCALGO, 2025). Pilar förtydligar flödesriktningen. (Källa geodata: SCALGO, Östersunds kommun).

## 2.6 Befintlig dagvattenavledning och möjliga anslutningspunkter

I dagsläget är fastigheten ansluten till det allmänna dagvattensystemet i Fröjavägen eller Mällbyvägen. Även efter exploatering ska fastigheten förbli ansluten, anslutningspunktens läge är efter kontroll av VA-huvudman i samma område som serviser för dricks- och spillvatten. Läget behöver säkerställas vid projektering.

Undersökningens resultat indikerar även att det utöver anslutning till det allmänna dagvattensystemet kan finnas någon typ av LOD-lösning inom fastigheten vad den består av är dock okänt.

### 3 Beräkning av dagvattenflöden och fördröjningsvolym

#### 3.1 Dimensioneringsförutsättningar

Enligt Östersunds kommuns Riktlinjer för dagvattenhantering (2020) ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas inom varje fastighet. Öppna dagvattenlösningar ska prioriteras framför slutna lösningar. Vid genomförande av detaljplaner ska dagvattnet minst renas ner till befintlig situation inom planområdet idag.

Enligt VA-huvudmannen finns det ingen överkapacitet i den befintliga dagvattenledningen längs Fröjavägen. 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.

#### 3.2 Markanvändning

För att beräkna dagvattenflöden behöver avrinningskoefficienter samt reducerad area beräknas. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration, ytvattenlagring etc. och 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.

Markanvändning, avrinningskoefficient samt reducerad area för respektive delområde före och efter exploatering kan ses nedan i Tabell 1 och Tabell 2.

Tabell 1. Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area för hela området före exploatering.

| Markanvändning före exploatering | Yta [m <sup>2</sup> ] | Antagen avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [m <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Tak                              | 750                   | 0,9                               | 675                              |
| Asfalt                           | 1800                  | 0,8                               | 1440                             |
| Grusyta                          | 700                   | 0,2                               | 140                              |
| Grönyta                          | 250                   | 0,1                               | 25                               |
| <b>Totalt</b>                    | <b>3500</b>           | <b>0,65</b>                       | <b>2280</b>                      |

Tabell 2. Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area för hela området efter exploatering.

| Markanvändning efter exploatering        | Yta [m <sup>2</sup> ] | Antagen avrinningskoefficient [-] | Reducerad area [m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Takytor (max bebyggelsearea)             | 1100                  | 0,9                               | 990                              |
| Komplementbyggnader (max bebyggelsearea) | 100                   | 0,9                               | 90                               |
| Parkering (max bebyggelsearea)           | 400                   | 0,8                               | 320                              |
| Gårdsyta                                 | 1900                  | 0,3                               | 570                              |
| <b>Totalt</b>                            | <b>3500</b>           | <b>0,55</b>                       | <b>1970</b>                      |

I dagsläget består området till största delen av hårdgjorda ytor i form av tak och asfalterade ytor. Efter exploatering förändras markanvändningen. Den beräknade hårdgöringsgraden inom området minskar efter exploatering.

### 3.3 Dagvattenflöden

Beräkning av dimensionerande 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 klimatkfaktor 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 och 20 års återkomsttid redovisas nedan i Tabell 3.

Tabell 3. Befintliga och framtida dagvattenflöden.

| Flöde [l/s] | Före expl. | Efter expl. |
|-------------|------------|-------------|
| 2-årsregn   | 30         | 35          |
| 20-årsregn  | 65         | 70          |

Trots den minskade hårdgöringsgraden ökar flödena något efter exploatering på grund av klimatkfaktorn.

### 3.4 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Östersunds kommuns Riktlinjer ska ett 2-årsregn fördröjas inom varje fastighet. Skillnaden i volym mellan in- och utflöde till magasin beräknas för samtliga varaktigheter från 10 min till 1 dygn och den maximala magasinsvolymen under detta tidsspann väljs som dimensionerande.

De beräknade fördröjningsvolymerna som krävs redovisas i Tabell 4.

Tabell 4 Erforderlig fördröjningsvolym

| Regn       | Fördröjningsvolym [m <sup>3</sup> ] |
|------------|-------------------------------------|
| 2-årsregn  | 5                                   |
| 20-årsregn | 25                                  |

För att fördröja ett framtida 2-årsregn till ett befintligt 2-årsregn krävs 5 m<sup>3</sup>. Sett till rening räcker det inte att dagvattenanläggningen utformas efter erforderlig fördröjningsvolym för att nå de krav som ställs på dagvattenrening enligt dagvattenpolicyn och riktlinjerna. Föroreningsberäkningar visar att en minsta volym om ca 25 m<sup>3</sup> krävs vilket blir utgångspunkt för den fortsatta utredningen.

## 4 Föroreningsberäkningar

Vid planerad exploatering påverkas föroreningsbelastningen från uppkomna dagvattenflöden inom fastigheten. Detta beror framför allt på att sammansättningen av föroreningar skiljer sig mellan olika former av markanvändning.

### 4.1 Metodik och antaganden

Denna utredning utgått från de riktvärden som återfinns i Havsmyndighetens författning HVMF 2019:25 samt de riktvärden som är specifika för recipienten från Östersunds kommun (u.å.-b).

De riktvärden som Östersunds kommun (u.å.-b) tagit fram är anpassade efter lokala förhållanden och till länets näringsfattiga vattenförekomster. Riktvärdena är i vissa delar recipientspecifika, vilket innebär att de baseras på analysdata från lokala vattenförekomster (sjöar och vattendrag) samt deras MKN (kvalitetskrav). Storsjön, som är recipient för planområdets dagvatten, ingår i gruppen *Specifika mottagande vattenförekomster* och har satta riktvärden.

Östersunds (u.å.-a) lokala riktlinjer anger att riktvärdena ska uppfyllas i utsläppspunkt, oavsett om det rör sig om utsläpp direkt till recipient eller indirekt via dagvattensystem.

Programmet StormTac v25.1.4 har använts för att modellera föroreningar i dagvattnet inom planområdet. StormTac innehåller schablonvärden för föroreningar baserat på uppmätt data som kontinuerligt uppdateras. Föroreningsbelastningen har beräknats för planområdet, både för befintlig och framtida situation, och presenteras som årsmedelvärde för föroreningshalter uttryckt i koncentration ( $\mu\text{g/l}$ ) och föroreningsmängd på årsbasis ( $\text{kg/år}$ ). Då beräkningarna i StormTac är baserade på schablonvärden från faktiska mätningar finns en osäkerhet inbyggd i beräkningarna. Vissa markanvändningar har få mätdata, vilket gör att osäkerheten ökar. Resultatet presenteras i faktiska siffror men försiktighet bör iaktas vid studerande av dessa siffror och de bör ses som en indikation snarare än fakta.

De ämnen som valts att studera i föreliggande utredning är de "vanligaste" ämnena/parametrarna i StormTac. För dessa ämnen finns det mycket indata och beräkningarna blir därför säkrare och mer representativa för markanvändningar och den beräknade reningseffekten.

För att få med samtliga ämnen/parametrar som omfattas av Östersunds kommuns riktvärden krävs att fler än dessa "vanliga" ämnen ingår i modelleringen. Dessa schablonvärden bedöms vara osäkra då de är beroende på färre indata. Beräkningen kan därför bli missvisande. Utöver detta har även vissa markanvändningar få mätdata, vilket gör att osäkerheten ökar ytterligare. I normala fall används det resultat StormTac analysen ger för de "vanliga" ämnena för att få en indikation på huruvida valda reningslösningar översiktligt är dimensionerade rätt för platsen. Därför saknas några av ämnen/parametrarna som omfattas av Östersunds kommuns riktvärden.

De olika markanvändningar som används som indata i StormTac är i enlighet med sammanställningarna av ytor i befintligt område och framtida föreslagna situation efter ombyggnation, se kapitel 3.2.

### 4.2 Beräknade föroreningshalter

Resultatet från beräkningen av föroreningshalter kan ses nedan i Tabell 5 där befintliga halter av föroreningar från planområdet före exploatering jämförs med halter efter exploatering. Med för information i tabellerna finns även en kolumn med status i recipient avseende förorenande ämnen i enlighet med gällande statusbedömning i VISS (u.å.). Observera att denna status saknar koppling till de modellerade halterna och

endast omnämns som information då den kan vara av intresse för att se vilka ämnen som recipienten är känslig för.

Tabell 5. Sammanställning av beräknade föroreningshalter, gränsvärden för bedömningsgrunder av status, information kring recipientens status och bedömd påverkan på recipienten.

| Halter av föroreningar (µg/l) |                     |                                |                    |                                           |                             |               |                                   |                           |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Ämne                          | Befintlig situation | Planerad situation utan rening | Förändring av halt | Riktvärden Östersunds kommun <sup>1</sup> | Gränsvärde MKN <sup>2</sup> | Status        | Otillåten försämring <sup>3</sup> | Äventyra MKN <sup>4</sup> |
| <b>P</b>                      | 120                 | 100                            | Minskning          | 70                                        | -                           | Hög           | Nej                               | Nej                       |
| <b>N</b>                      | 1 500               | 1600                           | Ökning             | 1 250                                     | -                           | -             | Nej                               | Nej                       |
| <b>Pb</b>                     | 14                  | 6.1                            | Minskning          | 5                                         | 1,2                         | Uppnår ej god | Nej                               | Nej                       |
| <b>Cu</b>                     | 31                  | 20                             | Minskning          | 20                                        | 0,5                         | Måttlig       | Nej                               | Nej                       |
| <b>Zn</b>                     | 110                 | 65                             | Minskning          | 60                                        | 5,5                         | Ej klassad    | Nej                               | Nej                       |
| <b>Cd</b>                     | 0.45                | 0.42                           | Minskning          | 0,08                                      | 0,08                        | Ej klassad    | Nej                               | Nej                       |
| <b>Cr</b>                     | 10                  | 4.2                            | Minskning          | 8                                         | 3,4                         | -             | Nej                               | Nej                       |
| <b>Ni</b>                     | 5.0                 | 3.6                            | Minskning          | 15                                        | 4                           | -             | Nej                               | Nej                       |
| <b>Hg</b>                     | 0.051               | 0.016                          | Minskning          | 0,07                                      | 0,07                        | Uppnår ej god | Nej                               | Nej                       |
| <b>SS</b>                     | 94 000              | 40 000                         | Minskning          | 25 000                                    | -                           | -             | -                                 | -                         |
| <b>Olja</b>                   | 540                 | 210                            | Minskning          | 500                                       | -                           | -             | -                                 | -                         |

<sup>1</sup> Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Östersunds kommun u.å.-b)

<sup>2</sup> Gränsvärde för särskilda förorenade ämnen samt kemisk ytvattenstatus i inlandsytvatten uttryckt som ett medelvärde på årsnivå (HVMFS 2019:25).

Gränsvärdet uttrycks i totala koncentrationer i hela vattenprovet, med undantag för kadmium, bly, kvicksilver och nickel; dessa avser upplöst koncentration (filtrerade). För metallerna nickel, bly, koppar och zink uttrycks gränsvärden i biotillgänglig koncentration. För zink är gränsvärderna framtagna för att hänsyn ska tas till naturliga bakgrundshalter. För kadmium och dess föreningar varierar gränsvärdet beroende på vattnets hårdhetsklass, i föreliggande utredning utgår gränsvärdet från klass 1 (det lägsta gränsvärdet).

<sup>3</sup> Otillåten försämring, definieras som en ökad halt i recipienten som leder till att statusen sänks en nivå.

<sup>4</sup> Bedömning av om möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna äventyras på ett allvarligt sätt.

### 4.3 Beräknade föroreningsmängder

I Tabell 6 nedan redovisas beräknade årliga föroreningsmängder för befintlig situation utan rening samt för framtida situation efter exploatering utan rening.

Tabell 6. Beräknad föroreningsbelastning i årlig mängd för planområdet vid befintlig och framtida situation.

| Mängder av föroreningar (kg/år) |                     |                                |                       |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Ämne                            | Befintlig situation | Planerad situation utan rening | Förändring av mängder |
| <b>P</b>                        | 0.20                | 0.16                           | Minskning             |
| <b>N</b>                        | 2.7                 | 2.5                            | Minskning             |
| <b>Pb</b>                       | 0.024               | 0.0095                         | Minskning             |
| <b>Cu</b>                       | 0.055               | 0.032                          | Minskning             |
| <b>Zn</b>                       | 0.19                | 0.10                           | Minskning             |
| <b>Cd</b>                       | 0.00078             | 0.00066                        | Minskning             |
| <b>Cr</b>                       | 0.017               | 0.0066                         | Minskning             |
| <b>Ni</b>                       | 0.0088              | 0.0057                         | Minskning             |
| <b>Hg</b>                       | 0.00009             | 0.000024                       | Minskning             |
| <b>SS</b>                       | 160                 | 63                             | Minskning             |
| <b>Olja</b>                     | 0.95                | 0.34                           | Minskning             |

## 4.4 Sammanvägd bedömning

Markanvändningen i området förändras i och med den planerade exploateringen. Större parkeringsytor försvinner och andelen gårds-/grönytor ökar. Detta medför att områdets infiltrationsförmåga ökar och avrinningen minskar. Samtliga föroreningsmängder och de flesta föroreningshalterna beräknas minska efter den planerade exploateringen, det är endast halten kväve som beräknas öka.

Vid rening av dagvatten kan man utgå från att det finns två krav som ska vara uppfyllda; att riktvärden och/eller målvärden är uppfyllda samt att utsläppsmängderna inte riskerar att påverka recipientens status negativt, vilket enklast visas genom att minska totalmängderna (Göteborgs stad 2021).

Då samtliga föroreningsmängder minskar efter exploatering bedöms inte planförslaget riskera att försämma och/eller äventyra möjligheten till förbättring av recipientens status.

Föroreningshalterna överskrider dock Östersunds kommuns riktvärden (u.å.-b). Detta indikerar att föroreningshalterna kan riskera att negativt påverka på yt- och grundvattnet. Riktvärdena är inte juridiskt bindande men ska ses som vägledande vid bedömning av påverkan (Östersunds kommun u.å.-b).

## 5 Föreslaget dagvattensystem

I detta kapitel redovisas principlösningar för dagvattenhantering samt dess beräknade reningseffekter. Vidare beskrivs snöhantering, släckvattenhantering samt hur dagvatten kan hanteras under byggskedet. En grov kostnadsuppskattning redovisas.

### 5.1 Principlösningar för dagvattenhantering

Framtida exploatering inom området leder till ökade dagvattenflöden och föroreningsbelastningar gällande kväve. För att se till att flödet och föroreningar från området inte ökar i framtiden, samt minimera risken för översvämningar, föreslås utjämning och rening av dagvattenflöden.

Dagvattenhantering rekommenderas ske i öppna dagvattenanläggningar. Att hantera dagvattnet i öppna lösningar bedöms fördelaktigt både ur teknisk synpunkt och med hänsyn till hållbarhet. Öppna dagvattenlösningar 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 dagvattenlösningar till ekologisk hållbarhet, exempelvis genom främjande av stödjande och reglerande ekosystemtjänster samt biologisk mångfald. Dessutom bidrar öppna dagvattenanläggningar till social hållbarhet, exempelvis genom främjande av kulturella ekosystemtjänster och ökad estetik. Många öppna dagvattenlösningar har en lång livslängd, förutsatt regelbunden drift och underhåll, vilket gör dem kostnadseffektiva ur ett livscykelperspektiv. Nedan följer olika förslag till en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till framtida förutsättningar.

I denna utredning har följande dagvattenlösningar studerats:

- Regnbäddar
- Torr damm
- Svackdiken
- Makadamdiken

Val av dagvattenlösningar har valts utifrån dess funktion, reningspotential samt möjlighet att implementeras inom planområdet. Generellt är det små volymer (25 m<sup>3</sup>) som ska fördröjas och det finns goda möjligheter för dessa att få plats inom planområdet. Fördröjningen kan ske samlad i en punkt eller fördelas ut över planområdet. Då en stor del av föroreningsbelastningen förväntas komma från parkeringsytorna inom planområdet bör dagvattenhanteringen och rening prioriteras i dessa områden. Dagvatten från takytor samt gårdsyta kan hanteras i enklare dagvattenlösningar med fokus på fördröjning.

Vid senare skede krävs en utredning för att avgöra om dagvattenanläggningarna ska konstrueras täta med hänsyn till eventuell markförorening.

#### 5.1.1 Regnbäddar

Regnbäddar kan beskrivas som planteringsytor för fördröjning och rening av dagvatten. Regnbädden utformas med en nedsänkning från omkringliggande marknivå samt ett underliggande filtermaterial. Nedsänkningen samt det filtrerande materialet skapar en fördröjningsvolym. Fördröjningsvolymen är därmed beroende av nivån på nedsänkningen samt filtermaterialets porositet och infiltrationshastighet. I botten anläggs en dräneringsledning. Minsta anläggningsdjup är vanligtvis ca 1 m. Se principskiss i Figur 5.

Rening av dagvatten sker främst när dagvatten passerar regnbäddens filtermaterial. Växtligheten bidrar även både till rening och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Stora delar av de partikelbundna föroreningarna kan fångas upp i en regnbädd men även viss avskiljning av lösta föroreningar sker.

En regnbädd behöver underhållas löpande med ogrärensning/växtskötsel samt rensning av inlopp och eventuellt bräddavlopp. Bäddens ytskikt behöver luckras och bytas ut regelbundet för att avlägsna partikelbundna föroreningar samt bibehålla en god funktion. Om regnbädden förses med sandfång före inloppet behöver detta även tömmas regelbundet. Observera att viss stödbevattning kan behövas vid torka.

Om hela fördröjningsvolymen ska hanteras i regnbäddar behövs enligt beräkningar i StormTac en yta på 35 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar 2 % av den reducerade arean.

### 5.1.2 Torr damm

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). 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.

Om hela fördröjningsvolymen ska hanteras i en torr damm behövs enligt beräkningar i StormTac en yta på ca 25 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar 1,2 % av den reducerade arean.

### 5.1.3 Svackdiken

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, skålförmat och gräsbeklätt dike. De byggs upp med en topp av vegetation, vanligen gräs, ofta med en underbyggnad av makadam och med en dräneringsledning. Se principskiss i Figur 5.

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.

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

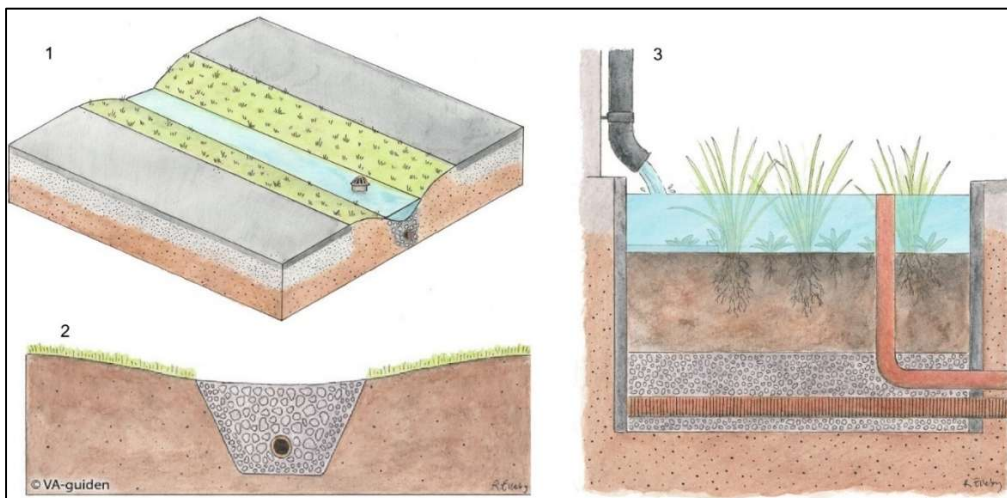
Om hela fördröjningsvolymen ska hanteras i svackdiken behövs enligt beräkningar i StormTac en yta på ca 90 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar 4,5 % av den reducerade arean.

### 5.1.4 Makadamdiken

Makadamdiken avleder, fördröjer, och till viss del renar dagvatten. De är diken fyllda med makadam och har generellt ett dräneringsrör i botten. Se principskiss i Figur 5. Makadamdiken har en god förmåga att infiltrera och avleda dagvatten vid högre flöden. Makadamdiken tar generellt mindre plats än vad svackdiken gör. Dagvatten som når anläggningen renas i samband med att vatten rinner ner och genom makadambädden.

Infiltrationsytan och bräddsystemet måste kontrolleras med jämna mellanrum för att förebygga igensättning. Ogrärensning och renhållning ska ske kontinuerligt. Efter en tid kan makadamfyllningen behöva bytas på grund av ansamling av sedimenterade partiklar i porer. Ju högre föroreningsbelastning desto oftare bör makadamen ersättas.

Om hela fördröjningsvolymen ska hanteras i makadamdiken behövs enligt beräkningar i StormTac en yta på ca 65 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar 3,3 % av den reducerade arean.



Figur 5. Principskiss svackdike (1), makadamdike (2) och regnbädd (3) (VA-guiden u.å.-a, -b, -c)

## 5.2 Föroreningsberäkningar efter rening

Utifrån föreslagen dagvattenhantering har uppdaterade föroreningsberäkningar utförts i StormTac v25.1.4. Föroreningsbelastningen har beräknats för planområdet, både för framtida situation utan rening samt för vardera dagvattenlösning, och presenteras som årsmedelvärde för föroreningshalter uttryckt i koncentration (µg/l), se Tabell 7. Reningsanläggningarna har dimensionerats för att uppnå en fördröjningsvolym på 25 m<sup>3</sup>. Beräkningen utgår från att allt dagvatten inom planområdet leds till en gemensam anläggning för fördröjning och rening.

De olika markanvändningar som används som indata i StormTac är i enlighet med sammanställningarna av ytor för framtida föreslagen situation efter ombyggnation, se kapitel 3.2.

Tabell 7. Sammanställning av beräknade föroreningshalter (µg/l) för olika dagvattenlösningar. Värden markerad med fet text överskrider riktvärdet.

| Ämne        | Planerad situation utan rening | Biofilter/ raingarden | Torr damm   | Svackdike   | Makadamdike | Riktvärden Östersunds kommun <sup>1</sup> |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------------|
| <b>P</b>    | <b>100</b>                     | 69                    | <b>100</b>  | <b>87</b>   | 65          | 70                                        |
| <b>N</b>    | <b>1600</b>                    | 1200                  | <b>1300</b> | <b>1300</b> | 910         | 1 250                                     |
| <b>Pb</b>   | <b>6.1</b>                     | 2.1                   | 4.1         | 2.8         | 2.4         | 5                                         |
| <b>Cu</b>   | 20                             | 13                    | 16          | 12          | 9.1         | 20                                        |
| <b>Zn</b>   | <b>65</b>                      | 19                    | 48          | 32          | 19          | 60                                        |
| <b>Cd</b>   | <b>0.42</b>                    | <b>0.086</b>          | <b>0.26</b> | <b>0.20</b> | <b>0.12</b> | 0,08                                      |
| <b>Cr</b>   | 4.2                            | 2.5                   | 3.0         | 2.5         | 2.2         | 8                                         |
| <b>Ni</b>   | 3.6                            | 1.2                   | 2.7         | 2.4         | 1.9         | 15                                        |
| <b>Hg</b>   | 0.016                          | 0.0087                | 0.014       | 0.014       | 0.010       | 0,07                                      |
| <b>SS</b>   | <b>40 000</b>                  | 17 000                | 23 000      | 22 000      | 19 000      | 25 000                                    |
| <b>Olja</b> | 210                            | 69                    | 100         | 87          | 65          | 500                                       |

<sup>1</sup> Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Östersunds kommun u.å.-b).

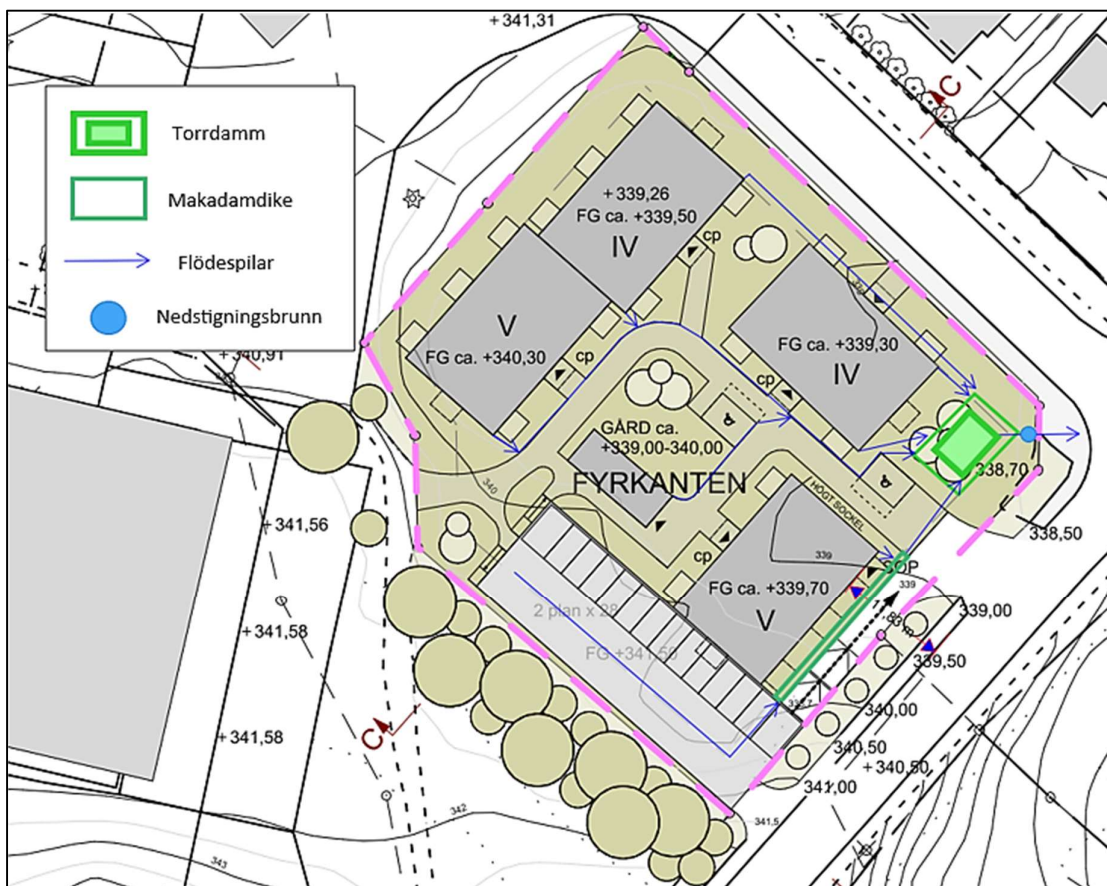
Föroreningsberäkningarna visar att flera av de föreslagna reningsåtgärderna har god effekt och efter rening underskrider Östersunds kommuns riktvärden (u.å-b) för de flesta ämnen. Dagvattenlösningarna torr damm och svackdiken överskrider dock riktvärdena för fosfor, kväve och kadmium även efter rening. För dagvattenlösningarna regnbädd och makadamdike är det endast halten kadmium som överskrider riktvärdet.

Det rekommenderas att de dagvattenlösningar med effektivare rening bör implementeras vid områden som medför högre föroreningsbelastning (parkeringsytor m.m.).

Även om halten kadmium överskrider riktvärdet även efter rening är bedömningen att halten minskar kraftigt från befintlig situation och planförslaget riskerar inte att negativt påverka på yt- och grundvattnet. För att uppnå ytterligare rening rekommenderas dock att anläggningarna dimensioneras upp för lite större volymer och detaljprojekteras med fokus på förbättrad sedimentation och infiltration.

### 5.3 Förslag dagvattensystem

Ett förslag på möjlig dagvattenhantering är en kombination av gräsbeklätt-makadamdike och torrdamm som visas i Figur 6, där hela fördröjningsvolymen (25 m<sup>3</sup>) ryms i torrdammen. Föreslagen torrdamm har en utbredningsarea på ca 250 m<sup>2</sup> med släntlutning 1:4 samt ett djup på 0,2 m.



Figur 6 Exempel på dagvattenanläggningar och översiktliga flödesvägar.

Som tidigare nämnts i avsnitt 5.2 rekommenderas att anläggningar dimensioneras upp; dessutom kan seriekoppling av anläggningar förbättra reningseffekten ytterligare. I Figur 6 har regnbäddar inte illustrerats, men att ansluta utkastare till regnbäddar bidrar både till effektivare rening och en mer estetisk utformning.

När höjdsättningen för planerad exploatering har fastställts rekommenderas det att dagvattensystemet ses över och uppdateras. Detta innefattar en noggrann granskning av val av anläggningar, deras exakta placering samt höjdsättning och dimensionering.

## 5.4 Snöhantering och dagvattenrening i kallt klimat

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 (Viklander och Bäckström 2008).

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 svackdiken och regnbäddar minskar även under vintern.

En av fördelarna med diken och torra dammar i kallt klimat är däremot att de kan nyttjas som lokala snölagringsytor (Viklander och Bäckström 2008).

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 även om dagvattensystemens funktion påverkas negativt så är bland annat svackdiken en av de dagvattenanläggningar som är mest uthålliga i kallt klimat, medan 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, till exempel på ytor som används för dagvattenrening (Viklander och Bäckström 2008).

Vid detaljprojektering av valda lösningar måste det tas hänsyn till att dagvattenlösningarna kommer ligga under snö och/eller påverkas av is åtminstone 5 månader om året. Dagvattenlösningarna ska projekteras på sådant sätt att de så långt det går ändå ska fungera väl för att hantera avsmältning och eventuellt regn. Översvämningssytan/torrdammen i Figur 6 kan med fördel användas som snöupplag.

## 5.5 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 Vattens publikation P114, 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 eftersträvningsbart är att arbeta på ett mer likartat arbetssätt som skulle underlätta och utgöra ett smidigare regionalt samarbete (Svenskt Vatten, 2021).

Naturvårdsverket betonar vikten av en riskbaserad tillsyn för att minska miljöpåverkan från brandsläckning, särskilt vid hantering av förorenat släckvatten. Tillsynen ska fokusera på att säkerställa att brandsläckande verksamheter har förebyggande rutiner och ett systematiskt egenkontrollarbete för att minimera miljöriskerna. Verksamhetsutövare, enligt miljöbalken, är den som bedriver verksamhet eller åtgärd som inte är försumbar, som till exempel räddningstjänsten vid en brand. Verksamhetsutövare har ansvar för att förstå och hantera de miljörisker som kan uppkomma vid brandsläckning, särskilt med avseende på släckmedel och förorenat släckvatten.

Egenkontroll innebär att verksamhetsutövaren kontinuerligt ska följa de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken genom att införa rutiner för att hantera släckvatten och minimera miljöpåverkan. Tillsynsmyndigheten ansvarar för att kontrollera att rutiner för riskhantering och släckteknik är på plats. Fem viktiga principer för brandsläckning inkluderar att förhindra bränder, använda släckteknik som minimerar förorenat släckvatten (brandfilt) eller som uteslutande inte ger upphov till släckvatten, använda tillsatsmedel till släckvatten med minst skadliga kemiska egenskaper och att samla upp förorenat släckvatten. Tillsynen måste ta hänsyn till olika förutsättningar beroende på brandtyp och verksamhetens karaktär.

För kommunala räddningstjänster är det viktigt att ha rutiner för att hantera miljörisker vid brandinsatser. Tillsynen ska säkerställa att räddningstjänsten följer dessa rutiner även i akuta situationer. För verksamheter med miljötillstånd som omfattar brandsläckning ska tillsynen kontrollera att villkor för riskminskning följs (Naturvårdsverket, 2024).

I Figur 6 presenteras ett förslag om en ny nedstigningsbrunn med avstängningsfunktion, syftande till att förhindra spridning av släckvatten utanför detaljplaneområdet.

## 5.6 Dagvatten under byggskedet

Under byggtiden är det av största vikt att dagvattnet från arbetsområdet inte negativt påverkar recipientens förmåga att uppnå miljökvalitetsnormer. 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 omhändertas 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).

## 5.7 Kostnadsuppskattning för investering

Investeringskostnaden för dagvattenhanteringen inom planområdet kan variera kraftigt beroende på lösningens/anläggningens typ och storlek. Följande uppskattning baseras på schablonkostnader från StormTacs databas v.2025-03-06. Schablonkostnaden baseras på den typlösning som används vid föroreningsberäkning och är anpassad för en fördröjningsvolym på 25 m<sup>3</sup>, se Tabell 8.

Kostnadsuppskattningen avser anläggningskostnad (inkl. arbete, material och transport) men inte skötsel- och projekteringskostnader.

Tabell 8. Kostnadsuppskattning för olika dagvattenanläggningar (StormTac databas v.2025-03-06).

| Kostnadsuppskattning (inkl. moms) |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Regnbädd (35 m <sup>2</sup> )     | 105 000 SEK (35–175 000 SEK) |
| Torr damm (25 m <sup>3</sup> )    | 22 000 SEK (16–28 000 SEK)   |
| Svackdike (25 m)                  | 11 000 SEK (5–17 000 SEK)    |
| Makadamdike (25 m)                | 25 000 SEK (16–31 000 SEK)   |

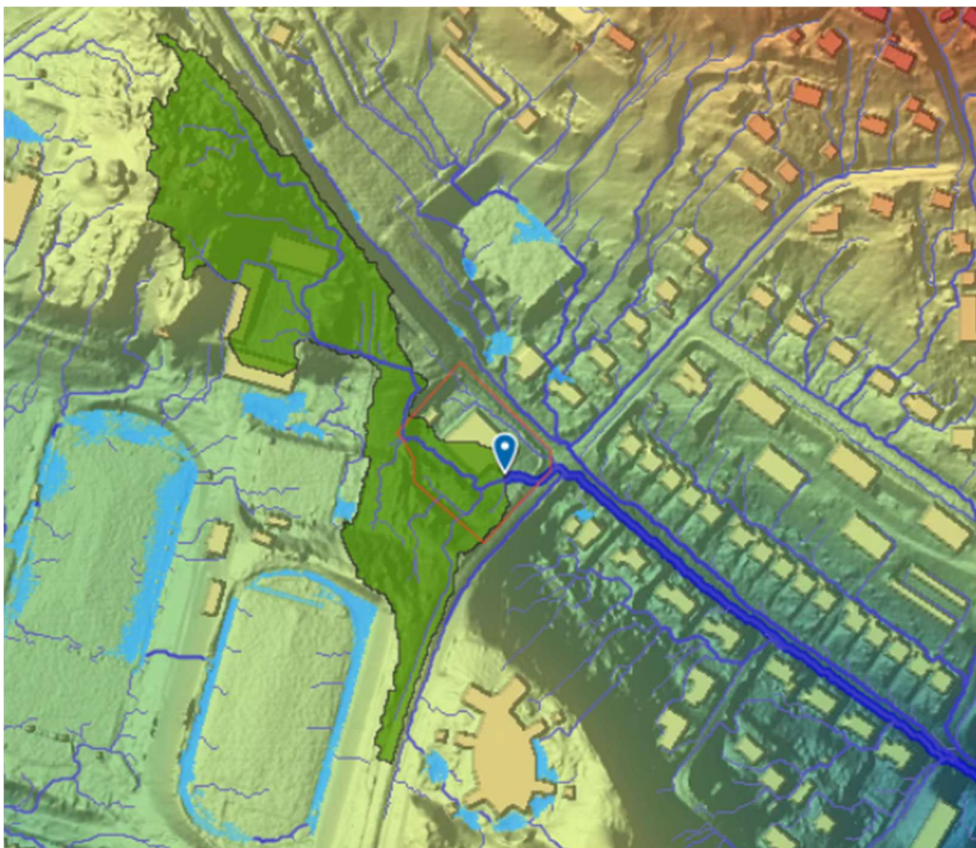
## 6 Skyfallshantering

### 6.1 Nulägesanalys skyfall

En kontroll av rinnstråk och utbredning av marköversvämning i samband med skyfall har utförts i Scalgo Live, som är en statisk modell. Det innebär att flödesvägarna som redovisas också erhåller en viss bredd och ett visst vattendjup, vilket inte framkommer i analysen. Vattenansamlingar kan därmed skapas även i redovisade flödesvägar.

Vid kontroll i Scalgo har beräkning utförts med 37 mm nederbörd, vilket motsvarar ett 100-årsregn med en varaktighet på 10 min och en klimatfaktor på 1,25.

Resultaten från kontrollen i Scalgo åskådliggörs i Figur 7 nedan där rinnstråk och teoretiska vattendjup markeras i blått, med bredare rinnstråk där större flöden förekommer och med ökat vattendjup i mörkare blå nyans. Ingen hänsyn har tagits till infiltration i mark eller avledning via ledningsnät i området, vilket troligen innebär en viss överskattning av situationen. Resultatet visar att i nuläget leds ett avrinningsområde motsvarande ca 2 ha genom planområdet. Merparten av vattnet leds in via en svacka i områdets västra hörn.



Figur 7. Nuvarande flödesvägar och lågpunkter vid 37mm regn inom och runt området baserat på nationella höjdmodellen. Grönmarkerat avser uppströms avrinningsområde som belastar planområdet. (SCALGO, 2025).

## 6.2 Höjdsättning och avrinningsvägar vid extrem nederbörd

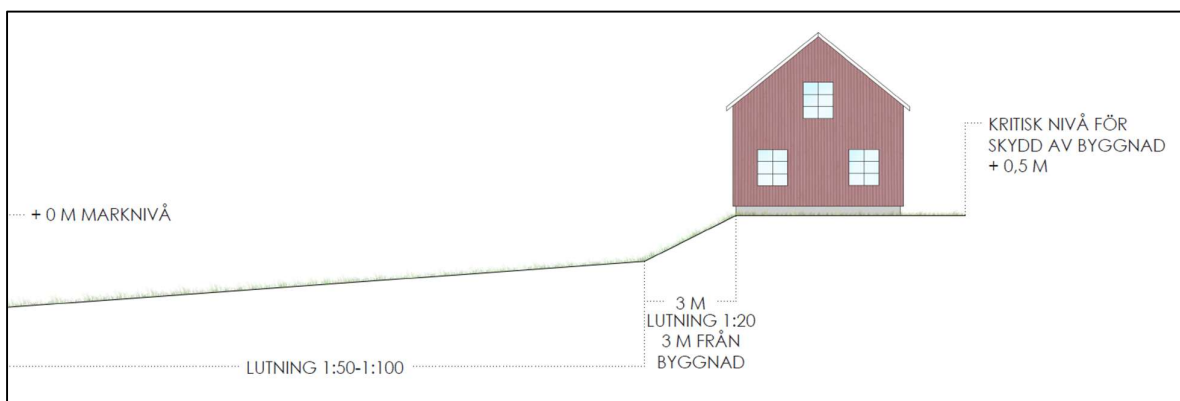
Förutom VA-huvudmannens ansvar att tillhandahålla och underhålla allmänna dagvattensystem, vilket regleras i Lagen om allmänna vattentjänster (LAV), har kommunen ett ansvar. Kommunens ansvar är, enligt P110, att vid detaljplanläggning säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på 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 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.

Vid extrem nederbörd kommer kapaciteten i dagvattensystemet att överskridas varvid vatten behöver avledas ut från området ytledes för att inte orsaka översvämning, skador på egendom eller fara för tredje person.

En genomtänkt höjdsättning vid utbyggnad inom planområdet är därför av stor vikt för skyfallshantering. 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.

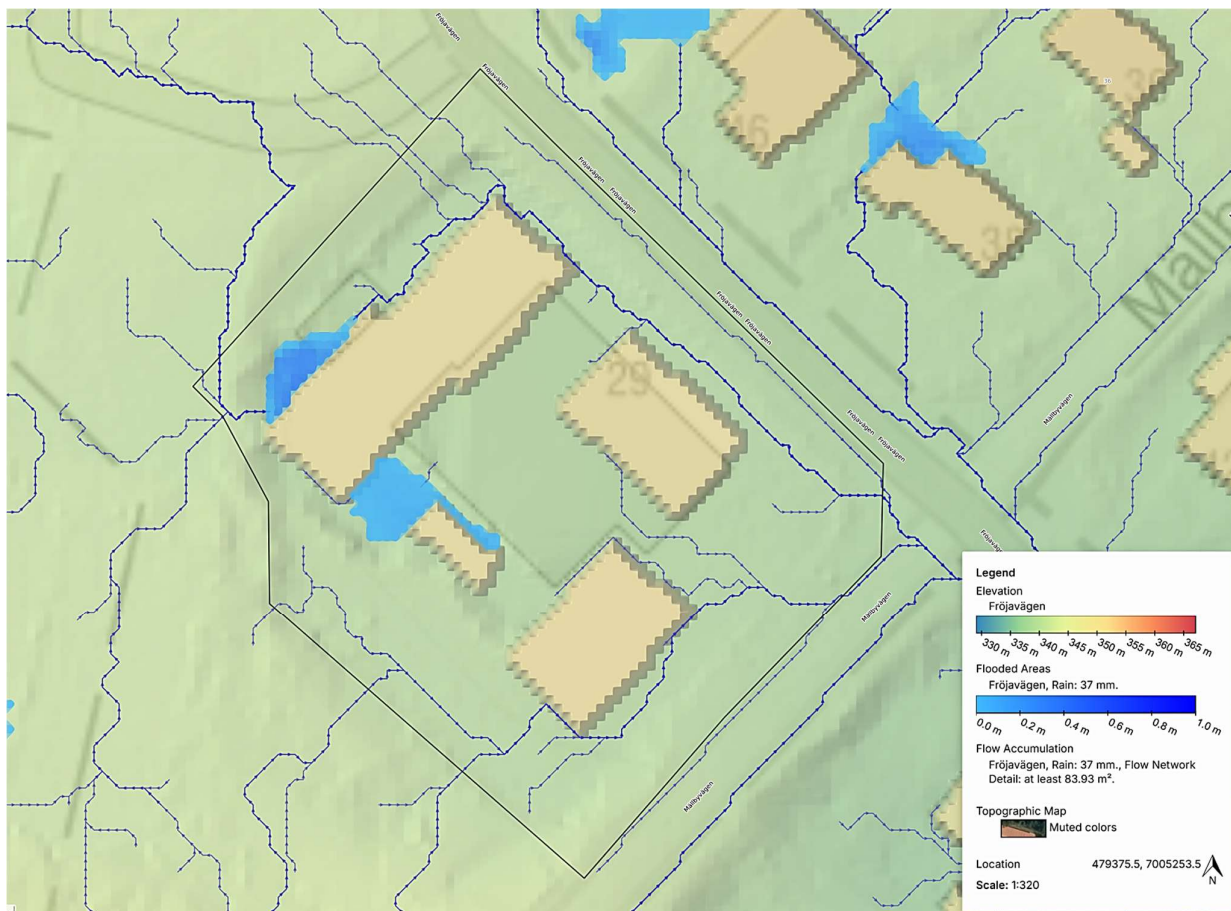
För att minimera risken för att vatten blir stående mot fasad vid skyfall bör byggnader anläggas med lutning från fasaden. Lutningen innebär att dagvatten förhindras från att ledas in mot byggnadens grundkonstruktion, där entréer och garageinfarter är extra viktiga. Normalt föreslås att lutningen är 1:20 de närmaste tre metrarna från byggnad, i enlighet med rekommendationer i Svenskt Vatten Publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011), se Figur 8 nedan. Höjdsättningen bör även utformas så att dagvatten leds till skyfallsleder så som gator, vägar och diken. På så vis kan ny bebyggelse skyddas mot översvämning om dagvattensystemets maximala kapacitet skulle överskridas vid extrem nederbörd.



Figur 8. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult).

### 6.3 Förslag till skyfallshantering och ytliga flödesvägar

Med den planerad exploatering uppstår utan åtgärder instängda områden inom planområdet. I Figur 9 redovisas planerad exploatering med befintlig höjdsättning, två instängda områden skapas inom planområdet. Den norra beror till största delen på inkommande vatten från uppströms områden, den södra förekomsten beror på byggnation av komplementbyggnad.

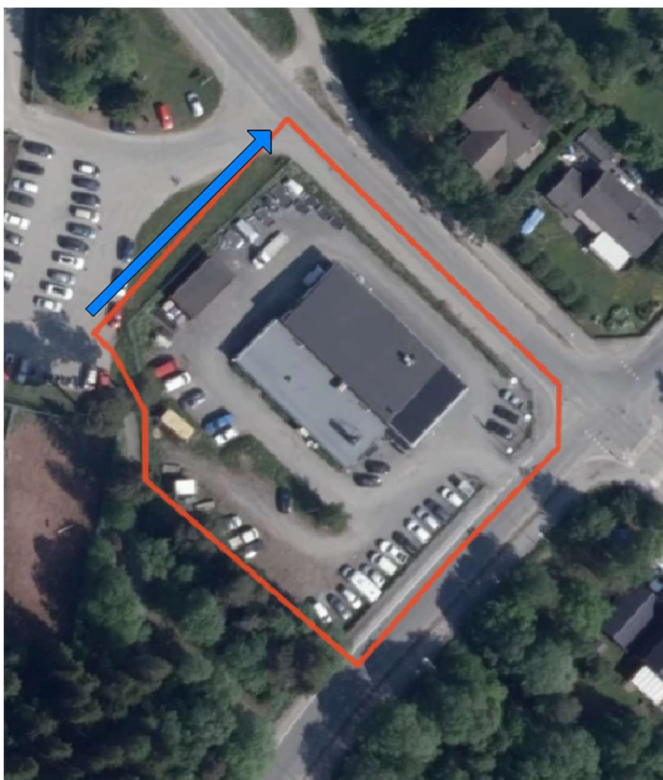


Figur 9 Flödesvägar och instängda områden efter föreslagen exploatering (Scalco Live, 2025).

Potentiella lösningar på problemet med inkommande vatten vid skyfall innefattar att bygga bort en svacka i väster i anslutning till området och i stället leda vattnet norrut mot Fröjavägen, se Figur 10. Lösningen har modellerats med ett avskärande dike i Scalco och redovisas i Figur 11. Ett avskärande dike skulle förbättra situationen inom planområdet men för att helt undvika instängda områden måste framtida höjdsättning säkerställa att vatten inte blir stående längs huskropparna.

Diket som illustreras i Figur 11 har dimensionerats med en bredd på en meter samt ett djup på 20 centimeter. Sträckningen av diket löper både inom och utanför detaljplanegränsen, då analysen har utgått från befintliga höjddata. När höjdsättningen inom det framtida detaljplaneområdet är fastställd rekommenderas en översyn och eventuell komplettering av skyfallsförslaget, liksom en detaljprojektering av dikes dimensioner och placering.

Då diket ska förhindra att ytvatten rinner in från uppströms områden föreslås att diket anläggs och sköts av Östersunds kommun.

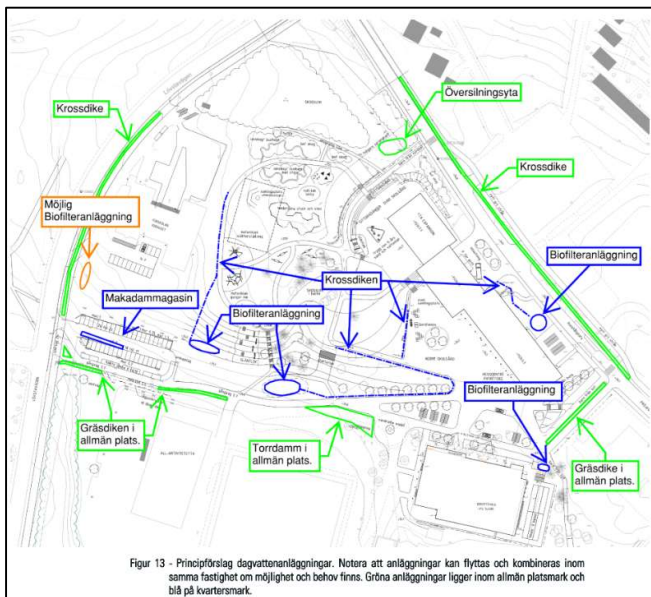


Figur 10. Skiss på dikesförslag med lutning mot Fröjavägen för att undvika inkommande vatten från uppströms områden. (SCALGO, 2025).



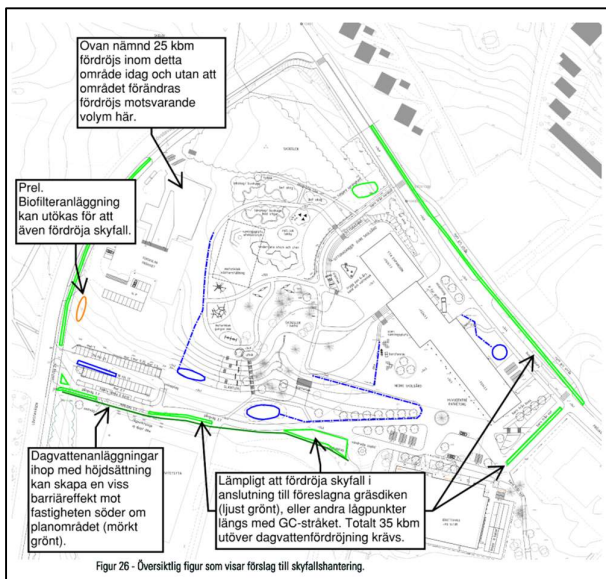
Figur 11. Skyfallsmodellering efter att avskärande dike anlagts (1 meter brett och 20 cm djup) och vatten leds runt fastigheten mot Fröjavägen. (SCALGO, 2025).

Sigma Civil har genomfört en dagvattenutredning för fastigheterna som är belägen uppströms planområdet. I rapporten "Dagvattenutredning Guckoskon 2 m.fl. 20240209" föreslås ett antal dagvattenanläggningar vilka bedöms kunna minska flödet mot Fyrkanten 1, se Figur 12.



Figur 12 Utdrag ur Sigma Civils dagvattenutredning för Guckoskon 2 m.fl.

I Sigma Civils utredning har även åtgärder för skyfall föreslagits, vilka liknar de förslag som presenteras i denna utredning, se Figur 13. Det rekommenderas därför att en samordning sker mellan planen för Guckoskon 2 m.fl. och Fyrkanten 1, särskilt vad gäller hanteringen av skyfall.



Figur 13 Utdrag ur Sigma Civils dagvattenutredning för Guckoskon 2 m.fl.

## 7 Slutsats

Den genomförda dagvattenutredningen för Fyrkanten 1 visar att den planerade omvandlingen från industriverksamhet till bostadsbebyggelse kan genomföras utan negativ påverkan på recipienten Storsjön, förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs. Exploateringen medför en lägre hårdgöringsgrad än tidigare och marginellt ökade dagvattenflöden som beror på klimatkraften. Samtidigt visar beräkningar att dagvattnets föroreningsinnehåll minskar inom de flesta parametrar, vilket innebär en förbättrad vattenkvalitet jämfört med nuläget.

För att uppfylla kommunens krav på både flödesreglering och rening rekommenderas någon av (eller en kombination av) följande öppna dagvattenlösningar implementeras: regnbäddar, svackdiken, makadamdiken eller torr damm, med infiltration där markförhållanden tillåter. Särskilt viktigt är att hantera dagvatten från parkeringsytor på ett effektivt sätt. Föroreningsrisken från befintliga markföroreningar bör också beaktas i samband med projektering och markarbeten. I det vidare arbetet med att utforma området bör även det inkommande vattnet från väster beaktas och om möjligt ledas runt fastigheten.

Sammanfattningsvis bedöms planförslaget bidra till en förbättrad dagvattenhantering jämfört med dagens situation, samtidigt som det inte medför någon ökad risk för översvämning eller försämrad vattenkvalitet i recipienten.

## 8 Referenser

Naturvårdsverket. 2009. *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976.  
Göteborgs stad. 2021. *Reningskrav för dagvatten*.  
Sigma Civil. 2019. *Miljöteknisk markundersökning, Lövsta förorenadmark undersökning*. RAPPORT-59321.  
SWECO. 2023. *Markteknisk undersökningsrapport, GU Guckuskon 2*.  
Tyréns. 2024. *Utredning av PFAS i dagvatten, Frösö 2:26 m.fl.*  
Viklund, M. och Bäckström, M. 2008. *Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat*. Svenskt Vatten Utveckling. Rapport Nr 2008-15.  
Östersunds kommun. u.å.-a. *Bakgrundsrapport, Riktlinje – Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. RBR-4123.  
Östersunds kommun. u.å.-b. *Riktlinje, Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient*. RIKPOL – 4120.  
Sigma Civil. 2024. *Dagvattenutredning Guckoskon 2 m.fl.* RAPPORT-153288.

### Digitala källor:

Länsstyrelsen. u.å. *EBH-kartan*. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c>  
[Hämtad 2025-05-26]  
SCALGO. 2025. *SALGO Live*. [scalgo.com/live](https://scalgo.com/live)  
[Hämtad 2025-06-05]  
Vatteninformationssystem Sverige (VISS). u.å.-a. *Vattenkartan*. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>  
[Hämtad 2025-05-26]  
Vatteninformationssystem Sverige (VISS). u.å.-b. *Storsjön*.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA54917789>  
[Hämtad 2025-05-26]  
VA-Guiden. u.å.-a. *Nedsänkta regnbäddar*. [vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-vaxtbadd/](https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-vaxtbadd/)  
[Hämtad 2025-06-09.]  
VA-Guiden. u.å.-b. *Svackdiken*. [vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike/](https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike/)  
[Hämtad 2025-06-09.]  
VA-Guiden. u.å.-c. *Makadamdiken*. [vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/makadamdike/](https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/makadamdike/)  
[Hämtad 2025-06-09.]