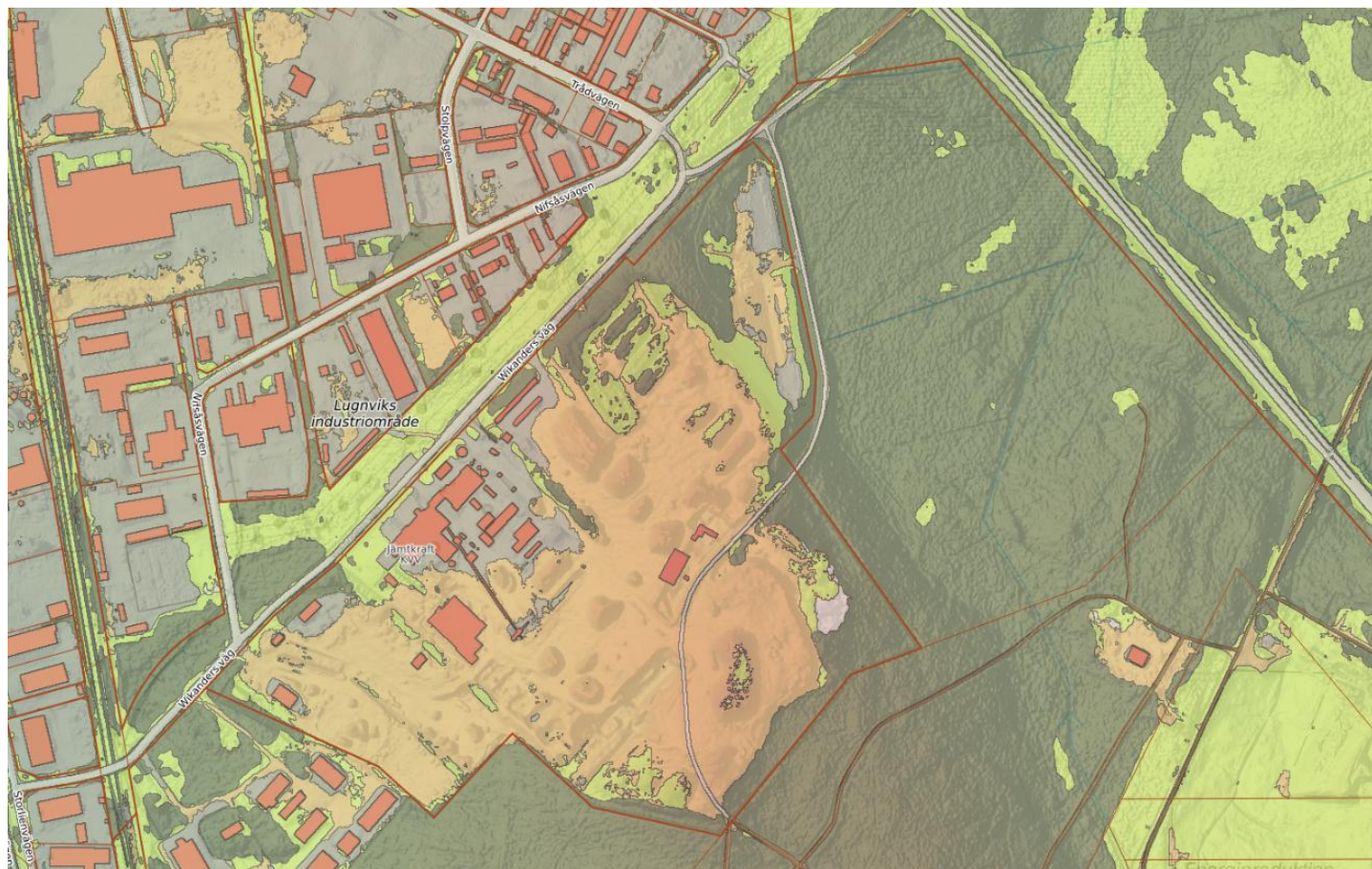


Östersunds kommun

► Dagvatten-och skyfallsutredning

Östersund, Norr 1:25 m.fl.

Uppdragsnr.: 1097974 Revision: 5.0 Datum: 2026-09-14



Uppdragsgivare: Östersunds kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Andrea Eriksson
Konsult: Norconsult Sverige AB, Navigationsgatan 1, 21120 Malmö
Uppdragsledare: Malin Åberg
Granskare: Lars Nilsson
Handläggare: Nora Efraimsson, Michael Odhiambo, Johanna Pålsson

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1.0	2025-12-17	Granskningshandling	NE, ML, MO	LN	MÅ
2.0	2026-05-22	Färdig handling	NE, MO	LN	MÅ
3.0	2026-08-24	Arbetsmaterial	NE, MO	LN	LN
4.0	2026-08-28	Färdig handling	NE, MO	LN	LN
5.0	2026-09-14	Färdig handling	NE, MO, JP	LN	LN

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.

► Summering

Norconsult har på uppdrag av Östersunds kommunen tagit fram en dagvattenutredning för detaljplan för fastigheten Norr 1:25. Utredningen har reviderats mellan detaljplanens gransknings- och antagandeskede. Undersökning av anläggningar på kvartersmark behandlades inte heller närmare i den tidigare utredningen. Fokus låg i stället på hanteringen av dagvatten inom allmän platsmark utanför kvartersmark, särskilt med hänsyn till de utmaningar som torvmarken medför.

Fastigheten Norr 1:25 utgörs i dagsläget av skogsmark, medan en mindre del tillhör industriområdet Lugnviksverket 1. I samband med exploateringen planeras större delen av planområdet att omvandlas till industriområde inom kvartersmark. I planområdets norra del finns allmän platsmark bestående av asfalterad gata och grönområde, vilket kvarstår både före och efter exploatering.

Östersunds kommun använder principen att fördröjning och rening av dagvatten ska ske på kvartersmark för ett 2-årsregn. Det dimensionerande flödet har beräknats utifrån ett 2-årsregn för kvartersmark och ett 20-årsregn för hela planområdet. Den erforderliga fördröjningsvolymen uppskattas till cirka 530 m³ inom kvartersmark J, cirka 100 m³ inom kvartersmark E, samt cirka 725 m³ inom allmän platsmark. Redovisas lösningsförslag för omhändertagande av dagvatten inkluderar dock större fördröjningsanläggningar inom kvartersmark än beräknat fördröjningsbehov i aktuell utredning då detta planeras att anläggas enligt uppgift från exploatör/kommun.

För att omhänderta dagvatten inom kvartersmark J föreslås att två seriekopplade dammar anläggs samt att en filterbrunn installeras. Dagvatten inom kvartersmark E bedöms på grund av höjdförhållanden behöva hanteras separat. För kvartersmark E föreslås därav anläggning av makadamdike. Inom allmän platsmark föreslås fördröjning och rening inom svackdike.

Föroreningssituationen innan och efter exploatering har beräknats med hjälp av programmet StormTac. Vid en jämförelse av föroreningssituationen före och efter exploatering framgår att majoriteten av både föroreningshalter och föroreningsmängder minskar, förutsatt att de föreslagna dagvattenåtgärderna genomförs. Föreslagen exploatering innebär inte någon risk att äventyra miljö kvalitetsnormerna (MKN) för recipienten, förutsatt att föreslagna reningsåtgärder anläggs.

Föreslagen dagvattenhantering medför att Östersunds kommunens samtliga riktvärden för föroreningshalter understigs med undantag för kadmium och BaP. För att erhålla ytterligare rening av kadmium och BaP kan kompletterande reningsanläggningar i form av biofilter inom kvartersmark anläggas. Då understigs det kommunala gränsvärdet för kadmium men gränsvärdet för BaP beräknas fortsatt överstigas. Då lösningsförslaget utan biofilter leder till god rening med avseende på övriga ämnen benämns biofiltren i denna utredning som kompletterande reningsåtgärd.

Inom området finns höga grundvattennivåer men planerad höjdsättning medför att grundvattennivåerna inte bedöms medföra några betydande konsekvenser för de planerade dagvattenanläggningarnas funktion och det inte finns behov att ta höjd för utökad volym på grund av inträngande grundvatten.

Utifrån genomförd skyfallsanalys bedöms exploateringen inte medföra någon negativ påverkan på E14 eller de befintliga trummorna under vägen, eftersom flöden, vattennivåer och hastigheter i princip är oförändrade jämfört med nuläget. Detta förutsatt att skyfall hanteras i föreslaget svackdike inom allmän platsmark.

Innehåll1	Inledning
	7
1.1 Syfte och mål	7
1.2 Planerad exploatering	7
1.3 Underlag	8
1.4 Riktlinjer dagvattenhantering	8
1.5 Reningskrav	8
1.5.1 Östersunds kommuns riktlinjer för reningskrav	9
1.5.2 Dimensionering	10
2 Områdesspecifika förutsättningar	12
2.1 Befintlig markanvändning	12
2.2 Topografi	13
2.3 Geotekniska förhållanden	14
2.4 Grundvatten	17
2.5 Skyddad natur	19
2.6 Föroreningar i mark	19
3 Avrinning och recipient	21
3.1 Befintlig avrinning	21
3.2 Markavvattningsföretag	22
3.3 Trummor under E 14	23
3.4 Recipient	23
3.4.1 Semsån/Rannåsbäcken	23
3.4.2 Storsjön	25
4 Beräkning av dimensionerat flöde	27
4.1 Flöde innan exploatering	27
4.2 Dimensionerat flöde efter exploatering	29
4.3 Erforderlig fördröjningsvolym	30
5 Dagvattenhantering	32
5.1 Principlösningar för dagvattenhantering	32
5.1.1 Makadamdike	32
5.1.2 Svackdike/torrdamm	33
5.1.3 Växtbädd/ biofilter	34
5.1.4 Brunnsfilter/ filterbrunn	35
5.1.5 Dagvattendamm	35
5.2 Föreslaget dagvattensystem	37
5.2.1 Kvartersmark E	38
5.2.2 Kvartersmark J	39
5.2.3 Allmän platsmark	40
5.2.4 Avskärande dike	42
5.2.5 Grundvatten, torvmark och sedimenttransport	42

5.2.6	Befintliga diken	43
5.3	Kostnadsuppskattning	44
5.4	Släckvattenhantering	45
5.4.1	Generell beskrivning	45
5.4.2	Hantering inom kvartersmark	46
5.5	Dagvatten under byggskedet	46
6	Föroreningsberäkningar	48
6.1	Föroreningsberäkningar innan exploatering	48
6.2	Föroreningsberäkningar efter exploatering	49
6.3	Jämförelse före och efter exploatering	51
6.4	Reiningseffekt	53
6.5	Bedömning av särskilt förorenande ämnen	53
6.5.1	Kadmium	53
6.5.2	PAH (BaP)	54
6.6	Kompletterande reningsåtgärder avseende kadmium och BaP	54
6.7	Påverkan på MKN	56
6.8	Uteslutna ämnen från Östersunds kommuns riktvärden	57
7	Höjdsättning	59
8	Skyfall	60
8.1	Modellförutsättningar	60
8.1.1	Höjdmodell	60
8.1.2	Nederbörd	63
8.1.3	Ledningsnät	63
8.1.4	Markens råhet	63
8.1.5	Infiltration	64
8.2	Skyfall nulägesanalys	64
8.3	Skyfall efter exploatering	66
8.3.1	Analys av fara för människors liv	69
8.4	Funktion och kapacitet hos trummor vid E14	72
8.5	Bedömning av dämning, bakvatten och erosion	73
9	Slutsats och rekommendation	74
	Referenser	75
	Appendix A	77
	Appendix B	78

1 Inledning

Norconsult har på uppdrag av Östersunds kommun tagit fram en dagvattenutredning för fastigheten Norr 1:25. Dagvattenutredningen ska utgöra grund för granskningsskede av detaljplan och bygger vidare på tidigare gjord utredning av Sigma Civil, 2022 som togs fram inför samrådskedet. Sedan samrådet har ytterligare underlag tagits fram i form av bland annat utökad geoteknisk undersökning samt uppgifter om grundvattennivåer.

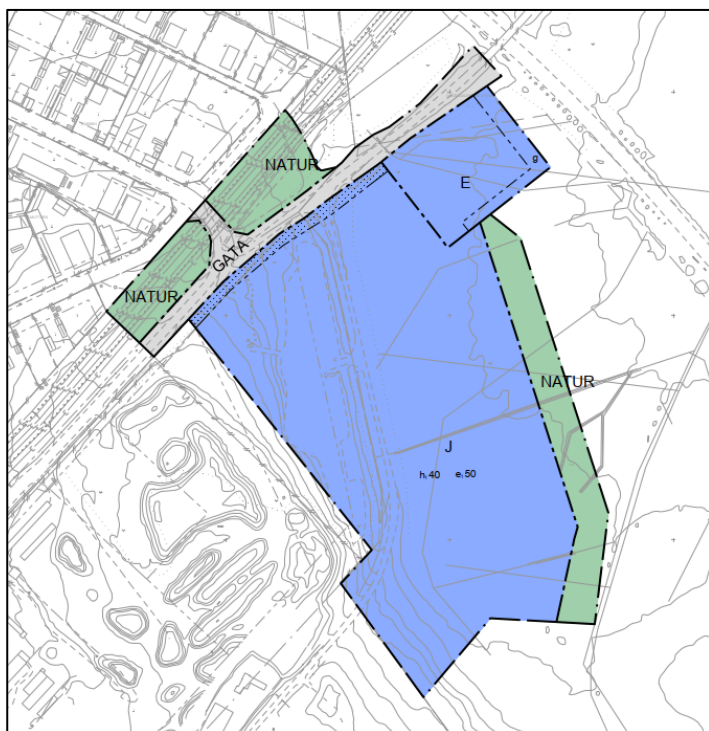
1.1 Syfte och mål

Östersunds kommun avser att planlägga del av fastigheten Lugnviksverket 1 samt Östersund Norr 1:25. Syftet med utredningen är att visa hur dagvatten kan fördröjas och renas i samband med planläggning för att möjliggöra exploatering av industriverksamhet.

1.2 Planerad exploatering

Den framtida exploateringen syftar till att utöka kvartersmark för industriellt ändamål, samt bevara den befintliga gatan och naturområden inom allmän platsmark. Se indelning av kvartersmark (blått) och allmän platsmark (grönt och grått) i Figur 1.

I samband med planläggning har exploatörerna Uniper och Jämtkraft tagit fram underlag som delvis har använts i utredningen.



Figur 1 Den framtida exploateringen syftar till att utöka kvartersmark för industriändamål samt bevara den befintliga gatan och naturområden inom allmän platsmark

1.3 Underlag

Följande riktlinjer och krav har legat till grund för utredningen. Listan omfattar både generella krav enligt Östersunds kommuns dagvattenriktlinjer och specifika förutsättningar för denna detaljplan.

- Dagvattenutredning *Lugnaviksverket 1, Norr 1:6 m.fl. dagvattenutredning, Östersunds kommun samhällsbyggnad*, Sigma Civil, 2022
- Geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för planerat fabriksområde revidering 1, *Östersunds kommun, PM-Geoteknik, Markmiljö*, rev 2026-07-22
- Riktlinje: Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient. *Östersunds kommun*, 2023
- Inmätning av trummor, Arctan 2026-04-15
- Riktlinjer för dagvattenhantering. *Östersunds kommun*, 2020
- Plankarta Norr 1:25 i DWG-format, 2026-03-25
- Släckvattenutredning, Sydkraft Hydrogen AB (Sweco, 2026)
- Yttrande från Trafikverket, 2026-01-30
- Yttrande från Länsstyrelsen Jämtlands län, 2026-02-04

1.4 Riktlinjer dagvattenhantering

Östersunds kommun har riktlinjer för dagvattenhantering där punkter tagits fram gällande hållbar dagvattenhantering vilka gäller för både nya samt ändrade detaljplaner. Dessa riktlinjer tillsammans med specifika krav för denna detaljplan redovisas nedan:

- Öppna dagvattenlösningar ska prioriteras framför slutna lösningar. Detta för att skapa bättre rening, ökad kapacitet, översvämningssutjämning, bättre grundvattenbildning vid ökad infiltration samt bidra till ett grönare samhälle.
- I dialog med beställaren och enligt Svenskt vattens rekommendationer beräknas dimensionerat flöde från samtliga ytor inom planområdet utifrån ett 20-årsregn.
- Inom kvartermark ska minst ett 2-årsregn fördröjas och renas.
- Vid flödesberäkningar efter exploatering ska klimatfaktor 1,25 användas.
- Den fysiska planeringen ska genomföras så att ny bebyggelse och nya anläggningar ej påverkar omkringliggande bebyggelse, infrastruktur och markområden negativt vid normala eller extrema (100-årsregn) regnhändelser.

1.5 Reningskrav

I arbetet med genomförandet av Vattendirektivet i Sverige har sjöar, vattendrag och havsområden delats in i ytvattenförekomster. Den ekologiska statusen i varje ytvattenförekomst klassas på en femgradig skala från dålig via otillfredsställande, måttlig och god till hög status. Kemisk status klassas på en skala med endast två steg, ej god och god status. När status klassas bedöms olika biologiska och kemiska kvalitetsfaktorer som till exempel fisk, bottenlevande djur, näringsämnen och metaller. De olika kvalitetsfaktorerna vägs sedan samman till en övergripande statusklassning. Målsättningen är att vattenförekomsterna ska uppnå både god kemisk och god ekologisk status. Eftersom statusen inte är god i många vattenförekomster tar vattenmyndigheterna fram åtgärdsprogram, riktade till kommuner och myndigheter, med åtgärder som ska genomföras för att

målen ska uppnås. Målen formaliseras av vattenmyndigheterna genom beslut om miljökvalitetsnormer, MKN, för alla vattenförekomster. Miljökvalitetsnormerna anger den status för både biologiska och kemiska kvalitetsfaktorer som ska uppnås i vattenförekomsterna vid en viss tidpunkt i framtiden. Miljökvalitetsnormerna fastställs med stöd av 5 kap. miljöbalken, Vattenförvaltningsförordningen (2004:660) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25.

En viktig del av Vattendirektivet är icke-försämringskravet, vilket innebär att vattenförekomsternas status inte får försämras på ett otillåtet sätt, varken när det gäller övergripande sammanvägd status och status för enskilda kvalitetsfaktorer. En otillåten försämring sker när övergripande status, eller status för en enskild kvalitetsfaktor, ändras från en statusklass till en sämre klass.

Möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna får inte heller äventyras, det vill säga utgöra ett allvarligt hot, av en verksamhet. Bedömningen av äventyrande görs i förhållande till den status som ska uppnås. En tillkommande förorening i ett vatten som redan har god ekologisk status och, om verksamheten tillåts, kommer att fortsätta att ha god ekologisk status innebär inget äventyrande. Att äventyra innebär att man medvetet tar en så stor risk att den inte kan betraktas som acceptabel när det gäller möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna eller att man tillåter att möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna lämnas åt slumpen (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

1.5.1 Östersunds kommuns riktlinjer för reningskrav

Östersunds kommun har tagit fram riktlinjer för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvattensystem. Syftet med dessa riktvärden är att begränsa föroreningen vid källan i syfte att minska föroreningsbelastningen i recipienten. Riktvärdena är lokalt framtagna och i vissa delar recipientspecifika, vilket innebär att de baseras på analysdata från lokala recipienter samt deras miljökvalitetsnormer och aktuell status. Planerad exploatering ligger inom område med recipient Semsån/Rannåsbäcken med specifika riktvärden.

Riktvärdena innebär att verksamheter som etableras inom kvartersmark behöver vidta erforderliga reningsåtgärder så att riktvärdena uppfylls innan utsläpp sker till det allmänna dagvattensystemet. Östersunds kommuns riktvärden redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Riktvärden (totalhalter, µg/l) för Storsjön är gällande i denna utredning (Östersunds kommun)

	Storsjön, vissa mindre recipienter samt inom vattenskyddsområde: - Storsjön - Semsån - Rannåsbäcken - Mjällebäcken (*) - Odensalabäcken - Lillsjön - Inom vattenskyddsområde	Övriga recipienter: - Näkten - Locknesjön (*) - Indalsälven - Lången - Härkan - Övriga mindre sjöar och vattendrag (**)
Arsenik, As	1	1
Bly, Pb	5	25
Kadmium, Cd	0,08	0,08
Koppar, Cu	20	20
Krom, Cr	8	8
Kviksilver, Hg	0,07	0,07
Nickel, Ni	15	15
Zink, Zn	60	60
Oljeindex	500	5000 (500*)
Suspenderat material	25 000	25 000
pH	6-9	6-9
Fosfor	70 (50*)	70 (50**)
Kväve	1250	1250
TOC	12 000	12 000
Polyklorerade bifenylter (PCB7)	0,014	0,014
Benso(a)pyren	0,00017	0,00017
Bensen	1	10
Metyl-tert-butyleter (MTBE)	15	25
Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS11)	0,09	0,09
PFAS20 + 6:2 FTS (PFAS 21)	0,1	0,1
PFAS4	0,004	0,004
Perfluoroktansulfonsyr a (PFOS, totalhalt)	0,00065	0,00065
Tributyltenn (TBT)	0,0002	0,0002
Trikloretylen	10	10
Antracen	0,1	0,1
Flouranten	0,0063	0,0063
Benso(g,h,i)perylene	0,0082	0,0082
Nonylfenoler	0,3	0,3
Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	1,3	1,3
Oktylfenol	0,1	0,1
Glyfosat	100	100

För området innebär det att rening ska ske på kvartersmark innan dagvattnet leds vidare till allmän platsmark för ytterligare rening.

1.5.2 Dimensionering

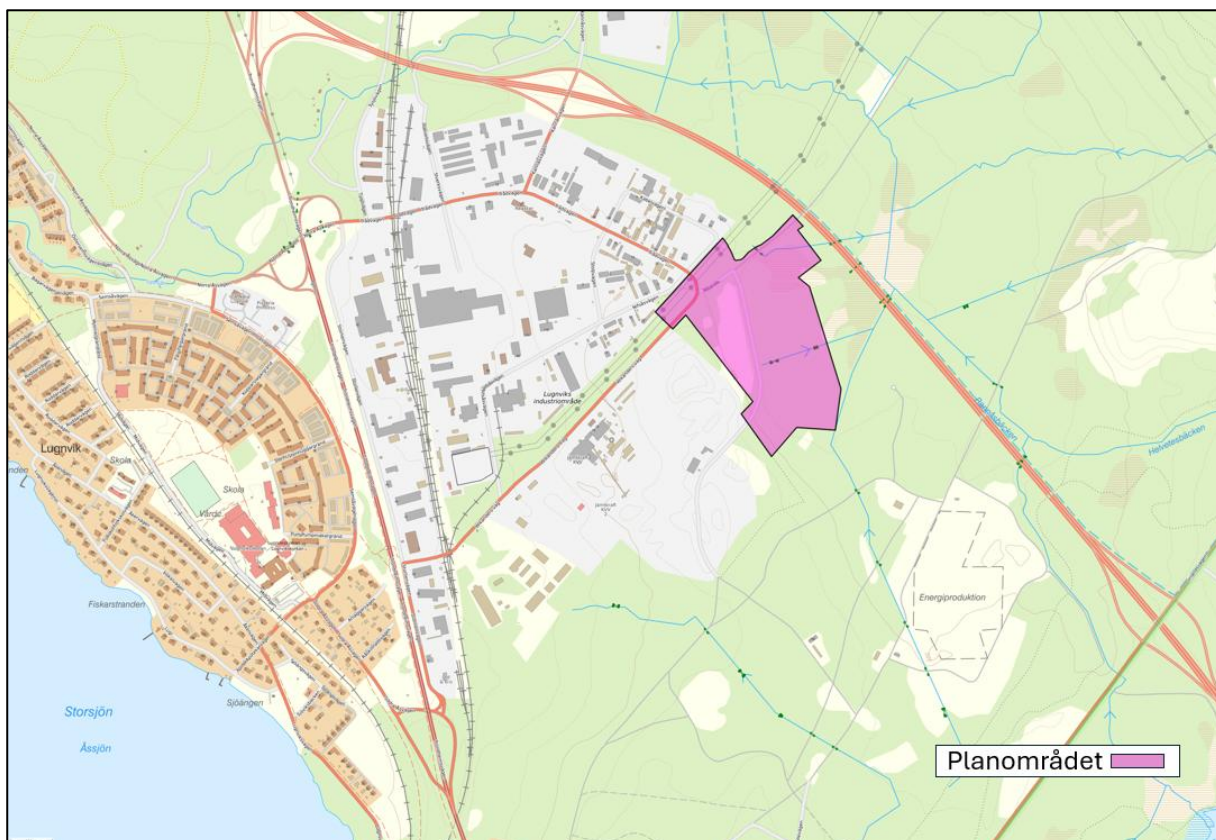
Dimensioneringsförutsättningarna för VA-anläggningar är att de ska utformas enligt Svenskt Vattens publikation P110. Målsättning i utredningen är att ett 2-årsregn ska fördröjas och renas inom kvartersmark, respektive ett 20-årsregn inom hela planområdet.

Enligt Östersunds kommuns Riktlinjer för dagvattenhantering (2020) är utgångsläget att rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 ska gälla för fördröjning av dagvatten inom planområdet.

Avvattnings från planområdet kommer ske till dike som leder vidare till Trafikverkets diken och trummor. Enligt yttrande från Trafikverket får exploateringen inte medföra att flödet vid 100-årsregn ökar jämfört mot vid befintlig situation.

2 Områdesspecifika förutsättningar

Planområdet är cirka 12,9 hektar stort och beläget i Lugnvik, Östersund. Området avgränsas i öst av E14 samt i väst av Wikanders väg. Se Figur 2.



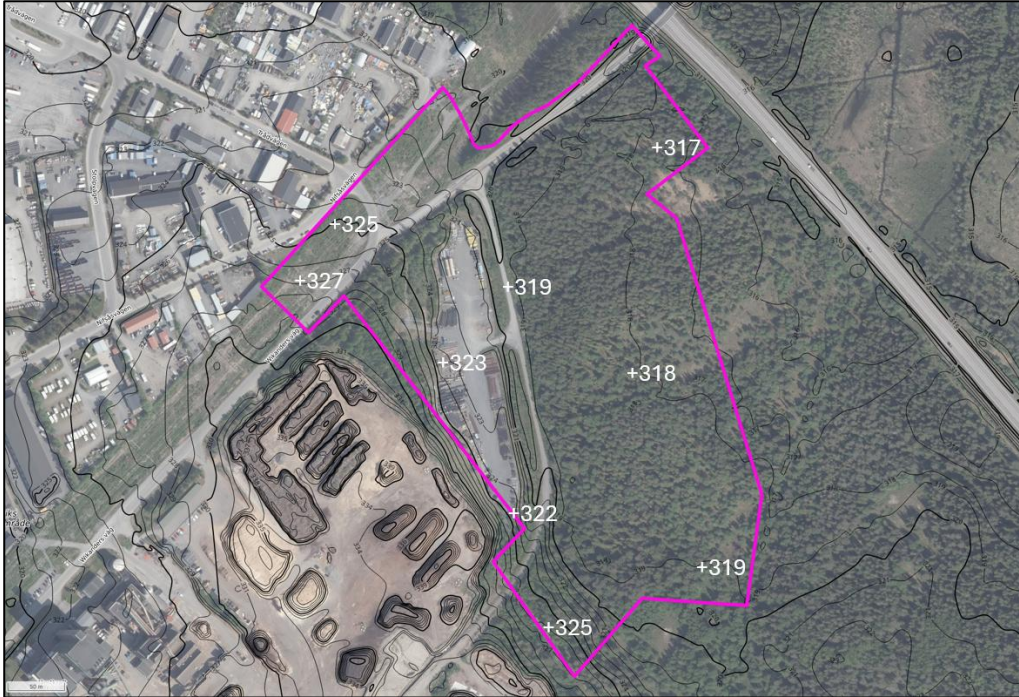
Figur 2. Lokalisering av planområdet (Scalgo, 2026)

2.1 Befintlig markanvändning

Planområdet består framför allt av skog och myrmark, men innefattar även av del av Lugnviksverket 1 (industriområde) i sydvästra delen av planområdet. Även infartsvägen från Wikanders väg samt del av Wikanders väg ingår i planområdet.

2.2 Topografi

Befintlig topografi i området visas i Figur 3 och Figur 4, där en lutning från väst till öst illustreras.



Figur 3. Befintlig topografi beskriver marknivåer inom planområdet (Scalco Live, 2026).



Figur 4. Topografisk karta över området. (Scalco Live, 2025)

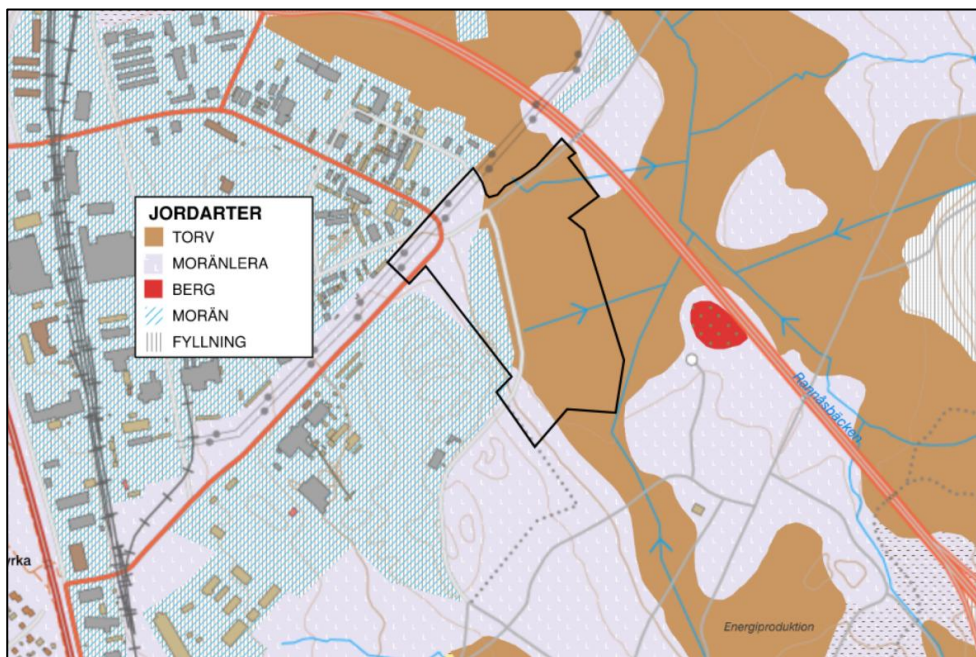
Utredningsområdet ligger norr om centrala Östersund strax öster om Lugnviks industriområde och Jämtkrafts kraftvärmestation. Väster om utredningsområdet, vid kraftvärmestationen, finns ett höjdområde kring nivå +340. Marken faller sedan relativt brant mot öster till nivå +326 i västra utredningsområdet. Inom utredningsområdet planar marken ut och är i östra delen ca +317.

Bredvid grusvägen som löper genom utredningsområdet går befintliga diken, ca 2 m djupa. Öster om grusvägen finns ett skogsområde som tidigare varit kärr och delvis är utdikat.

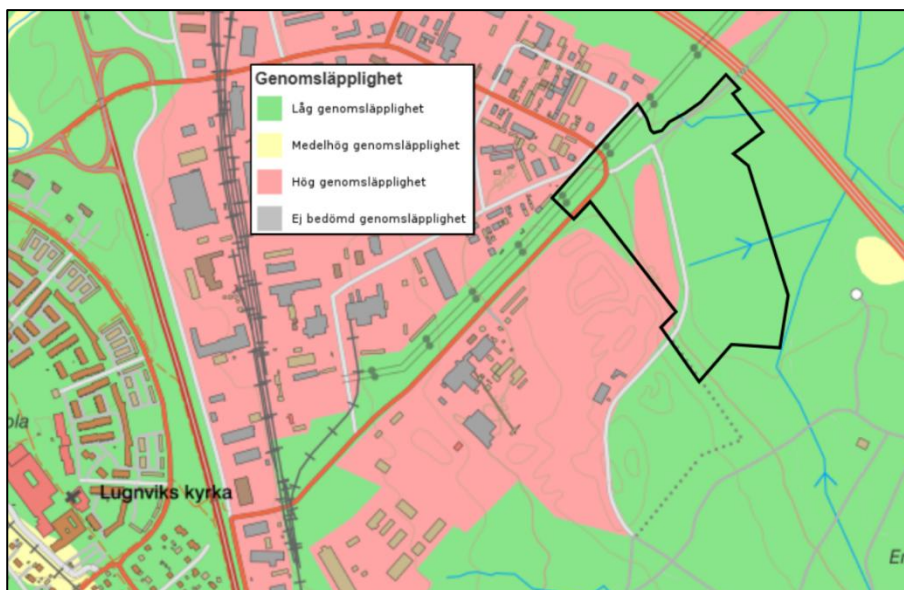
2.3 Geotekniska förhållanden

Utredning gällande geoteknik har utförts som en del av lokaliseringsutredning för industriverksamhet inom utredningsområdet (Geoteknologi, 2026).

Från SGUs jordartskarta kan man utläsa att planområdet till största delen består utav torv och moränlera. Även inslag av berg (i öster) samt fyllning/ morän kan urskiljas i väster. Se Figur 5. Planområdet har generellt en låg genomsläpplighet, med ett mindre område där hög genomsläpplighet förekommer i västra delen. Se Figur 6.



Figur 5. Jordarter från SGUs jordartskarta (SGU, 2026)

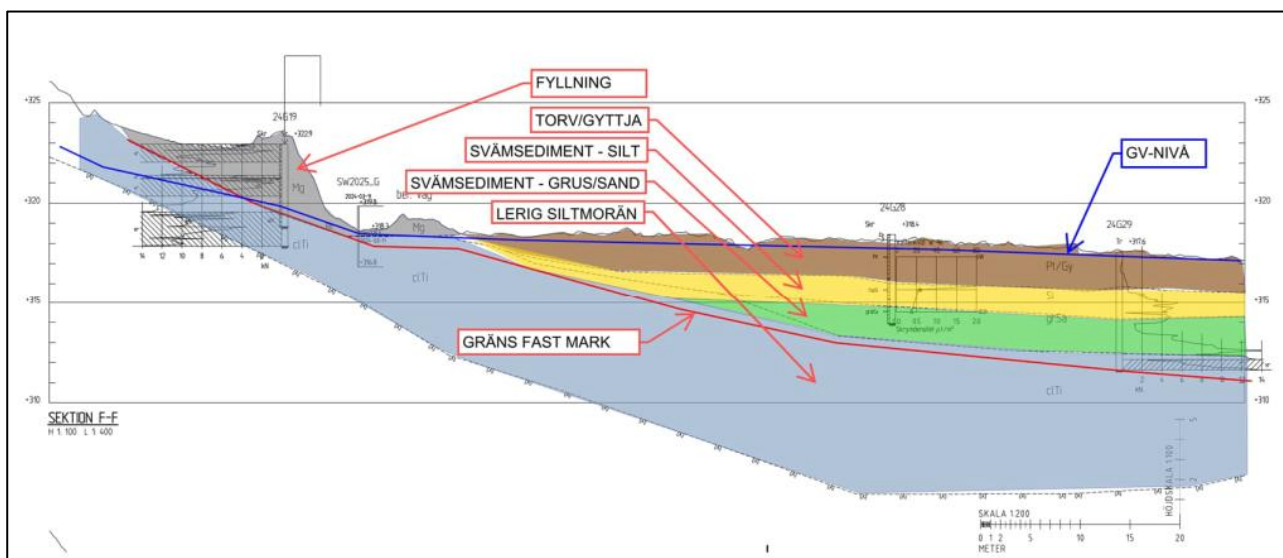


Figur 6. Genomsläpplighet från SGUs genomsläpplighets karta (SGU, 2026)

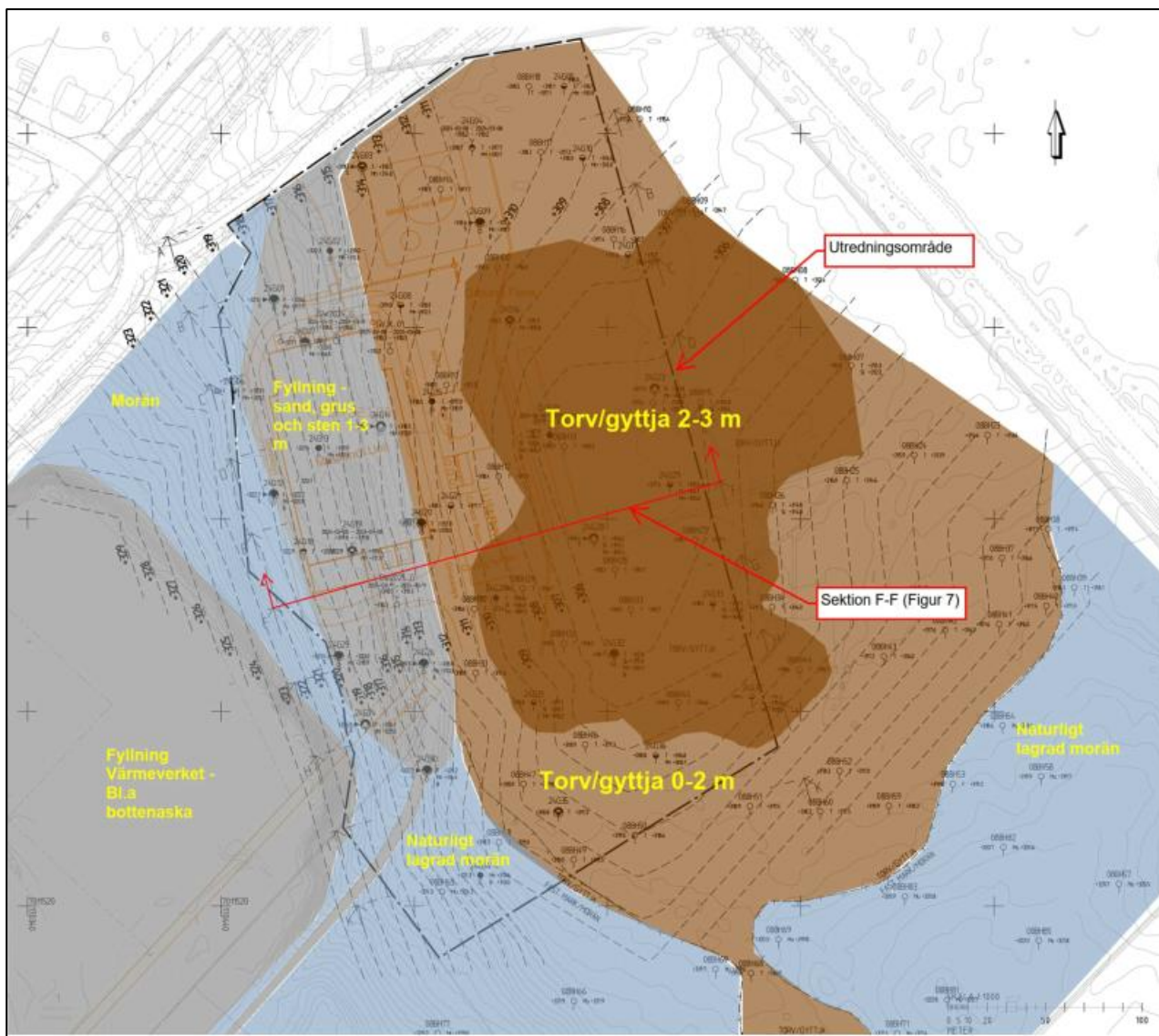
I områdets centrala delar förekommer lager av torv/gyttja i varierande djup mellan 0–3,5 meter, se Figur 8. Uppmätta vattenkvoter i torven/gyttjan ligger mellan ca 400 - 600 % (Geoteknologi, 2026).

Torven/gyttjan underlagras av svämsediment med en tjocklek av mellan 1-3 m och består av silt, ställvisa inslag av lera med underliggande lager av sand och grus.

Jordlagerföljden redovisas i sin helhet i sektion F-F i Figur 7.



Figur 7. Sektion av jordlagerföljden. Röd linje i sektionen representerar gräns till fast lagrad morän. Grundvattennivån redovisas med blå linje i sektionen (Geoteknologi, 2026).

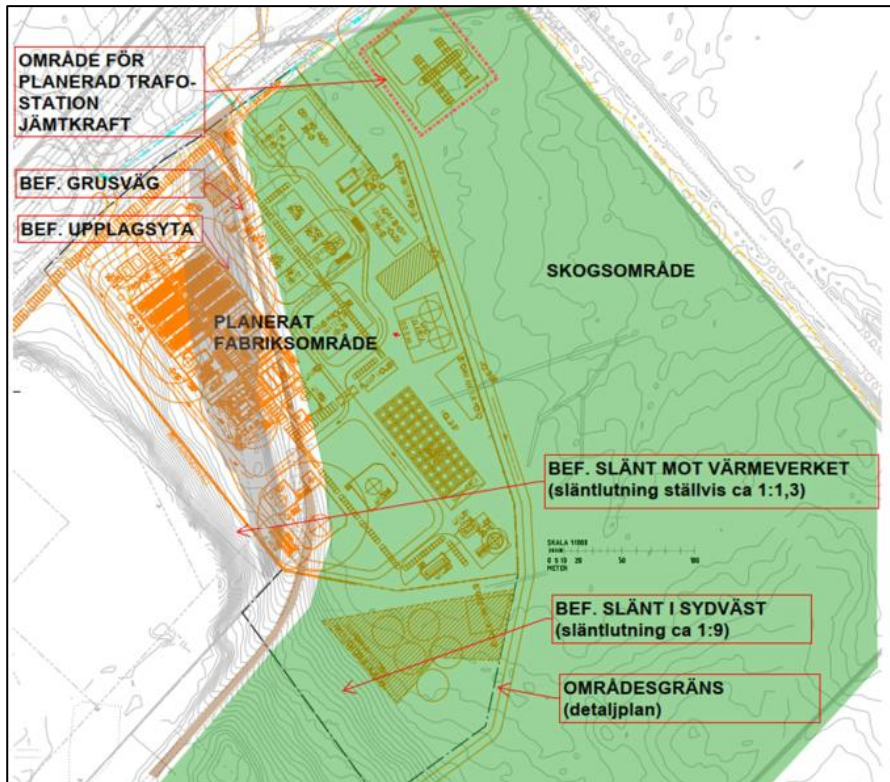


Figur 8. Jordlagerförhållanden i utredningsområdet (Geoteknologi, 2026).

Inom området med torv föreslås hela området grundläggas efter utskiftning av torv/gyttja på packad krossfyllning till terrassnivå (ca +319 till +321 i området) ovan svämsediment (silt och ställvis siltig lera). Gator, ledningar, hårdgjorda ytor samt byggnader grundläggs på krossfyllningen. Särskilt tunga fabriksbyggnader kan behöva grundläggas med borrade spetsburna pålar genom krossfyllningen, nedborrade i berg (Geoteknologi 2026).

Inom ramen för den geotekniska utredningen har ett antal provgropar utförts och det visar att torven är mycket tät och grundvatten påträffades förts i siltlagret.

Den branta slänten mot värmeverket i väster bedöms inte uppfylla erforderlig säkerhet mot skred i nuvarande utformning. Slänten behöver därför åtgärdas genom avschaktning eller utfyllnad till en flackare lutning (Geoteknologi, 2026). Se Figur 9.

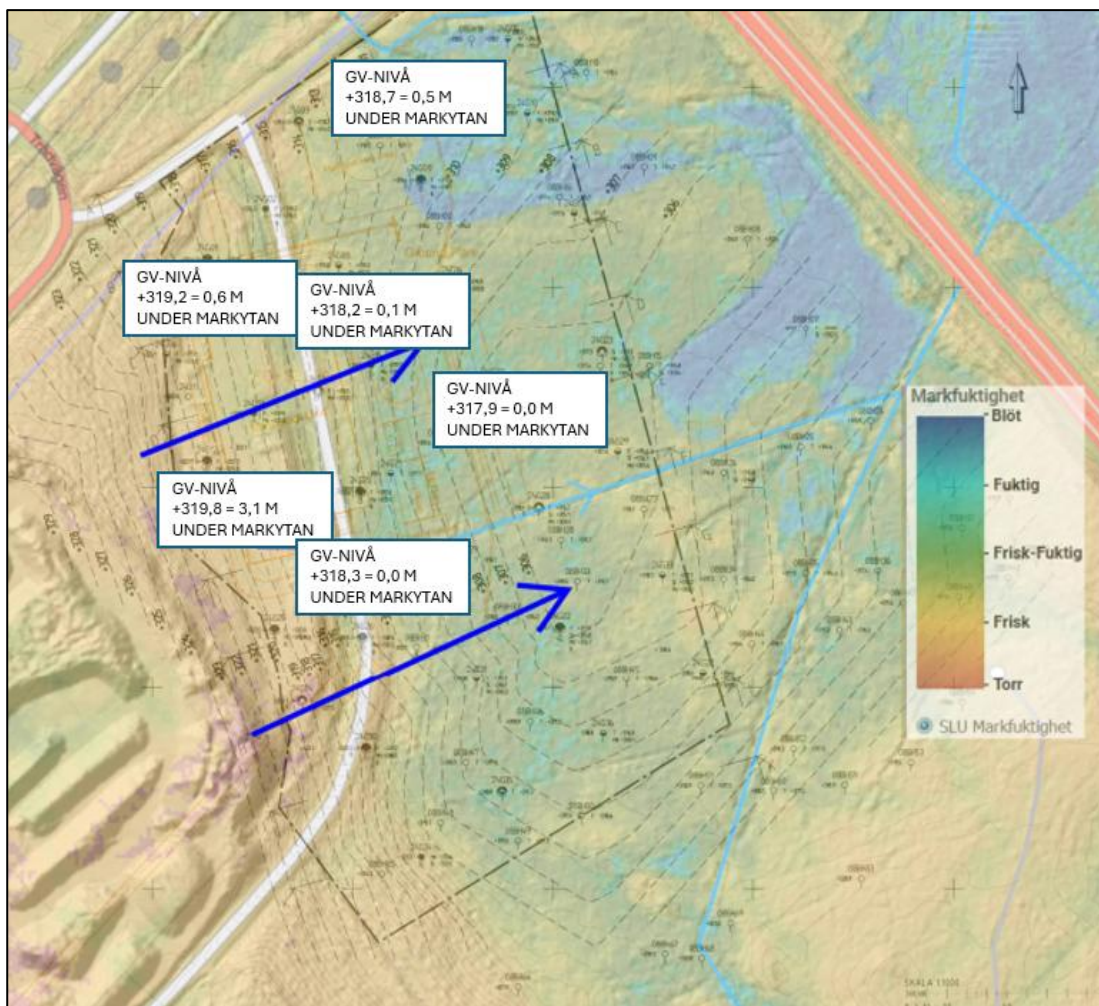


Figur 9. Befintliga slänter i väster (värmeverket) och sydväst (Geoteknologi, 2026)

Berggrunden inom området utgörs huvudsakligen av Kogstaskiffer och Andersöskiffer. Dessa bergarter kan lokalt uppvisa svällande egenskaper om de syresätts genom exempelvis bergschakt eller grundvattensänkning. Eventuellt behov av skyddsåtgärder bör därför utredas i samband med fortsatt projektering om berg friläggs eller grundvattennivåerna påverkas (Geoteknologi, 2026).

2.4 Grundvatten

Grundvattenmätningar har gjorts inom ramen för den geotekniska undersökningen och visar att öster om grusvägen ligger grundvattenytan generellt i markytan, medan i de mer höglänta delarna ligger grundvattennivån djupare. Se Figur 10.

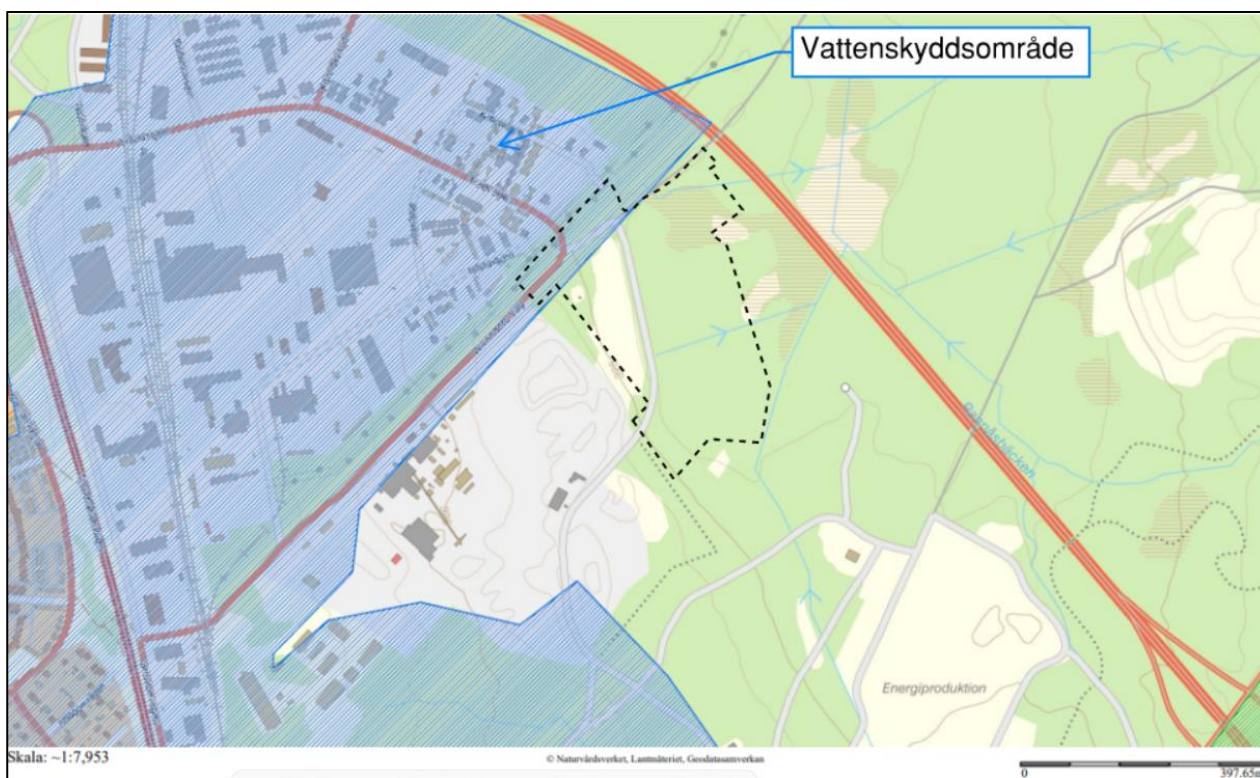


Figur 10. Utredningsområdet med generell strömningsriktning för ytvatten. De uppmätta grundvattennivåerna redovisas där de är lokaliserade med nivå och djup under markytan. Byggnadskartan utgörs av SLU:s markfuktighetskarta som anger sannolikhet för blöt mark uppmätta grundvattennivåer och markfuktighet (Geoteknologi, 2024)

Grundvattenprover nedströms upplagsområdet visar låga arsenikhalter, vilket tyder på att någon betydande spridning av arsenik från moränleran inte sker. Däremot uppmättes höga till mycket höga halter av nickel, vilket bedöms bero på naturliga geokemiska förhållanden med reducerande miljö i grundvattnet samt höga halter av järn och mangan som kan mobilisera nickel (Geoteknologi, 2026).

2.5 Skyddad natur

Den nordvästra delen av planområdet, som utgör allmän platsmark, ligger inom Östersund Storsjöns vattenskyddsområde, vilket illustreras i Figur 11. Planområdet innefattas till största del av vattenskyddsområdets sekundära skyddszon men en mindre del av planområdet ligger inom primär skyddszon. Inom den del av planområdet som omfattas av vattenskyddsområde planeras ingen exploatering eller förändring av markanvändning jämfört mot befintlig situation. Inom den del av planområdet som omfattas av vattenskyddsområde planeras inte heller någon förändring gällande avrinning av dagvatten. Med bakgrund av detta bedöms detaljplanen inte behöva ta speciell hänsyn till vattenskyddsområdet. Dock gäller framtagna skyddsföreskrifter (likt befintlig situation) vilka bland annat reglerar upplag av snö och hantering av växtskyddsmedel. Se skyddsföreskrifter vi kommunens hemsida för ytterligare information.



Figur 11. Nordvästra delen av planområdet omfattas av ett vattenskyddsområde (Naturvårdsverket, 2025).

2.6 Föroreningar i mark

Då området tidigare använts för militär verksamhet har en markundersökning genomförts för att översiktligt få en bild över föroreningssituationen. Enligt undersökningens slutsatser uppfyller mark inom området i huvudsak kraven för mindre känslig markanvändning. Vid övriga eventuella framtida schaktarbeten inom fastigheten skall försiktighetsmått vidtas för att minska risker för

människa och miljö. Påträffas schaktmassor med eventuellt misstanke om föroreningar bör dessa omhändertas och hanteras på ett miljöriktigt sätt (RGSNordic, 2022).

Enligt den geotekniska utredningen visas att barium förekommer i halter inom delar av det norra skogsområdet som överskrider riktvärdet för mindre känslig markanvändning. Föroreningen bedöms kunna innebära en långsiktig risk för markmiljön inom dessa områden. Inom torvmarken bedöms dock bariumhalterna utgöra en låg och acceptabel risk för markmiljön (Geoteknologi, 2026).

PFAS har påträffats i grundvatten och ytvatten inom området. Högsta halterna finns centralt i den östra delen, i norr har inga PFAS-ämnen påträffats, mot öster i grundvattnets strömningsriktning sjunker halterna, längre nedströms och in i torvmarken och ut mot Rannåsbäcken har PFAS inte påträffats. Det visar att PFAS fastläggs i torvmarken och bidrar till att begränsa spridningen mot recipienten. Fastläggningen bedöms förekomma i tillräcklig omfattning även om delar av torvmarken schaktas bort (Geoteknologi, 2026).

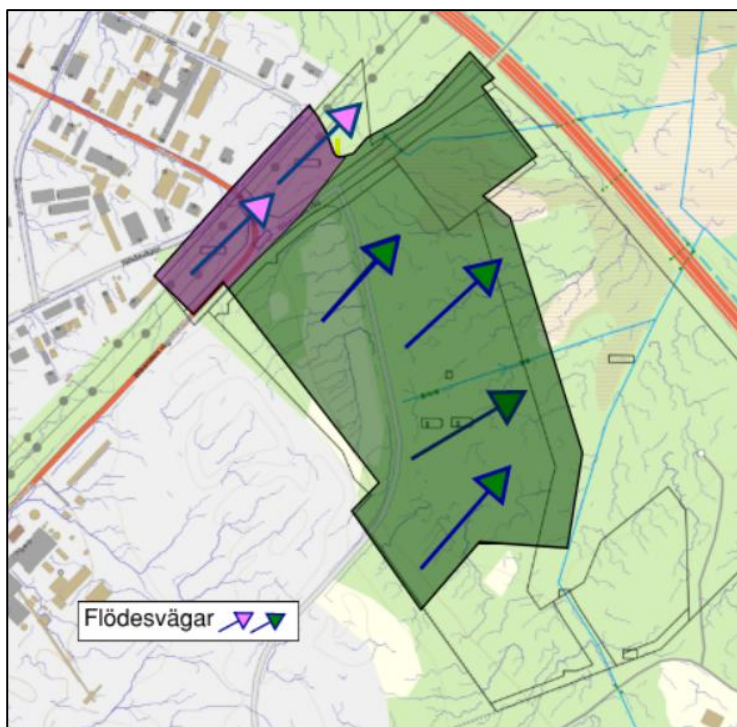
3 Avrinning och recipient

I detta avsnitt redovisas den befintliga avrinningen, utloppet via diken samt recipienterna Semsån/Rannåsbäcken och Storsjön.

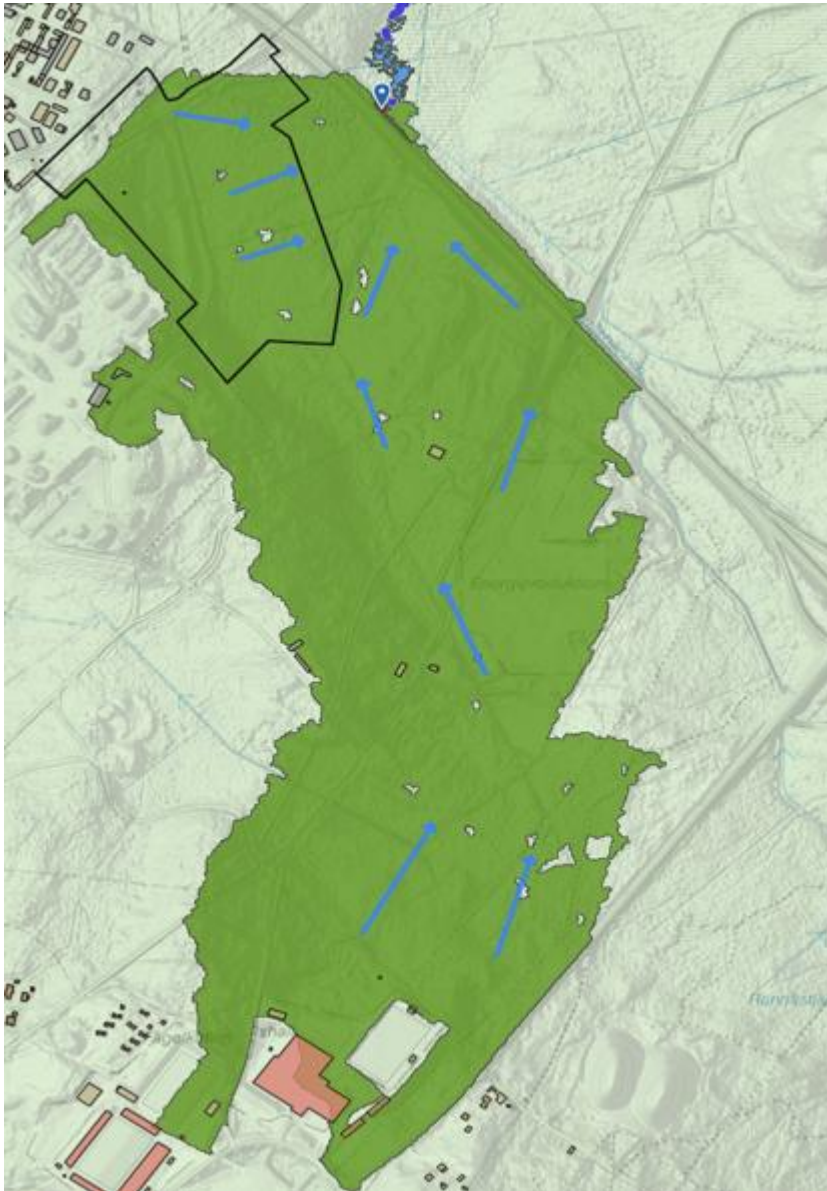
3.1 Befintlig avrinning

Avrinningsområden och avrinningsvägar har studerats i Scalgo. Analysen visar att större delen av planområdet (grönt område) avrinner i nordöstlig riktning mot befintliga trummor under E14 och vidare till Semsån/Rannåsbäcken. Avrinningen från det västra delen av planområdet, (rosa område) förändras inte efter exploatering utan avrinner i nordlig riktning mot E14. Den fortsatta avledningen bedöms ske via befintliga vägdiken och/ eller ledningssystem, sannolikt med avrinning mot Storsjön (Figur 12). I Figur 13 redovisas avrinningsområdet som uppströms avvattnas till trummorna längst med E14.

Området har flertalet anlagda diken med olika syften som avvattnar från väst till öst. De är delvis igenväxta. Diket som leder till de trummor som leder under E14 avvattnar ett större område söder om planområdet, se Figur 13.



Figur 12. Planområdet avrinner norrut (rosa område) och österut (grönt område) (Scalgo Live, 2025)



Figur 13. Uppströms avrinningsområde som avvattnas till befintliga trummor vid E14. (Scalgo Live, 2025)

3.2 Markavvattningsföretag

I området finns diken som tillhör markavvattningsföretag som dagvatten från planområdet planeras att släppas till. I samband med exploateringen kommer Östersunds kommun att se över möjligheten att upphäva berörda markavvattningsföretag. Aktuell utredning utgår därför från att det inte kommer finnas någon flödesrestriktion kopplat till markavvattningsföretag att ta hänsyn till.

3.3 Trummor under E 14

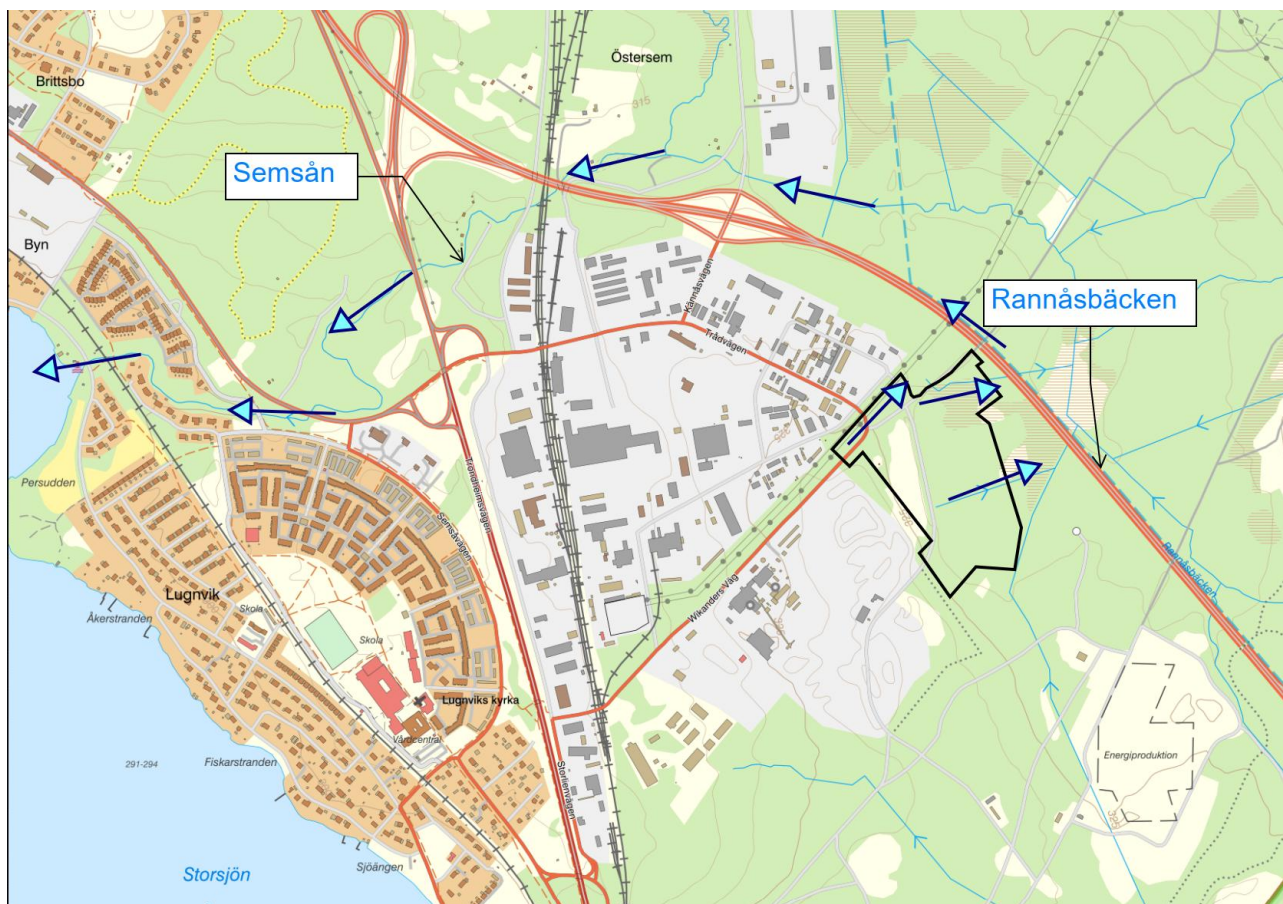
Dikessystemet leder vidare under E14. Inmätning av trummor har skett av Arctan. Två betongtrummor under E14 har identifierats, Ki1 och K2:

- Ki1: vg + 313,77 - +313,49 dim 1000 mm ytter, 780 mm inner
- K2: vg + 313,90 - +313,70 dim 1010 mm ytter, 800 mm inner.

Se Figur 39 för trummornas placering.

3.4 Recipient

Planområdet avrinner i östlig riktning till Rannåsbäcken (SE701218-144136) som rinner ut i Semsån, innan vattnet mynnar ut i Storsjön. Se illustration av planområdets avvattning i Figur 14.



Figur 14. Planområdet avrinner till recipient Semsån/Rannåsbäcken, vidare ut i Storsjön (Scalgo Live, 2025)

3.4.1 Semsån/Rannåsbäcken

Semsån/Rannåsbäckens ekologiska status är bedömd som måttlig. Ekologisk status bedöms utifrån relevanta biologiska kvalitetsfaktorer enligt principen att den faktorn med sämst status är

avgörande för den sammanvägda bedömningen. Parametern fisk, närområde och näringsämnen har måttlig klassning. Anledningen är att fiskpopulationen bedöms som skadad och närområdet är påverkat av anlagda ytor/brukad mark. Påverkansanalys för näringsämnen visar på betydande påverkan. Då data ej finns eller ej kunnat användas för att verifiera/dementera påverkan klassificeras kvalitetsfaktorn näringsämnen till måttlig enligt bedömningsgrunderna.

Semsån/Rannåsbäcken uppnår ej god kemisk status. Halter av bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg) överskrider i alla yt- och kustvatten i Sverige. Statusen för PFOS klassas som ej god p.g.a. att mätningar i både fisk och ytvatten har visat på gränsöverskridande nivåer. Vattenförekomstens återhämtning tar tid och åtgärder bör därför sättas in så snart som möjligt för att nå målet om en god kemisk status till 2027.

Påverkanskällor till recipienten gällande bedöms betydande och utgörs av punktkällor i form av förorenade områden, diffusa i form av urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp samt atmosfärisk deposition. För urban markanvändning anges att vattenförekomsten kan ha en betydande påverkan från dagvatten. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att miljökvalitetsnormerna för vatten inte följs är främst PAH'er och metaller, som koppar, zink, bly och kadmium.

Semsån/Rannåsbäcken har höga naturvärden och utgör en viktig livsmiljö för bland annat öring och harr (Östersund, 2026). Recipienten är fortsatt känslig för tillförsel av sediment och föroreningar, eftersom grumling och igensättning av grusbotten kan försämra för fiskarnas lek och reproduktion. Med hänsyn till recipientens känslighet är det därför viktigt att exploateringen inte medför ökade transporter av sediment eller andra föroreningar jämfört med i nuläget. Planområdet utgörs idag av huvudsakligen naturmark, vilket generellt innebär en begränsad risk för erosionsrelaterad sedimenttransport.

Tabell 2. Miljökvalitetsnorm (MKN) för recipienten Semsån/Rannåsbäcken.

Ekologisk status		
Kvalitetskrav	Status 2020	Utslagsgivande kvalitetsfaktorer
God ekologisk status 2027	Måttlig	Måttlig status för fiskpopulation, hydromorfologi & Fysikalisk-Kemiska kvalitetsfaktorer
Kemisk ytvattenstatus		
Kvalitetskrav	Status 2020	Prioriterade ämnen
God kemisk ytvattenstatus <u>Undantag</u> Hg & (Hg-föreningar) & PBDE <u>Senare målår 2027</u> PFOS	Uppnår ej god	Hg (Hg-föreningar) och PBDE samt ett antal fler ämnen har gränsöverskridande värden bl.a. PFOS

3.4.2 Storsjön

Storsjön har en måttlig ekologisk status och en icke-god kemisk status. Storsjöns ekologiska status är bedömd som måttlig, utifrån relevanta biologiska kvalitetsfaktorer enligt sämst avgör principen. För kvalitetsfaktorn fisk bedöms fiskpopulationen i viss mån vara skadad samt att det finns tecken på försumningsproblem. Vidare finns brister i form av att spridningsförutsättningarna för växter och djur längs med vattenförekomsten är begränsade, att vattenståndet varierar till följd av reglering, samt att närområdet runt vattenförekomsten och förekommande svämplan påverkats av mänsklig aktivitet så att dess naturliga funktioner begränsats.

Storsjön uppnår ej god kemisk status. Halter av bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg) överskrider i alla yt- och kustvatten i Sverige. De höga halterna av Hg kommer från atmosfärisk deposition från långväga globala utsläpp. Det har sedan ackumulerats i humuslagret på marken varifrån det sker kontinuerligt läckage till ytvatten. Problemet med PBDE beror också på långväga luftburna transporter av föroreningar. Bedömningen är att problemet med dessa ämnen har en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att lösa det. Därför har det beslutats om att dessa ämnen omfattas av ett undantag. Att recipienten inte uppnår god kemisk status beror på överskridande halter av tributyltenn (TBT) i vatten och sediment som överskrider gränsvärdet. Tributyltenn har länge använts i båtbottnfärger men är inte ett ämne som normalt förekommer i dagvatten. Övriga ämnen med gränsöverskridande värden är antracen, bly och blyföreningar, flouranten, PFOS, benso(a)pyrene, benso(g,h,i) perylen.

Påverkanskällorna är många med betydande påverkan. För urban markanvändning är parametern ej klassad. Motiveringen är att närheten till Östersunds stad medför en risk för påverkan av föroreningar i bl.a. dagvatten. Ytterligare undersökningar behövs för att bedöma eventuell påverkan på vattenförekomsten.

Tabell 3 Miljökvalitetsnormer för recipient Storsjön

Ekologisk status		
Kvalitetskrav	Status 2020	Utslagsgivande kvalitetsfaktorer
God ekologisk status 2021	Måttlig	Måttlig status för fiskpopulation, hydromorfologi & koppar
Kemisk ytvattenstatus		
Kvalitetskrav	Status 2020	Prioriterade ämnen
God kemisk ytvattenstatus <u>Undantag</u> Hg & (Hg-föreningar) & PBDE <u>Senare målår 2027</u> Antracen, flouranten, bly och blyföreningar, TBT, PFOS, benso(a)pyrene, benso(g,h,i)perylene	Uppnår ej god	Hg (Hg-föreningar) och PBDE samt ett antal fler ämnen har gränsöverskridande värden som antracen, flouranten, bly, TBT, PFOS, benso(a)pyrene, benso(g,h,i)perylene

4 Beräkning av dimensionerat flöde

I följande kapitel beräknas dimensionerande flöden med rationella metoden i enlighet med Svenskt Vatten P110. För kvartersmark beräknas ett flöde för 2-årsregn och för hela planområdet beräknas ett flöde för ett 20-årsregn, i överenskommelse med Östersunds kommun. För kvartersmark har en indelning gjorts för område E och J, eftersom olika exploatörer ansvarar för dessa områden. Exploatörerna har/håller på att ta fram egna utredningar men beräkning av dimensionerande flödena har tagits fram av Norconsult utifrån det underlag som funnits tillgängligt.

4.1 Flöde innan exploatering

För den befintliga situationen, har markanvändning identifierats med hjälp av ortofoto. I tabell 4.8 *Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor vid dimensionerande kortvariga regn*, klassas olika avrinningskoefficienter baserat på typ av yta (Svenskt Vatten P110, 2016). Befintlig markanvändning, skogs-och myrmark, har fått en avrinningskoefficient på 0,1 då den efterliknar tätbevuxen skogsmark. Inom kvartersmark finns även en del av befintlig fastighet Lugnviksverket som är industrimark och fått en klassad avrinningskoefficient på 0,7. Befintlig asfalterad gata på allmän platsmark har en avrinningskoefficient på 0,8 (Svenskt Vatten P110, 2016).

Beräkningarna för kvartersmark utgår från den indelning som tillämpas i den planerade situationen. Eftersom denna indelning inte finns i den befintliga situationen, har området delats in och benämnts på motsvarande sätt för att möjliggöra en korrekt jämförelse. Inom kvartersmark J finns en befintlig grusväg som har inkluderats i markanvändningen för befintlig industri. Se Figur 15 för indelning av planområdet.



Figur 15. Indelning av planområdet

Rinntiden har beräknats till 30 minuter för kvartersmark J, 15 minuter för kvartersmark E samt 20 minuter för allmän platsmark, utifrån uppskattning av rinnsträckor i Scalgo Live. För beräkning av flöde för hela planområdet används den längsta rinntid, vilket är 30 minuter. Klimatfaktor för befintliga förhållanden är satt till 1,0. Se beräkning av ett 2-årsregn inom kvartersmark i Tabell 4.

Tabell 4. Beräkning av 2-årsflöden för kvartersmark indelning J och E i befintlig situation

	Mark- användning	Area (ha)	Avrinnings- koefficient (-)	Reducerad area (ha)	Flöde (l/s)
Kvartersmark J	Skogsmark	5,59	0,1	0,56	188
	Befintlig industri (del av fastighet Lugnviksverket 1)	3,10	0,7	2,18	
Kvartersmark E	Skogsmark/gräsyta	1,11	0,1	0,11	12
	Totalt	9,80	0,29	2,85	200

Flöde har även beräknats för hela planområdet vid ett 20-årsregn som redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Beräkning av flöde för hela planområdet vid ett 20-årsregn i befintlig situation

	Mark- användning	Area (ha)	Avrinnings- koefficient (-)	Reducerad area (ha)	Flöde (l/s)
Kvartersmark J	Skogsmark	5,59	0,1	0,56	
	Befintlig industri (del av fastighet Lugnviksverket 1)	3,10	0,7	2,18	
Kvartersmark E	Skogsmark	1,11	0,1	0,11	
		9,8	0,29	2,85	
Allmän platsmark	Gata (asfalterad)	0,96	0,8	0,77	
	Skogsmark/gräsyta	2,14	0,1	0,21	
		3,09	0,32	0,98	
Hela planområdet		12,9	0,29	3,83	

4.2 Dimensionerat flöde efter exploatering

För planerad situation kommer kvartersmark att exploateras som industriområde och därmed få en ökad hårdgörandegrad. Markanvändning av industri har gjorts utifrån samma antagande som i tidigare dagvattenutredning (Sigma Civil, 2022). Den sammantagna avrinningskoefficienten för industri har beräknat enligt Tabell 6.

Tabell 6. Vägd avrinningskoefficient för industri

Markanvändning	ϕ	Andel
Tak	0,9	50 %
Asfalt	0,8	10 %
Grus	0,4	30 %
Gräs	0,1	10 %
Totalt	0,7	100 %

Även här beräknas flöden för ett 2-årsregn inom kvartersmark, samt ett 20-årsregn för hela planområdet. Vid dimensionerat flöde efter exploatering tillkommer en klimatafaktor på 1,25. Se beräkning av dimensionerat flöde för ett 2-årsregn inom kvartersmark E och J, i Tabell 7, samt ett 20-årsregn för hela planområdet i Tabell 8.

Tabell 7 Beräkning av flöden efter exploatering för 2-årsregn inom kvartersmark

	Mark- användning	Area (ha)	Avrinnings- koefficient (-)	Reducerad area (ha)	Flöde (l/s)
Kvartersmark J	Industriområde	8,7	0,7	6,10	1021
Kvartersmark E	Industriområde	1,1	0,7	0,78	130
	Totalt	9,80	0,7	6,87	1151

Tabell 8 Beräkning av flöden efter exploatering för 20-årsregn inom hela planområdet

	Mark- användning	Area (ha)	Avrinnings- koefficient (-)	Reducerad area (ha)	Flöde (l/s)
Kvartersmark J	Industriområde	8,70	0,7	6,08	
Kvartersmark E	Industriområde	1,11	0,7	0,77	
		9,8	0,7	6,87	
Allmän platsmark	Gata (asfalterad)	0,96	0,8	0,77	
	Skogsmark/gräsyta	2,14	0,1	0,21	
		3,10	0,32	0,98	
Hela planområdet		12,9	0,61	7,85	2813

4.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Målsättning i utredningen är att framtida flöden vid 2-årsregn inom kvartersmark ska fördröjas så att de inte överstiger befintliga flöden vid 2-årsregn. För hela planområdet är målsättningen att framtida flöde vid 20-årsregn ej ska överstiga befintligt flöde vid 20-årsregn.

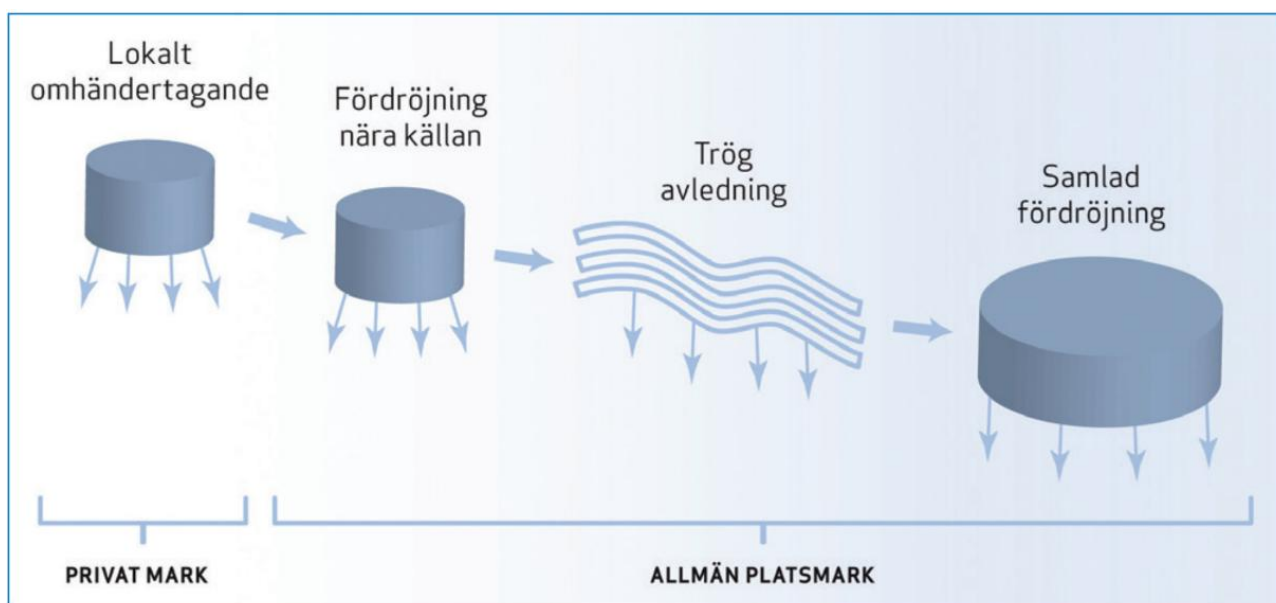
För att dimensionera den erforderliga fördröjningsvolymen för kvartersmark respektive allmän platsmark, har en beräkningsmodell för magasinsvolym använts (Svenskt Vatten P110, 2016). Den erforderliga fördröjningsvolymen för att fördröja ett 2-årsregn inom kvartersmark J har beräknats till cirka 530 m³ och för kvartersmark E, till cirka 100 m³.

För hela planområdet vid ett 20-årsregn har den totala fördröjningsvolymen beräknats till cirka 1355 m³. Efter avdrag för fördröjningsvolymerna inom kvartersmark (530+100 m³) återstår 725 m³. Denna volym föreslås att fördröjas på allmän platsmark.

5 Dagvattenhantering

5.1 Principlösningar för dagvattenhantering

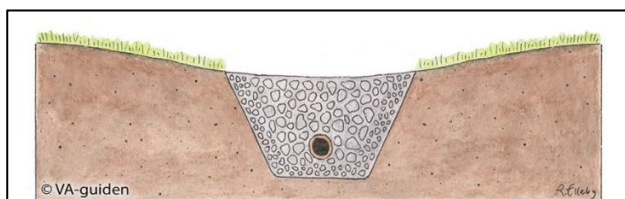
I följande avsnitt beskrivs principlösningar för hur fördröjning och rening kan ske på kvartersmark samt på allmän platsmark. Lösningarna är beskrivna på en principiell nivå och kräver mer detaljeringsgrad i samband med projektering. Generellt sett är det en fördel om så mycket fördröjning och rening kan ske nära källan för att därefter samlas upp för ett sista reningssteg, Figur 16. I aktuellt område är storleken på kvartersmarken mycket större än den allmänna platsmarken varför mer fördröjning och rening bör ske på kvartersmark än vad som generellt kan antas.



Figur 16. Princip för öppen dagvattenhantering enligt Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2019).

5.1.1 Makadamdike

Makadamdiken anläggs ofta för att avleda dagvatten från hårdgjorda ytor som vägar eller gator. Dessa kan även fungera som ett försedimenteringssteg innan vattnet leds vidare till en annan dagvattenanläggning (vaguiden, 2025). Se skiss på makadamdike i Figur 17.



Figur 17 Skiss på makadamdike (va-guiden, 2025)

Makadamdiken används i första hand för att leda bort och fördröja dagvatten, men har också en viss renande funktion. Makadamdiket består av krossad sten utan nollfraktion. Makadamdiken kan vara fyllda med makadam ända upp till markytan eller täckas av ett annat genomsläppligt material, i vilket fall något högre rening kan väntas. I längdled bör lutningen vara låg, högst en procent, och makadamdiken kan vara ett alternativ när det inte finns utrymme för mer ytkrävande lösningar som svackdiken (Va-guiden, 2025). Se exempel på makadamdike vid parkering samt vid utegård i Figur 18.



Figur 18 Exempel på makadamdike (Norconsult, 2025)

Makadamdiken renar främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. Reningen kan förbättras genom diken med dräneringsrör om röret placeras en bit ovanför dikesbotten och då skapar en sedimentationsvolym (Stockholmvattenochavfall, 2025). Under vintertid, vid låga temperaturer, finns det risk för isbildning då dikets förmåga att infiltrera och rena dagvattnet minskar. Om däremot infiltrationskapaciteten i diket är god, fryser inte diket lika lätt.

För att upprätthålla makadamdikens funktion krävs regelbunden renhållning och ogrärensning. Även ytan och eventuella översvämningsskydd bör kontrolleras med jämna mellanrum för att säkerställa att dessa inte sätts igen. I vissa fall kan det finnas behov av att byta ut makadamfyllningen, om än mer sällan. Partiklar som har sedimenterat kan sätta igen porer vilket medför en minskad infiltrationsförmåga, särskilt i områden med hög belastning (Stockholmvattenochavfall, u.å).

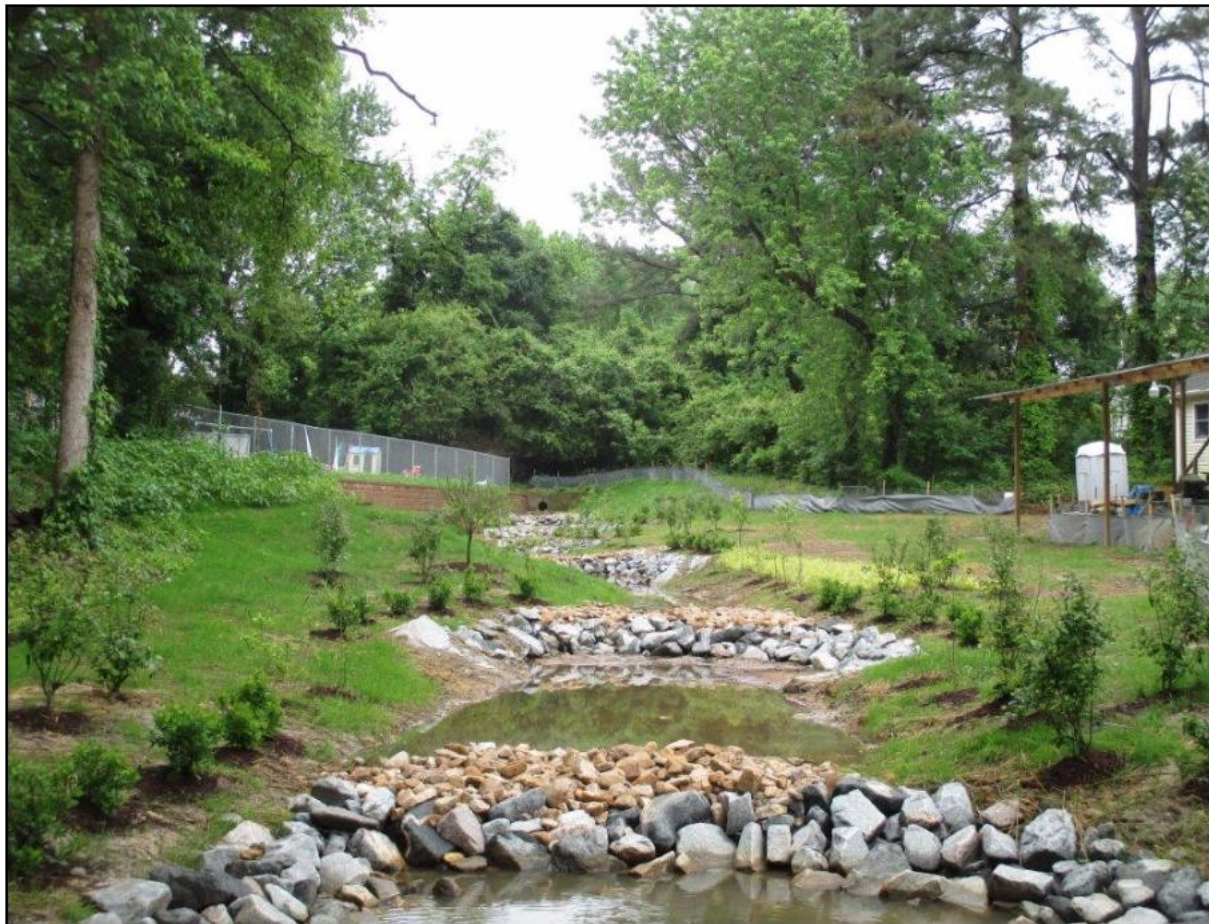
5.1.2 Svackdike/torrdamm

Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning. Dikena är gräsbeklädda och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel.

Uppdämningar kan anläggas i diket och på så sätt magasineras vattnet. Systemet liknar då ett svackdike med flera torrdammar längs med flödesriktningen, se Figur 19. Denna metod kan användas om man vill erhålla mer infiltration och bättre rening. Våtmarksbeväxta svackdiken renar bättre än gräs.

En torrdamm utformas vanligen likt ett svackdike med släntlutning 1:3 eller flackare och utgör ett lågområde i omgivningen. Torrdammar kan utformas med ett reglerat utflöde eller för att magasinera och infiltrera hela regnvolymer.

För kallare klimat är svackdiken och torrdammar ett utmärkt område för snölagring och omhändertagande av smältvatten.

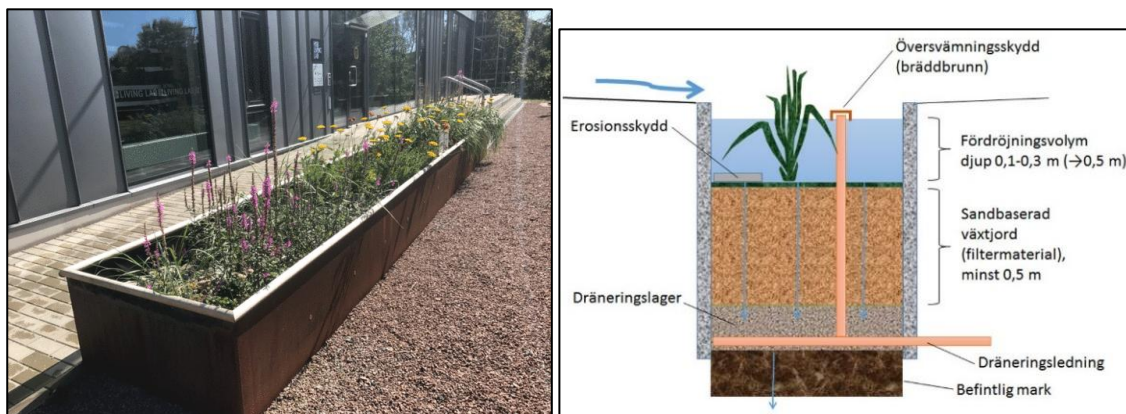


Figur 19. Födröjande svackdike efter ett regntillfälle. Foto: Stephen B.Geissler

5.1.3 Växtbädd/ biofilter

Växtbäddar används för dagvattenhantering vid parkeringar, gator och bostadsgårdar. De är konstruerade med krossad sten i botten och ett lager sandbaserad växtjord ovanpå, där olika sorter av vatten- och torktåliga växter planteras. Exempel på växter som planteras är gräsarter, starr och örter, vilka trivs bra i fuktängar. Även träd kan planteras i de nedsänkta växtbäddarna. Det finns olika sätt att leda in dagvattnet till växtbädden, till exempel genom öppningar i kantstenen, via sandfång eller brunnar.

En växtbädd kan ha en öppen eller en tät botten, beroende på markens genomsläpplighet. Vid en tät botten leds vattnet vidare till dagvattennätet och vid en öppen botten sker infiltration till underliggande jordar (Miljöbarometern, 2025). Rening av dagvattnet sker genom att partiklar fastnar i växtjorden samt genom växternas vattenupptag och reningsförmåga. Växtbäddar kräver regelbundet underhåll med rensning av ogräs, bevattning och skötsel av växterna. Efter en tid kan genomsläppligheten minska, och då kan jorden behöva bytas ut. Under längre perioder av torka kan det finnas behov av att tillföra kompletterande bevattning för att upprätthålla växtbäddens funktion. Utformning av inlopp och bräddfunktion bör utformas med hänsyn till att förhindra igensättning eller frysning vid låg vintertemperatur (Stockholmvattenochavfall, u.d.). Se exempel på växtbädd i Figur 20.



Figur 20. Exempel och illustrationsskiss på växtbädd

5.1.4 Brunnsfilter/ filterbrunn

I områden med begränsat utrymme för dagvattenlösningar kan en filterbrunn utgöra ett effektivt alternativ för dagvattenrening (Vaguiden, u.å). Filtret består vanligen av material som aktivt kol, torv, tallbark eller zeolit vilket renar dagvattnet effektivt. Metoden är särskilt lämpad för avskiljning av olja samt för reduktion av tungmetaller (Stockholmvattenochavlopp, 2025).

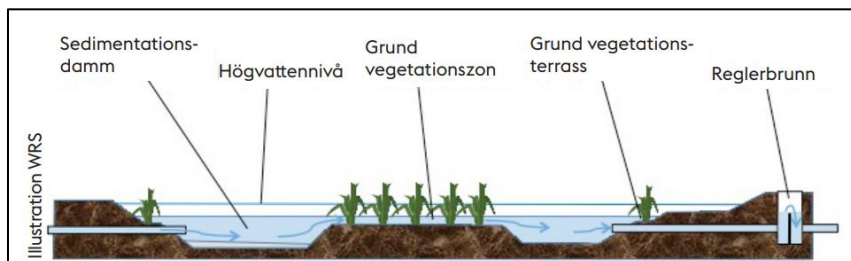
5.1.5 Dagvattendamm

Dammar är förslag på dagvattenåtgärder som har möjlighet att fördröja och rena stora volymer dagvatten. Generellt är de typiska "end of pipe" lösningar, då de vanligen används som en sista lösning i ett slutet system (Stockholmvattenochavfall, 2025). I Figur 21 visas exempel på hur en dagvattendamm kan vara utformad.



Figur 21. Exempel på dagvattendamm (Foto: Norconsult)

För att uppnå en god reningseffekt är det viktigt att dammar dimensioneras och utformas så att förutsättningarna för sedimentationen optimeras. Om det finns risk att vattenflödena är så pass höga att sedimenten i dammen rivs upp, föreslås anläggande av ett bräddavlopp/ förbiledning. Vid en hög föroreningsbelastning rekommenderas att anlägga en försedimentationsdamm för att fånga upp grövre sediment. En långsmal damm är att föredra framför en bred och kort, då denna bidrar till en bättre rening på grund av hydrauliska skäl samt är enklare att underhålla. I Figur 22 visas en illustrationsskiss av en dagvattendamm.



Figur 22. Illustrationsskiss som visar exempel på utformning av en dagvattendamm (Stockholmvattenochavlopp,2025)

Reningsförmågan i en våtmark eller damm styrs av flertalet faktorer. Kapaciteten för suspenderat material som kan avskiljas ligger på 65–90 %, där den högre procentsatsen avser anläggningar som kan fånga finare sediment genom dammar/våtmarker som har en vegetationszon på platser där de inkommande halterna är höga. Reningen blir mer effektiv då växter finns i dammen och kan delta i processen. Oljeföroreningar, mikroorganismer och organiska miljögifter har också potential att avskiljas.

Dammar och våtmarker är driftstabila reningsanläggningar där kontinuerlig skötsel och kontroll är nödvändigt för att uppehålla en god reningskapacitet. Sediment och skräp bör rensas bort vid in- och utlopp. Även regelbundna kontroller för att undersöka erosionsskador samt vegetationsutvecklingen bör göras, för att se om åtgärder behövs. Det sediment som ansamlas på dammens botten behöver avlägsnas med jämna mellanrum. Tömningens frekvens avgörs utifrån hur stor föroreningsbelastningen är i det tillförda dagvattnet.

5.2 Föreslaget dagvattensystem

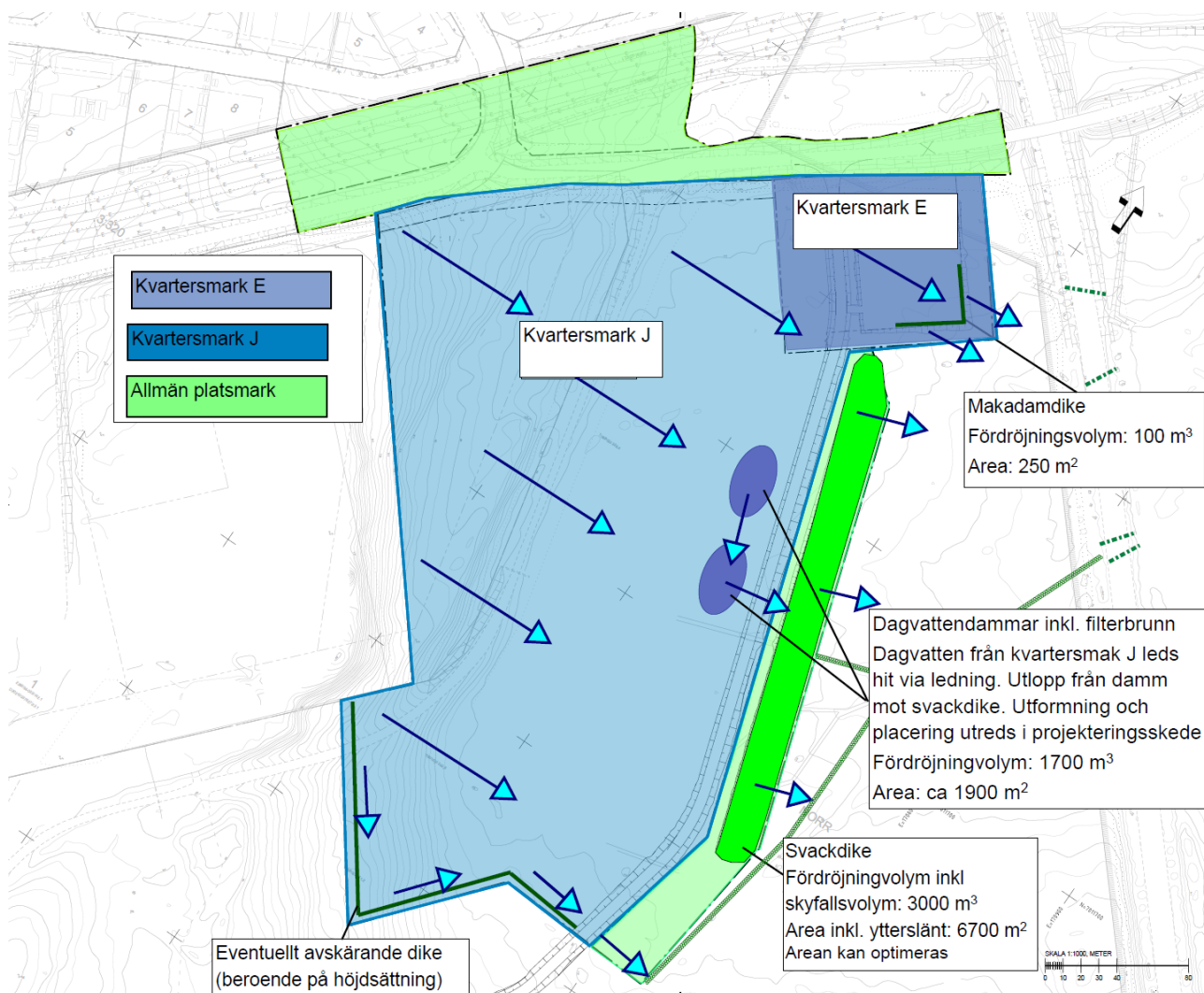
Föreslaget dagvattensystem redovisas i Figur 23 och beskrivs noggrannare i kapitel 5.2.1, 5.2.2 och 5.3.3. Det dagvattensystem som redovisas i Figur 23 uppfyller beräknat fördröjningsbehov och resulterar i god rening vid jämförelse av föroreningsituation mellan befintliga och framtida förhållanden.

Föreslaget dagvattensystem beräknas medföra att samtliga av kommunens riktvärden med avseende på föroreningshalter understigs med undantag för kadmium och BaP. För ytterligare rening av kadmium och BaP kan biofilter anläggas inom kvartersmark J och kvartersmark E. Att anlägga biofilter benämns i denna utredning som kompletterande reningsåtgärder och har ej ritats ut i Figur 23 utan redovisas i kapitel 6.6. I det fortsatta planarbetet bör det beslutas om de kompletterande reningsåtgärderna i form av biofilter ska anläggas för ytterligare rening, eller om den rening som erhålls genom de föreslagna dagvattenanläggningarna bedöms vara tillräcklig.

Dagvattenhantering inom kvartersmark J baseras till viss del på uppgifter från exploatör/kommunen. Uppgifterna baseras på en parallellt pågående dagvattenutredning som bedrivs av exploatören. Se kapitel 5.2.2 för ytterligare förklaring.

I Figur 23 redovisas ytanspråk för föreslagna dagvattenanläggningar. För samtliga föreslagna dagvattenanläggningar tillkommer ytor för exempelvis tillgänglighet, drift, underhåll samt framkomlighet till anläggningarna, som behöver beaktas i den fortsatta projekteringen.

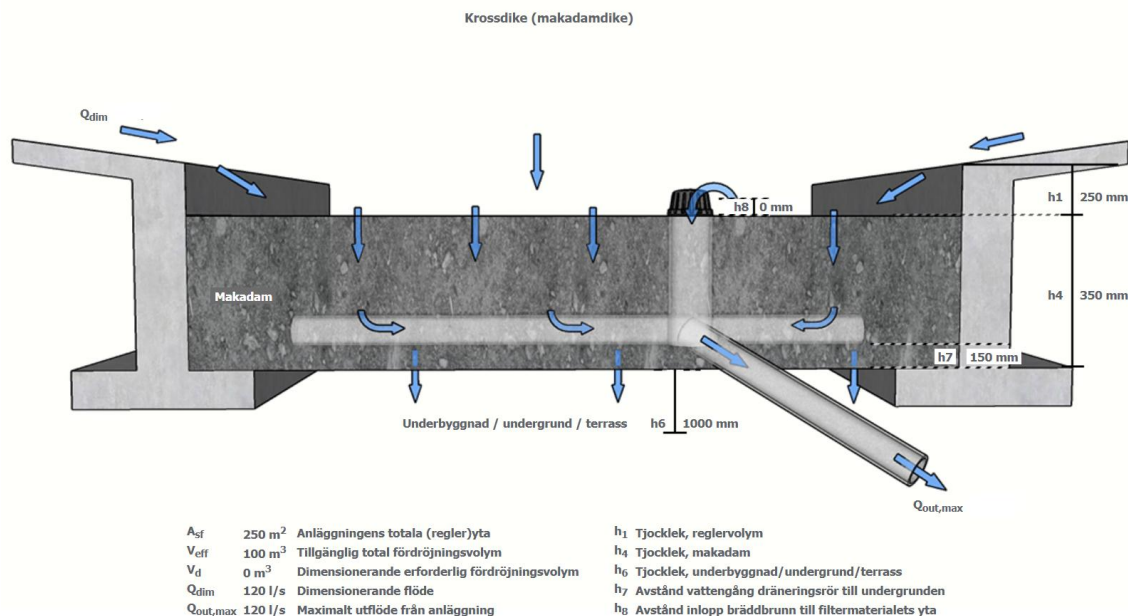
Dagvatten från planområdet leds via svackdike inom allmän platsmark vidare mot naturmark utanför detaljplanen. Utflöde mot naturmark sker diffust längst med föreslaget svackdike. Från naturmarken leds dagvatten via befintliga diken vidare mot recipient. Dagvatten från planområdet avleds således inte till kommunalt dagvattenledningsnät. Då de föreslagna lösningarna dimensioneras för att flödena inte skall öka efter exploatering bedöms kapaciteten i befintliga diken vara tillräcklig.



Figur 23. Schematisk systemlösning för fördröjning och rening av dagvatten på kvartersmark och allmän platsmark

5.2.1 Kvartersmark E

Kvartersmark E, har en yta på cirka 1,1 hektar och ett erforderligt fördröjningsbehov på cirka 100 m³. Dagvattenhantering inom kvartersmark E bedöms behöva ske skilt från dagvattenhantering inom kvartersmark J på grund av höjdförutsättning. Inom kvartersmark E föreslås därför ett makadamdike. Makadamdiket har dimensionerat för att uppfylla erforderligt fördröjningsbehov om 100 m³. Med standardutformning enligt Stormtac medför makadamdiket ett ytbehov om 250 m². Detta med makadamlager om 350 mm och ett reglerdjup om 250 mm. Utformning och geometri av makadamdiket är flexibel, exempel på utformning är längd 80 m och bredd 3 m. Se Figur 24 för exempel på utformning som ger upphov till angiven fördröjningsvolym och ytanspråk.



Figur 24. Exempel på sektion av makadamdike.

Vatten från makadamdiket bör avledas österut mot naturmark och befintlig trumma, eftersom avrinningen från detta område även i nuläget leds mot denna trumma. Avledning från makadamdike till naturmark kan ske genom anläggning av flera utlopp för att få erhålla ett diffust utflöde i stället för en koncentrerad utflödespunkt. Utformning bör tas fram i projekteringskede.

5.2.2 Kvartersmark J

Enligt uppgift från exploatör/kommunen planeras en eller flera dammar att anläggas inom kvartersmark J. Dammen/dammarna planeras att inrymma en fördröjningsvolym om cirka 1700 m³ dagvatten. Uppgifterna baseras på en parallellt pågående dagvattenutredning som bedrivs av exploatören. Föreslaget dagvattensystem i denna utredning utgår därför från att en fördröjningsvolym om cirka 1700 m³ tillskapas inom kvartersmark J i form av två seriekopplade dagvattendammar. Det bör noteras att den fördröjningsvolym som planeras att tillskapas baserat på exploatörens utredning är betydligt större än den erforderliga fördröjningsvolym som har beräknats i denna utredning.

Dagvatten från kvartersmark J föreslås att ledas till dagvattendammarna via ledningar.

Vid nedströms damms in- eller utlopp, föreslås installation av ett brunnsfilter för rening av dagvatten nära föroreningens källa. Dimensioneringskriterier för brunnsfiltret, som höjd, filtermaterial och tvärsnittsytta styrs utifrån vilken modell det är.

Från dammen föreslås vattnet avledas via utlopp till svackdiket på allmän platsmark och vidare ut i naturmarken.

Placering och utformning av dammen/dammarna bör utredas i samband med projektering. I Figur 23 har två dammar godtyckligt placerats ut med ett totalt ytanspråk om cirka 1900 m². Ytanspråket baseras på ett permanent vattendjup om cirka 1,4 m samt en fördröjningsvolym om cirka 1700 m³. Ett permanent vattendjup om 1,4 m bedöms i detta skede vara genomförbart.

Dammarnas ytanspråk bör ses som mycket översiktligt då utformning ej har studerats i detalj samt då utformning planeras att ske i samråd med exploatör. I kommande skede bör även höjdsättning studeras i förhållande till ledningssträckning för att klargöra att erforderlig ledningslutning och täckning för ledningar kan upprätthållas och om det är möjligt att allt dagvatten inom kvartersmark J kan avledas till dammarna, vilket förutsätts ske i aktuell utredning.

Dagvattensystemet har inte utformats enligt en generell princip där damm utgör det sista reningssteget. Systemlösningen har anpassats efter områdets höjdförhållanden, geotekniska förutsättningar och tillgängliga ytor. Syftet är att kombinera lokal fördröjning och rening nära källan med efterföljande fördröjning och rening innan avledning till recipient.

5.2.3 Allmän platsmark

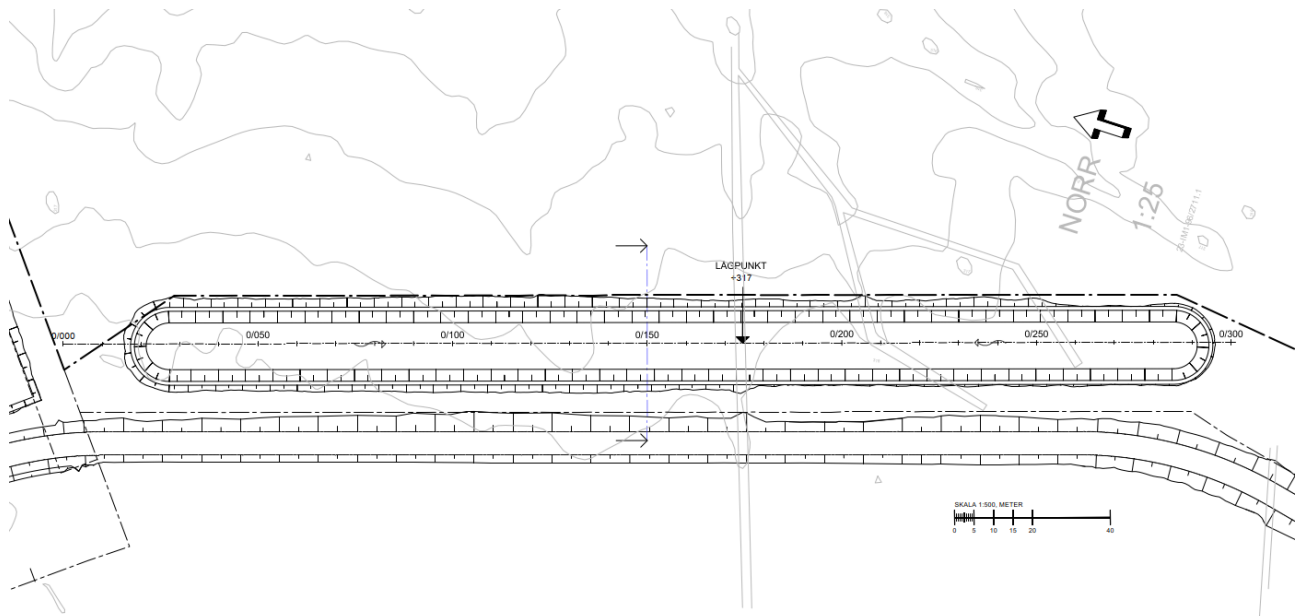
Erforderlig fördröjningsvolym inom allmän platsmark är cirka 730 m³. Fördröjningsbehovet föreslås att tillgodoses i ett svackdike. Förslag på dikesutformning har tagits fram, se planritning, profil och sektion i Figur 25-Figur 27. Svackdiket har föreslagits att löpa längs med delar av planområdets östra gräns, se Figur 23. Att minska dikets längd anses ej vara fördelaktigt med hänsyn till skyfall. För att tillräcklig fördröjningsvolym ska erhållas inom svackdiket krävs anläggning av tvärgående vallar/dämmen som bromsar upp flödet.

Svackdiket har en större volym (cirka 3000 m³) än beräknat fördröjningsbehov för dagvatten då svackdiket även syftar till att hantera skyfall. Framtagen utformning visar på att det inom allmän platsmark finns tillräckligt med yta för fördröjning av skyfall för att ej påverka E14 och nedströms trummor negativt, se kapitel 8 för ytterligare resonemang. Svackdikets utformning bedöms dock kunna optimeras om det är önskvärt att dikets ytanspråk minskar. Med nuvarande utformning (Figur 25-Figur 27) upptar svackdiket en yta om cirka 6700 m² inklusive ytterslänt.

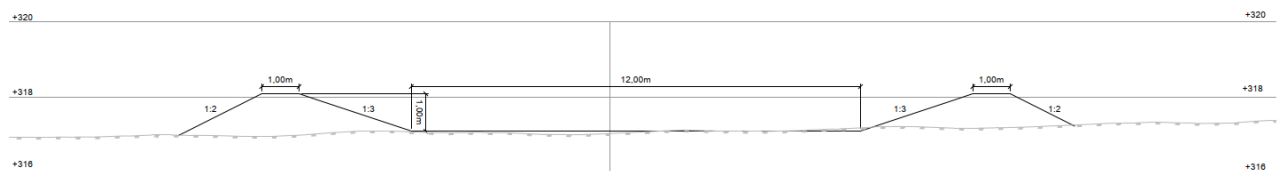
Svackdiket utförs med strypta utlopp på en lägre nivå, så att vatten kontinuerligt kan avrinna från diket och upprätthålla vattenbalansen i nedströms diken. Vid stora regn kommer vattnet att fördröjas i svackdiket och rinna över dikeskrönet, se Figur 28 för princip. Flera utsläppspunkter rekommenderas för att få en spridning över torven och nedströms områden. Ledningsdimensioner för utloppsledningar bör sättas med syfte att utflöde från planområdet efter exploatering ska motsvara befintligt 20-årsflöde, det vill säga 557 l/s. Mer exakt utformning av utflöde från svackdike bör tas fram i projekteringsskede.

I kommande projekteringsskede kan utformning av svackdike ske så att dikesbotten följer befintlig marknivå bättre. Detta skulle minska risken för inträngande grundvatten. Alternativt kan diket, längst vissa sträckor, vara tät. Vid tätning av dike kan eventuell risk för bottenuppträckning minskas genom utplacering av krossmaterial. Detaljutformning bör ske i projekteringsskede. Redovisat förslag av svackdike bedöms dock vara genomförbart baserat på tillgängligt underlag i aktuellt skede.

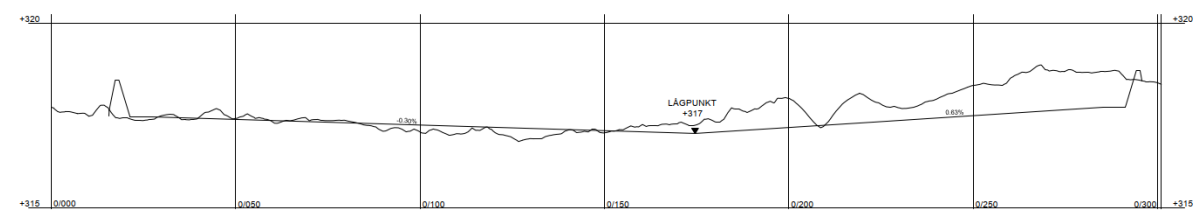
Släntlutning för vallar beror på vallarnas uppbyggnad och bör verifieras i projekteringsskede.



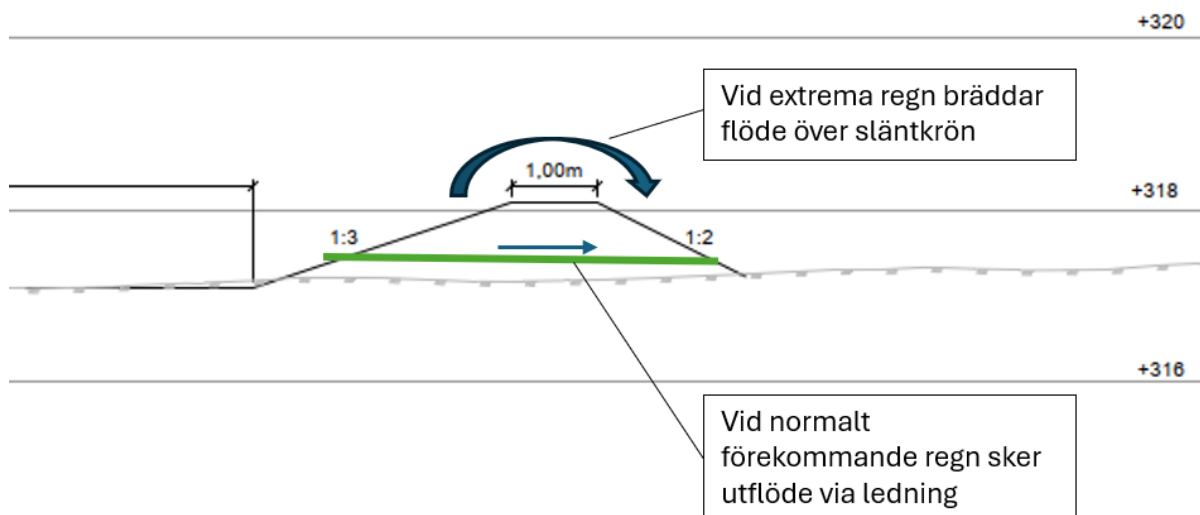
Figur 25. Föreslagen utformning av svackdike i plan. Planritning framtagen av Norconsult.



Figur 26. Föreslagen sektion av svackdike. Sektion framtagen av Norconsult.



Figur 27. Föreslagen profil över svackdike. Profil framtagen av Norconsult.



Figur 28. Princip för utflöde. Vid normalt förekommande regn sker utflöde via ledning. Vid mer extrema regn är ledningens kapacitet ej tillräcklig, då bräddar flöde över släntrönn.

5.2.4 Avskärande dike

Då ett större uppströms avrinningsområde i befintlig situation avvattnas mot planområdet kan ett avskärande dike behöva anläggas i den södra delen av planområdet för att säkerställa att detta vatten inte leds in på kvarteretsmark, se Figur 23. Enligt underlag från exploatör är det dock troligt att kvarteretsmarken kommer att höjas jämfört mot befintliga marknivåer. Om så är fallet finns inget behov av ett avskärande dike då höjdsättningen förhindrar vatten från uppströms avrinningsområde att nå kvarteretsmarken. Behovet behöver studeras vidare när höjdsättning inom planområdet är känt. Även höjdsättningen av kvarteretsmarken bör utformas så att tillrinnande vatten avleds bort från planområdet i möjligaste mån, och vidare ut i naturmarken.

5.2.5 Grundvatten, torvmark och sedimenttransport

De geotekniska undersökningarna visar att grundvattennivån är hög inom området och man måste ta hänsyn till detta vid val och utformning av dagvattenlösningarna.

Kvarteretsmarken planeras att höjdsättas så den ligger högre än befintlig mark och anpassas för en fungerande dagvattenhantering. Det innebär att de höga grundvattennivåerna inte bedöms medföra några betydande konsekvenser för de planerade dagvattenanläggningarnas funktion och det inte finns behov att ta höjd för utökad volym på grund av inträngande grundvatten.

Den slutliga utformningen av dagvattenlösningarna sker i detaljprojekteringsskedet och om man väljer en lösning som påverkar grundvattennivån, så behöver man göra en ansökan avseende

avsänkning av grundvatten hos tillsynsmyndigheten. Man bör även se till att erforderliga fördröjningsvolymerna uppnås.

Svackdiket på allmän platsmark föreslås till stor del utföras förhöjt, för att undvika att det påverkas av grundvattnet. Det föreslås även förses med dämmen för att säkerställa erforderlig fördröjningsvolym uppnås. Vattnet avleds till omgivande mark via ett flertal utsläppspunkter för att uppnå en spridning över torvmarken nedströms. Överskottsvattnet, det vatten som inte infiltreras eller ansamlas i lågpunkter på ytan, samlas upp i diket parallellt med E14.

Delar av svackdikets botten ligger under befintlig marknivå enligt Figur 27. Som nämns ovan är detta något som kan ses över i kommande projekteringsskede. Eventuellt kan utformning av svackdike ske så att dikesbotten följer befintlig marknivå bättre. Detta skulle minska risken för inträngande grundvatten längs de sträckor där diket ligger lägre än befintlig marknivå. Alternativt kan diket, längst vissa sträckor, vara tät. Vid tätning av dike kan eventuell risk för bottenuppträckning minskas genom utplacering av krossmaterial. Detaljutformning bör ske i projekteringsskede. Redovisat förslag av svackdike bedöms dock vara genomförbart baserat på tillgängligt underlag i aktuellt skede.

Den geotekniska utredningen beskriver att den kvarstående torvmarken mellan planområdet och Semsån/ Rannåsbäcken bedöms bidra till fastläggning av PFAS och därmed begränsa spridningen mot recipienten. Detta indikerar att torvmarken har betydelse för områdets föroreningsspridning och bör beaktas vid fortsatt projektering av dagvattenanläggningarna (Geoteknologi, 2026). Det planerade svackdiket inom allmän platsmark är lokaliserat till ett område där torv förekommer.

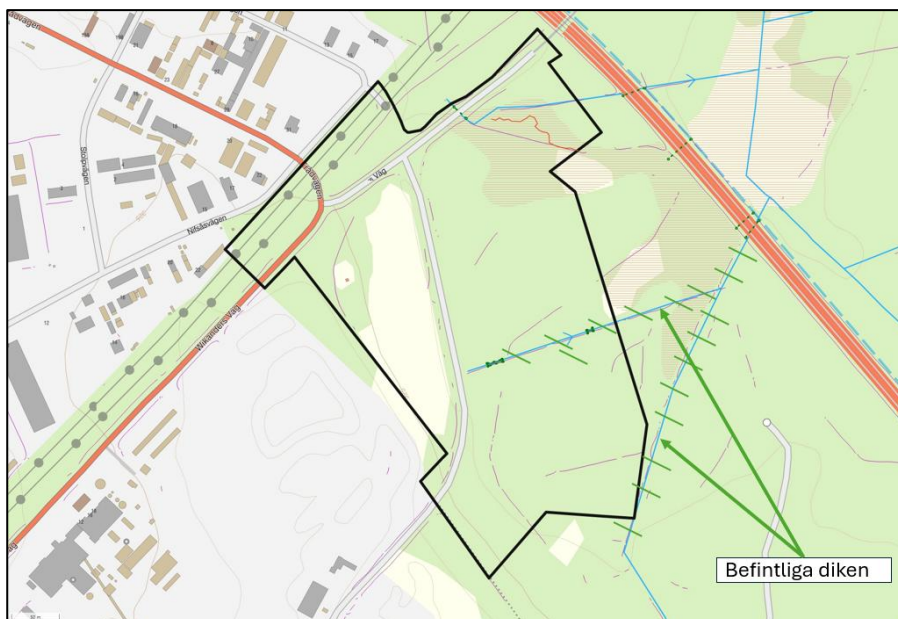
Torvens låga genomsläpplighet bedöms minska risken för snabb transport av föroreningar till grundvatten och recipient. De föreslagna dagvattenåtgärderna syftar samtidigt till att fördröja flöden och avskilja partiklar innan vattnet leds vidare. Torvmarkens egenskaper utgör därmed en viktig förutsättning som bör beaktas i den fortsatta projekteringen av dagvattenanläggningarna.

Vad gäller sedimenttransport, bedöms den planerade exploateringen inte medföra någon betydande ökning jämfört med nuvarande förhållanden. Detta grundas dels på att dagvattnet fördröjs och sediment kommer avsättas i fördröjningslösningarna dels kommer utgående flöden efter fördröjning inte överstiga dagens nivåer. Dessutom kommer dagvattnet spridas och ledas via naturmark innan det når befintligt dikessystem och vidare till recipient. Naturmarken förväntas därigenom bidra till ytterligare avskiljning av eventuella sedimentpartiklar.

5.2.6 Befintliga diken

Det befintliga diket i planområdets sydöstra del är idag igenvuxet och bedöms ha en begränsad hydraulisk funktion (se Figur 29). Någon rensning av diket bedöms inte vara motiverad, eftersom en sådan åtgärd riskerar att öka avrinningshastigheten från området. Diket är beläget i en lågpunkt där vatten även fortsättningsvis kan samlas och avledas mer diffust över markytan.

För att begränsa och fördröja avrinningen från planområdet rekommenderas därför att inga åtgärder vidtas i diken nedströms planerade exploateringar. En rensning skulle sannolikt medföra en snabbare vattenavledning, vilket inte är önskvärt ur dagvattenhanteringssynpunkt.



Figur 29. Befintliga dike inom och intill planområdets sydöstra del

5.3 Kostnadsuppskattning

Investeringskostnaden för dagvattenhantering inom planområdet kan variera kraftigt beroende på lösningens/ anläggningens typ och storlek. Följande uppskattning är baserad på schablonkostnader från Stormtacs databas v26.05.28, se Tabell 9. Kostnadsuppskattningen avser anläggningskostnad (inkl. moms, arbete, material och transport) men inte skötsel och projekteringskostnader. Beroende på hur markarbeten planeras för kvartersmarken och allmän platsmark tillkommer eventuella kostnader för markutfyllnad. Det ska ytterligare understrykas att kostnaderna beror starkt på platsspecifika förhållanden samt att detta enbart bör användas för grova kostnadsberäkningar i en tidig projektfas (Stormtac, 2026).

Tabell 9. Schablonkostnader för olika dagvattenanläggningar (Stormtac databas v.26.05.28). Inom parentes redovisas databasen lägsta och högsta kostnader för att visa på kostnadsspridning.

Anläggning	Å-pris (inkl. moms)	Storlek av anläggning enligt föreslaget dagvattensystem/kompletterande reningsanläggningar	Schablonkostnad för planområdet (inkl. moms)
Makadamdike	800 (500–1 000) SEK/ m	80 m	64 000 SEK
Svackdike	360 (160– 550) SEK/ m	280 m	154 000 SEK*
Våt damm	1 000 (210–1 600) SEK/ m ²	1900 m ²	1 900 000SEK
Filterbrunn	4000 (3 900–5 500) SEK/st	1 st	4000 SEK
Biofilter	10 000 (5 600–18 000) SEK/ m ²	600 m ²	6 000 000 SEK

*Beräknad kostnad baserat på högsta å-pris (550 SEK/m) i och med att svackdiket bedöms vara bredare än vid normalfall.

5.4 Släckvattenhantering

5.4.1 Generell beskrivning

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 eftersträvningsvärt 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.

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).

5.4.2 Hantering inom kvartersmark

Sweco har utfört en Släckvattenutredning Sydkraft Hydrogen AB (Sweco, 2026), vilken utgör underlag för nedanstående beskrivning.

Åtgärdsförslaget omfattar invallningar inom det huvudsakliga industriområdet med en sammanlagd lagringsvolym om 1165 m³. Släckvattnet som uppkommer inom anläggningen och som inte kan samlas upp inom invallningarna ska ledas till en tät dagvattendamm. Invallningen bedöms vara positiv med hänsyn till skyfallssituationen nedströms planområdet, exempelvis för E14. Inom kvartersmark behöver dock höjdsättning ske med hänsyn till invallningen för att undvika översvämningsdrabbade byggnader/verksamheter.

Dagvattendammen ska dimensioneras för att kunna omhänderta de beräknade släckvattenvolymerna. Vidare ska spillvattenbrunnar och dagvattendammar för utgående vatten kunna stängas.

Då Jämtlands räddningstjänstförbund har begränsad tillgång till skum, behöver tillgången till, och behovet av, skum utredas vidare innan anläggningen driftsätts. Ytterligare rekommenderas att en insatsplan tar fram innan anläggningen driftsätts. Insatsplanen bör utformas enligt brandskyddsföreningens rekommendation och säkerställa att räddningstjänsten har förutsättningar att genomföra en effektiv insats, där rätt ventiler stängs och släckvatten kan omhändertas enligt plan.

För ytterligare information berörande släckvatten, hänvisas till Släckvattenutredning Sydkraft Hydrogen AB (Sweco, 2026).

5.5 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 recipient. Större partiklar, såsom byggspill, sand, lera och grus, måste avskiljas från dagvattnet innan det avleds till recipient. Risken för sedimenttransport under byggtiden kan begränsas genom installation av sedimentavskiljande åtgärder, såsom sedimentationsbassänger och slitstaket eller andra erosions- och grumlingsskydd. Om dagvattnet riskerar att innehålla betydande mängder av petroleumprodukter eller slam, bör specifika avskiljare installeras (Teknisk handbok Östersund, 2025).

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 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).

6 Föroreningsberäkningar

I följande kapitel redovisas föroreningsberäkningar för hela planområdet.

Föroreningsberäkningarna baseras på Stormtacs standardval av volymavrinningskoefficienter för respektive markanvändning. Notera att volymavrinningskoefficienter inte är samma sak som de avrinningskoefficienter som appliceras vid flödesberäkningar enligt rationella metoden. En volymavrinningskoefficient syftar till att beskriva en avrinning vid årsmedelnederbörd och inte den avrinning som sker vid ett enskilt regntillfälle vilket en avrinningskoefficient vid flödesberäkningar beskriver. Den markanvändning som föroreningsberäkningarna baseras på är densamma som flödesberäkningarna har baserats på (se Tabell 7 och Tabell 8).

Programmet StormTac v26.2.1 har använts för att modellera föroreningar i dagvattnet inom utredningsområdet. StormTac innehåller schablonvärden för föroreningar baserat på uppmätt data som kontinuerligt uppdateras. 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 iakttas vid studerande av dessa siffror och de bör ses som en indikation snarare än fakta. Den tillämpade årsmedelnederbörden för Östersund är cirka 670 mm (SMHI, 2025).

I Appendix A redovisas absoluta och relativa osäkerheter för respektive delområde.

6.1 Föroreningsberäkningar innan exploatering

Föroreningsbelastningen har beräknats för utredningsområdet, både för befintlig och framtida situation, och presenteras som årsmedelvärde för föroreningshalter uttryckt i koncentration ($\mu\text{g/l}$) och föroreningsmängd på årsbasis (kg/år).

Planområdet har delats in i kvartersmark J, kvartersmark E och allmän platsmark. I dagsläget består kvartersmarken framför allt av skogsmark och till viss del befintligt industriområde. Allmän platsmark utgörs av gata och skogsmark.

Industriområde har fått en faktor på 5 som är standard för industri i Stormtac databas. Denna faktor är densamma för industriområde i befintliga och framtida beräkningar.

I Tabell 10 och Tabell 11 redovisas föroreningssituationen för planområdet vid befintlig situation.

Tabell 10 Befintliga föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för planområdet.

Ämne	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	180	16	70	140
N	1200	310	1100	1100
Pb	12	2,5	4,5	9,8
Cu	26	5,6	11	21
Zn	140	16	22	110
Cd	0,87	0,088	0,27	0,68
Cr	8,7	2,1	9,2	8,5
Ni	10	2,7	5,7	8,9
Hg	0,043	0,0063	0,048	0,042
SS	62 000	16 000	43 000	55 000
Olja	1400	78	600	1100
PAH16	0,58	0,044	0,12	0,43
BaP	0,086	0,0044	0,034	0,069

Tabell 11 Befintliga föroreningsmängder (kg/år) för planområdet.

Ämne	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	4,7	0,031	0,66	5,4
N	32	0,61	10	43
Pb	0,32	0,0049	0,042	0,37
Cu	0,69	0,011	0,11	0,81
Zn	3,8	0,031	0,21	4,1
Cd	0,023	0,00017	0,0026	0,026
Cr	0,23	0,0042	0,087	0,32
Ni	0,28	0,0053	0,054	0,34
Hg	0,0011	0,000012	0,00045	0,0016
SS	1600	32	400	2100
Olja	38	0,15	5,7	43
PAH16	0,015	0,000087	0,0012	0,016
BaP	0,0023	0,0000087	0,00032	0,0026

6.2 Föroreningsberäkningar efter exploatering

I Tabell 12 och Tabell 13 redovisas föroreningssituationen för planområdet vid framtida situation. Både föroreningsmängder och föroreningshalter redovisas med och utan respektive reningslösning. Föroreningsberäkningar efter exploatering är utförda på liknande sätt i Stormtac som innan exploatering. Föroreningsberäkningar för situation efter exploatering bygger dock på planerad markanvändning.

De värden som redovisas i Tabell 12 och Tabell 13 baseras på föreslaget dagvattensystem enligt Figur 23. Kompletterande reningsåtgärder i form av biofilter har ej inkluderats i de beräkning som redovisas i Tabell 12 och Tabell 13. För reningseffekt av eventuella biofilter, se kapitel 6.6.

De reningsåtgärder som har inkluderats är följande:

- Kvartersmark E: Makadamdike enligt beskrivning i kapitel 5.2.1. Makadamdiket har ej seriekopplats med någon annan reningsanläggning.
- Kvartersmark J: Det som styr reningseffekten av en damm är främst den permanenta vattenvolymen. I Stormatc har två dagvattendammar lagts in vilka har seriekopplats. Dammarnas totala permanenta vattenvolym är cirka 1000 m³ vilket baseras på ett permanent vattendjup om cirka 1,4 m (normalt förekommande vattendjup) i kombination med den fördröjningsvolym som planeras att tillskapas enligt uppgift från exploatör/kommun. Notera att fördröjningsvolymen i sig inte har någon direkt påverkan på dammens reningseffekt men att fördröjningsvolymen styr dammens utformning och därmed dammens permanenta vattenvolym.

Därutöver har ett brunnsfilter med standardreduktion i databas och normalt frekvent utbytt filter inkluderats i lösningen och seriekopplats med de två dammarna. De två dammarna och brunnsfiltret har ej seriekopplats men någon övrig reningsanläggning.

- Allmän platsmark: Svackdike enligt beskrivning i kapitel 5.2.3. Svackdiket har ej seriekopplats med någon annan reningsanläggning.

Tabell 12 Framtida föroreningskoncentrationer (µg/l) för planområdet.

Ämne	Utan rening				Med rening			
	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	280	280	70	240	63	94	82	69
N	1800	1800	1100	1700	1000	620	590	890
Pb	18	18	4,5	16	1,6	6,2	1,8	2,0
Cu	39	39	11	34	6,5	11	5,8	6,7
Zn	220	220	22	190	22	57	8,2	23
Cd	1,3	1,3	0,27	1,2	0,3	0,24	0,2	0,28
Cr	13	13	9,2	12	1,2	5,5	3,4	1,8
Ni	15	15	5,7	14	1,9	6,4	2,6	2,4
Hg	0,065	0,065	0,048	0,063	0,023	0,044	0,038	0,027
SS	90 000	90 000	43 000	83 000	15 000	32 000	17 000	17 000
Olja	2200	2200	600	200	29	520	95	82
PAH16	0,9	0,9	0,12	0,78	0,045	0,39	0,045	0,077
BaP	0,14	0,14	0,034	12	0,0087	0,070	0,012	0,015

Tabell 13 Framtida föroreningsmängder (kg/år) för planområdet.

Ämne	Utan rening				Med rening			
	Kvarters- mark J	Kvarters- mark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)	Kvarters- mark J	Kvarters- mark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	13	1,6	0,66	15	2,9	0,55	0,78	4,2
N	81	10	10	100	46	3,6	5,6	55
Pb	0,83	0,11	0,042	0,98	0,072	0,036	0,017	0,12
Cu	1,8	0,23	0,11	2,1	0,3	0,064	0,054	0,41
Zn	10	1,3	0,21	12	1	0,33	0,078	1,4
Cd	0,062	0,0079	0,0026	0,072	0,014	0,0014	0,0019	0,017
Cr	0,58	0,074	0,087	0,74	0,055	0,032	0,032	0,11
Ni	0,7	0,089	0,054	0,84	0,088	0,037	0,025	0,15
Hg	0,003	0,00038	0,00045	0,0038	0,0011	0,00026	0,00036	0,0017
SS	4200	530	400	5100	700	190	160	1000
Olja	100	13	5,7	120	1,3	3,0	0,90	5,0
PAH16	0,041	0,0053	0,0012	0,048	0,002	0,0023	0,00043	0,0047
BaP	0,0063	0,0008	0,00032	0,0074	0,0004	0,00041	0,00012	0,00091

6.3 Jämförelse före och efter exploatering

För bedömning av påverkan på recipient och andra vatten nedströms planområdet har denna utredning utgått från de gränsvärden som återfinns i Havsmyndighetens författning HVMFS 2019:25. Utredningen tar även hänsyn till Östersunds kommuns riktvärden gällande föroreningshalter (Östersunds kommun, 2023). Då riktvärdena till stor del baseras på recipientens kvalitetskrav är Östersunds kommuns riktvärden lika de gränsvärden som återfinns i HVMFS 2019:25. Den stora skillnaden är att riktvärdena ska uppfyllas i utsläppspunkt, oavsett om det rör sig om utsläpp direkt till recipient eller indirekt via dagvattensystem. Riktvärdena är dock inte juridiskt bindande förrän beslut om dem fattas i varje enskilt fall. I övrigt är riktvärdena vägledande.

I Tabell 14 redovisas en jämförelse av föroreningshalterna för hela planområdet före och efter exploatering, samt med riktvärden från Östersunds kommun och Havsmyndighetens författning (HVMFS 2019:25). I Tabell 15 redovisas jämförelse av föroreningsmängderna för hela planområdet före och efter exploatering. Angivna värden efter rening är baserat på reningsanläggningar enligt kapitel 6.2.

Av Tabell 14 kan utläsas att samtliga analyserade föroreningshalter beräknas att minska efter exploatering och föreslaget dagvattensystem (exklusive kompletterande reningsanläggningar för kadmium och BaP) jämfört mot befintlig situation.

Av Tabell 15 kan utläsas att samtliga föroreningsmängder beräknas att minska efter exploatering och föreslaget dagvattensystem (exklusive kompletterande reningsanläggningar för kadmium och BaP) jämfört mot befintlig situation. Detta med undantag för kväve och kvicksilver. Mängdökningarna bedöms ej som stora och föroreningshalten av både kväve och kvicksilver beräknas att minska.

Tabell 14 Jämförelse av föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) före och efter exploatering, samt med riktvärden för Östersunds kommun och HVMFS 2019:25. Gröna siffror innebär att kommunens riktvärden understigs och röda siffror innebär att kommunens riktvärden överskrids.

Ämne	Befintlig situation	Efter exploatering utan rening)	Efter exploatering inklusive rening	Riktvärden Östersunds kommun ¹	HVMFS 2019:25 ²	Otillåten försämring ³	Äventyra MKN ⁴
P	140	240	69	70		Nej	Nej
N	1100	1700	890	1 250		Nej	Nej
Pb	9,8	16	2,0	5		Nej	Nej
Cu	21	34	6,7	20	0,5 (biotillgängligt)	Nej	Nej
Zn	110	190	23	60	5,5	Nej	Nej
Cd	0,68	1,2	0,28	0,08		Nej	Nej
Cr	8,5	12	1,8	8	3,4	Nej	Nej
Ni	8,9	14	2,4	15		Nej	Nej
Hg	0,042	0,063	0,027	0,07		Nej	Nej
SS	55 000	83 000	17 000	25 000		Nej	Nej
Olja	1100	200	82	500		Nej	Nej
PAH16	0,43	0,78	0,077	-		Nej	Nej
BaP	0,069	12	0,015	0,00017		Nej	Nej

¹ Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Östersunds kommun)

² HVMFS 2019:25

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

⁴ Bedömning av om möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna äventyras på ett allvarligt sätt.

Tabell 15 Jämförelse av föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering, med och utan rening. Grön siffra innebär att föroreningsmängden minskar och röd siffra indikerar på att mängden ökar efter exploatering med reningsanläggning inkluderad jämfört mot befintlig situation.

Ämne	Befintlig situation	Efter exploatering utan rening	Efter exploatering inklusive rening
P	5,4	15	4,2
N	43	100	55
Pb	0,37	0,98	0,12
Cu	0,81	2,1	0,41
Zn	4,1	12	1,4
Cd	0,026	0,072	0,017
Cr	0,32	0,74	0,11
Ni	0,34	0,84	0,15
Hg	0,0016	0,0038	0,0017
SS	2100	5100	1000
Olja	43	120	5,0
PAH16	0,016	0,048	0,0047
BaP	0,0026	0,0074	0,00091

6.4 Reningseffekt

I Tabell 16 redovisas reningseffekten för respektive systemlösning inom kvartersmark J, kvartersmark E och allmän platsmark. Uppgifterna är hämtade från Stormtac och framtagna utifrån förutsättningarna för denna exploatering.

Den negativa reningseffekten för fosfor i svackdiket (-18 %) innebär att den beräknade utgående fosforbelastningen är högre än den ingående. Resultatet påverkas av att StormTac tillämpar en minsta möjlig utloppshalt för respektive förorening. Detta innebär att utloppshalten inte kan reduceras under ett visst värde, även om den teoretiskt beräknade reningseffekten skulle ge lägre halter. Funktionen syftar till att undvika orealistiskt låga utloppshalter och bygger på erfarenhetsdata från verkliga dagvattenanläggningar, vilket bidrar till mer realistiska beräkningsresultat och minskar risken för att reningsanläggningarnas prestanda överskattas.

Fosforshalterna är generellt låga inom området. Halterna i skogsmark är låga och endast marginellt högre i svackdiket.

Tabell 16 Reningseffekt (%) inom respektive område.

Ämne	Kvartersmark J (Två dagvattendammar + filterbrunn)	Kvartersmark E (Makadamdike)	Allmän platsmark (Svackdike)
P	77	66	-18
N	43	65	56
Pb	91	66	63
Cu	83	72	54
Zn	90	74	68
Cd	77	82	26
Cr	91	57	70
Ni	87	58	60
Hg	64	33	26
SS	83	64	67
Olja	99	77	89
PAH16	95	56	70
BaP	94	48	70

6.5 Bedömning av särskilt förorenande ämnen

Vid jämförelse mellan befintlig situation och framtida situation inklusive föreslagna reningsåtgärder, uppnås inte Östersunds riktvärden för kadmium och BaP.

6.5.1 Kadmium

Kadmium är ett metalliskt grundämne som under lång tid använts bl.a. i galvaniserad plåt, uppladdningsbara batterier och som plaststabilisator samt pigment. I dag är användningen av kadmium strängt reglerad och håller på att fasas ut.

Föroreningshalten och föroreningsmängden kadmium i dagvattnet till recipienterna förväntas minska efter exploatering men föroreningshalten överskrider Östersunds kommuns riktvärde.

Gränsvärdet för kemisk ytvattenstatus med avseende på kadmium (och kadmiumföreningar) är 0,08 µg/l. Gränsvärdet baseras på vattenhårdhetsklass där 0,08 µg/l är det lägsta gränsvärdet. Östersunds kommuns riktvärde är det samma som gränsvärdet.

I StormTacs databas (v.2026-01-08) framkommer att för att rena kadmium på ett bra sätt krävs filtrering genom krossmaterial, gärna i kombination med växtupptag i rötter, se vidare under avsnitt 6.6.

Utöver detta är bland annat plåttak en stor källa till kadmiumförorening i dagvatten enligt StormTacs databas. Idag är användningen av kadmium hårt reglerad och håller på att fasas ut vilket talar för att StormTac överskattar halter av kadmium för en ny exploatering. Val av takmaterial kan ha en stor påverkan på halterna av kadmium i dagvattnet.

6.5.2 PAH (BaP)

Benso(a)pyren (BaP) tillhör gruppen polycykliska aromatiska kolväten (PAH) som framför allt bildas och tillförs miljön vid ofullständig förbränning. Luft är en viktig spridningsväg och vid utsläpp till luften förekommer är dessa ämnen bundna till partiklar.

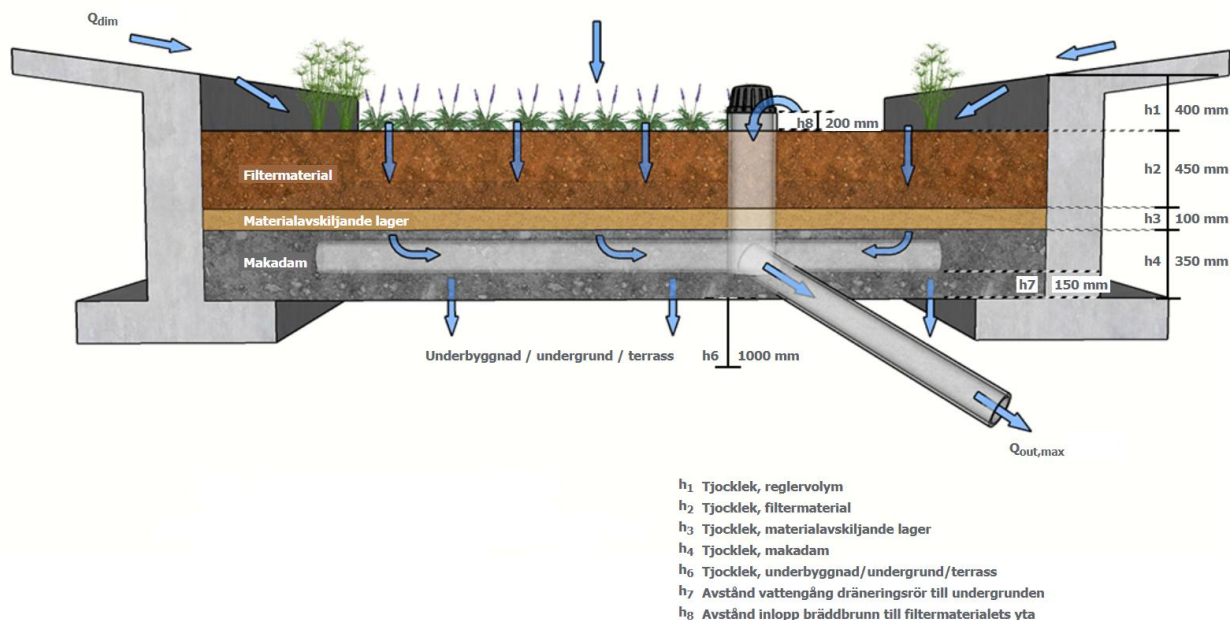
Gällande BaP är osäkerheten i dataunderlaget till Stormtac sådan att det inte rekommenderas att dagvattenanläggningar dimensioneras efter ämnet (Stormtac, 2024)

6.6 Kompletterande reningsåtgärder avseende kadmium och BaP

Föreslaget dagvattensystem enligt Figur 23 beräknas medföra att samtliga av kommunens riktvärden med avseende på föroreningshalter understigs med undantag för kadmium och BaP. För att reducera föroreningshalterna av kadmium och BaP krävs ytterligare rening vilket kan ske genom anläggande av biofilter inom kvartersmark J och kvartersmark E. Trots ytterligare rening i biofilter är det dock svårt att uppfylla kommunens riktvärde gällande BaP. Då god rening av dagvatten anses erhållas även utan biofilter har dessa ej ritats ut i Figur 23 utan benämns som kompletterande reningsåtgärder och beskrivs nedan.

Kompletterande biofilter har dimensionerats baserat på att Östersunds kommuns riktvärde för kadmium ska understigas med hjälp av anläggning av biofilter inom kvartersmark. Gällande BaP så föreslår Stormtac att anläggningar ej dimensioneras efter detta ämne på grund av stora osäkerheter i Stormtacs dataunderlag, varför detta ej har gjorts.

Kommunens riktvärde för kadmium understigs om föreslaget dagvattensystem (enligt Figur 23) kompletteras med 50 m² biofilter inom kvartersmark E och 550 m² biofilter inom kvartersmark J. Föroreningsberäkningarna baseras på biofilter med standardmått enligt Stormtac, se Figur 30.



Figur 30. Måttangivelser för den sektion av biofilter som har använts i Stormtac.

Efter införandet av dessa kompletterande reningsåtgärder, reduceras kadmiumhalten till 0,079 µg/l (se Appendix B), vilket understiger Östersund kommuns riktvärde på 0,08 µg/l. Därmed bedöms riktvärdet för kadmium uppnås. Halten av BaP reduceras samtidigt till 0,0077 µg/l, vilket dock fortfarande överskrider kommunens riktvärde på 0,00017 µg/l.

Det bör noteras att kommunens riktvärden gällande kadmium och BaP inte heller uppfylls vid befintlig, oexploaterad situation, när planområdet till största del består av skogsmark. Det kan även noteras att Östersunds riktvärde för kadmium får anses ambitiöst satt i jämförelse mot Göteborgs riktvärden för mycket känslig recipient (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). Se Tabell 17 för jämförelse.

Tabell 17. Jämförelse av beräknade föroreningshalter för kadmium och BaP samt jämförelse av riktvärden.

Planområdet				Jämförelse riktvärden		
Ämne	Befintlig situation	Efter exploatering utan rening	Efter exploatering med föreslagen rening	Efter exploatering med föreslagen rening samt kompletterande biofilter	Riktvärde Östersunds kommun	Riktvärde för mycket känslig recipient enligt Göteborgs Stad
Cd	0,026	0,072	0,28	0,079	0,08	0,9
BaP	0,0026	0,0074	0,015	0,0077	0,00017	-

I det fortsatta planarbetet bör det beslutas om de kompletterande reningsåtgärderna i form av biofilter ska anläggas för att uppnå ytterligare rening, eller om den rening som erhålls genom de föreslagna dagvattenanläggningarna (utan biofilter) bedöms vara tillräcklig. Det rekommenderas att kostnaden av kompletterande reningsåtgärder vägs mot dess nytta. Vid bedömning rekommenderas det även att beakta att kadmium och BaP beräknas minska efter exploatering och rening enligt Figur 23 (utan biofilter) jämfört mot befintlig situation sett till både föroreningsmängd och föroreningshalt. Det bör även beaktas att föroreningsberäkningarna är förknippade med osäkerheter.

6.7 Påverkan på MKN

Vid en jämförelse av föroreningssituationen före och efter exploatering framgår att majoriteten av föroreningshalterna och föroreningsmängderna minskar efter exploatering, förutsatt att de föreslagna dagvattenåtgärderna genomförs.

Av avsnitt 6.5 framgår att riktvärdena för kadmium och BaP inte uppnås med de föreslagna dagvattenåtgärderna. Genom kompletterande anläggning av biofilter inom kvartersmark E och kvartersmark J kan dock Östersunds kommuns riktvärde för kadmium uppnås. För BaP kvarstår ett överskridande av riktvärdet, men beräkningarna är förknippade med betydande osäkerhet enligt Stormtacs databas.

Det bör även noteras att halterna av både kadmium och BaP efter exploatering, inklusive reningsåtgärder, är lägre än i dagens situation. Detta innebär att föroreningsbelastningen minskar jämfört med nuläget, trots att ytterligare reningsåtgärder krävs för att uppnå samtliga riktvärden.

Föroreningsmängden av kväve och kvicksilver ökar efter exploatering om enbart de grundläggande reningsåtgärderna beaktas. Genom kompletterande biofilter reduceras dock belastningen till nivåer som understiger dagens situation.

Reningseffekten för de föreslagna dagvattenlösningarna, bestående av dagvattendammar, filterbrunn, svackdiken, makadamdiken och eventuellt biofilter, bedöms som god. Anläggningarna bidrar både till fördröjning av dagvattenflöden och reduktion av föroreningshalter genom sedimentation, filtration och biologiska processer. Den sammantagna reningseffekten redovisas i kapitel 6.5.

Dagvattenanläggningarna utformas för att fördröja flöden, inte för att permanent minska vattenmängderna till recipienten.

Semsån/Rannåsbäcken har idag måttlig ekologisk status och uppnår inte god kemisk status. Recipienten har höga naturvärden och utgör en viktig lek- och uppväxtmiljö för bland annat öring och harr. Eftersom grumling och sedimenttransport kan påverka fiskarnas livsmiljöer negativt har dagvattenhanteringen utformats för att möjliggöra sedimentation och avskiljning av partiklar innan dagvattnet når recipienten. Därigenom begränsas risken för grumling och igensättning av bottnar jämfört med om dagvattnet skulle avledas utan rening.

Den ej goda kemiska statusen beror framför allt på halter av bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg), PFOS. Föroreningsberäkningarna visar att de föreslagna dagvattenåtgärderna medför en minskning av belastningen för merparten av de studerade ämnena, däribland fosfor, metaller som bly, koppar, zink, suspenderat material, olja och PAH-föreningar. Särskilt tydlig är reduktionen av suspenderat material, vilket är positivt med hänsyn till recipientens känslighet för grumling och sedimenttransport.

Sammantaget bedöms exploateringen, under förutsättning att föreslagna dagvatten-och reningsåtgärder genomförs, inte medföra någon otillåten försämring av vattenförekomstens status eller äventyra möjligheten att uppnå gällande miljö kvalitetsnormer för Semsån/Rannåsbäcken eller Storsjön.

6.8 Uteslutna ämnen från Östersunds kommuns riktvärden

Samtliga ämnen som tas upp i de specifika riktvärdena för recipienterna (Östersunds kommun, 2020) studeras/ modelleras inte i föreliggande utredning. De ämnen som studeras är de ämnen som främst förväntas öka efter planerad exploatering och de som bedöms ge en indikativ bild av påverkan på recipient. För dessa ämnen finns mer tillförlitliga indata och beräkningarna blir därför mer representativa för vald markanvändning och den beräknade reningseffekten.

De ämnen som ingår i Östersunds riktvärden men som uteslöt i dagvattenutredningen beskrivs nedan med ett kortfattat resonemang till 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. I den geotekniska utredningen har PFAS analyserats i grundvatten och ytvatten (Geoteknologi, 2026). Resultaten visar på förhöjda halter av vissa PFAS-ämnen i delar av området men haltfördelningen och ämnessammansättningen indikerar att påverkan främst härrör från diffusa eller historiska källor uppströms planområde, snarare än från planområdet självt. Utredningen bedömer även att den torvmark som finns mellan planområdet och Rannåsbäcken utgör en naturlig barriär som begränsar spridningen mot recipienten (Geoteknologi, 2026). PFAS bör dock beaktas i den fortsatta projekteringen och vid framtida miljökontroll, eftersom planerad markanvändning innebär etablering och utökning av industriell verksamhet.

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.

Triklöretylen – 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.

7 Höjdsättning

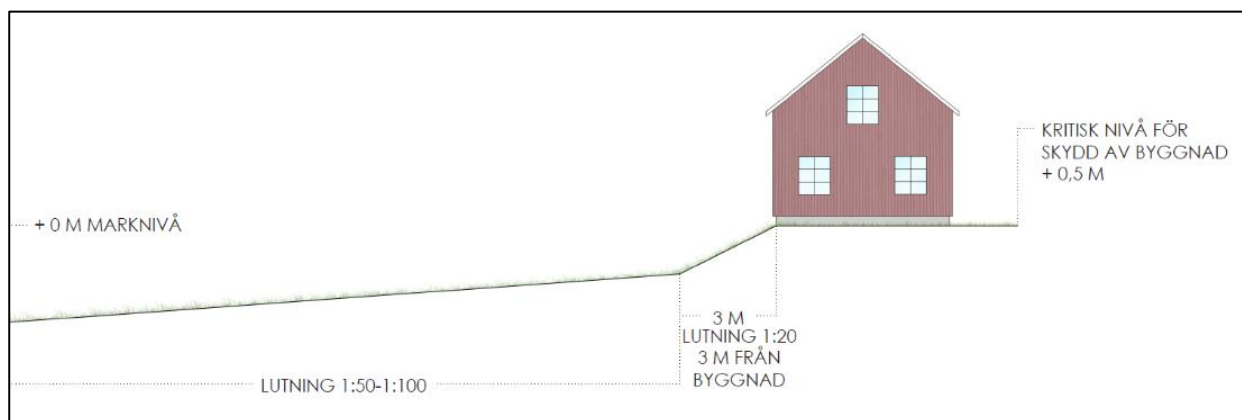
Förutom VA-huvudmannens ansvar att tillhandahålla och underhålla allmänna dagvattensystem, vilket regleras i Lagen om allmänna vattentjänster (LAV), har kommunen ett ansvar. Kommunens ansvar är att vid detaljplaneläggning säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader, infrastruktur och samhällsfunktioner vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatfaktor (Svenskt Vatten P110, 2019). För att undvika skador på ny bebyggelse inom planområdet bör planområdet höjdsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall (Svenskt Vatten, 2016).

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 (Svenskt Vatten P110, 2019). 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 skyfallshanteringen. Som rekommendation bör kvarteretsmark 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 P105, 2011), se Figur 31 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 31 Princip för höjdsättning (Illustration Norconsult)

8 Skyfall

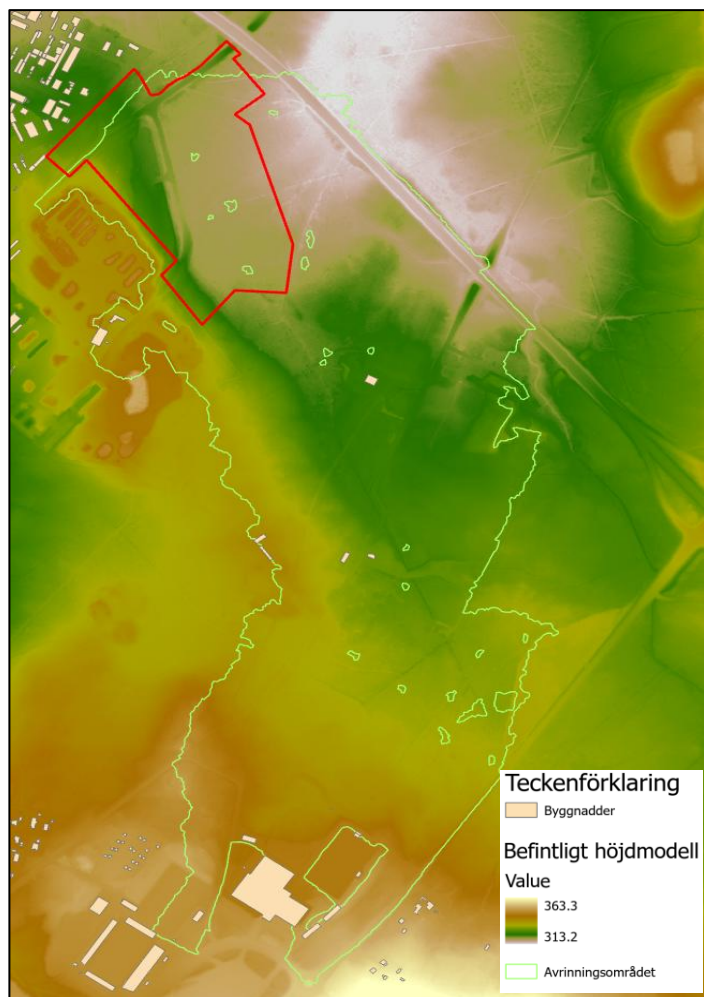
Extrema regn innebär risk för att lågpunkter och instängda områden översvämmas (MSB, 2017). Vid extrema regn (t.ex. 100- och 200-årsregn) kommer dagvattenledningarnas kapacitet att överskridas och dagvatten ska då kunna brädda ut över markytan. Skyfallsvattnet behöver då kunna avrinna på markytan utan att orsaka skador på byggnader.

8.1 Modellförutsättningar

Skyfallsmodelleringen för Östersund, Norr 1:25 m.fl. har genomförts i Scalgo Core+ Dynamic Flood, som baseras på TUFLOW HPC. TUFLOW HPC är en tvådimensionell hydrodynamisk modell med fast rutnät. Modellen motsvarar en detaljerad analys i enlighet med MSB:s (2023) rekommendationer..

8.1.1 Höjdmodell

Den använda modellen har en upplösning på 1x1 meter utifrån Lantmäteriets laserscanning, vilket finns integrerat i Scalgo (Scalgo, 2026). Figur 32 visar modellområdet, höjdmodell, avrinningsområdet samt det aktuella utredningsområdet.



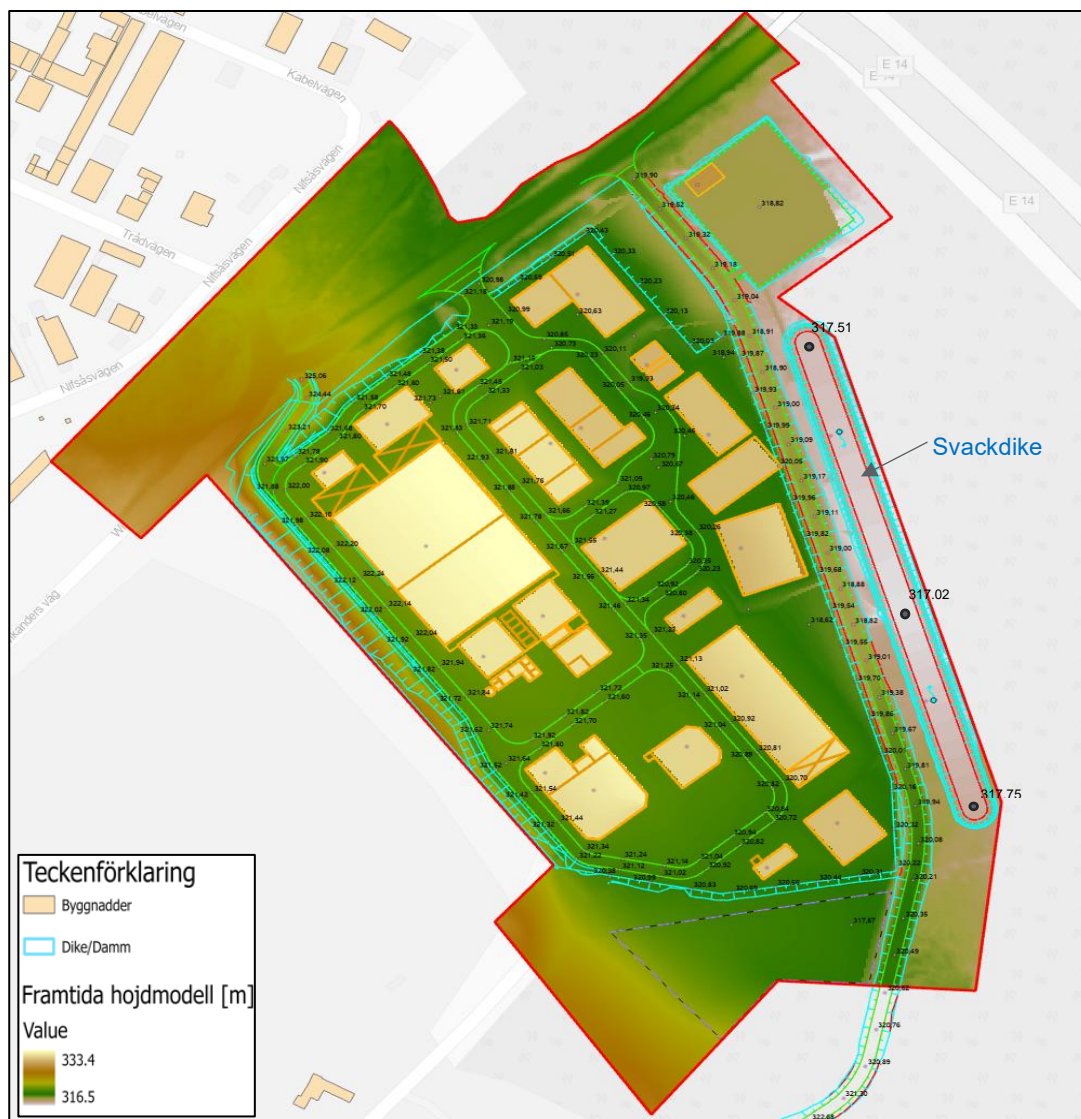
Figur 32: Modellområdet med utredningsområdet markerat med röd linje och avrinningsområdet markerat med grön linje. (Lantmäteriet, 2025).

Framtidsscenariot har modellerats utifrån föreslagen exploatering inom planområdet (se Figur 33). De justerade marknivåerna baseras på projekterade höjdsättningsunderlag mottagna från exploatören och sektioner som tillhandahållits för planerad exploatering inom området. Viss bearbetning har dock gjorts, bland annat har kvartersmarken i södra delen av planområdet höjts upp schablonmässigt då denna yta ej har höjdsatts av exploatör. Dessa nivåer har implementerats i terrängmodellen för att representera framtida markutformning. Planerade fördröjningsåtgärder på kvartersmark har ej inkluderats i modellen. Följande förändringar har inkluderats i terrängmodellen:

- planerade byggnader,
- planerade vägar och hårdgjorda ytor,
- justerade marknivåer enligt framtagna höjdsättning,
- föreslagna dagvattenanläggningar och fördröjningsåtgärder på allmän platsmark. Då fördröjningsanläggningar på kvartersmark ej inkluderats har svackdiket på allmän platsmark utökats (jämfört med föreslagen utformning i kombination med kvartersmarksfördröjning) för

att säkerställa att ytor på allmän platsmark kan tillgodose totalt fördröjningsbehov för skyfall. Svackdike har inkluderats med en bottenbredd på 12 m, en längd på 270 m samt släntlutningen 1:3. Svackdikets lägsta punkt återfinns nära centrum på nivån 317,02 m, medan de lägsta nivåerna i den södra respektive norra delen uppgår till 317,75 m och 317,51 m. Detta ger en fördröjnings/översvämningensvolym på totalt cirka 3 000 m³. Svackdiket är ej sektionerat i modellen, och kan följaktligen utformas med större volym vid behov. Alternativt kan svackdikets utformning optimeras och dikets ytanspråk således minskas.

Framtida bebyggelse har i modellen höjts med 5 meter. Syftet har varit att analysera hur den framtida exploateringen påverkar ytvavrinning, översvämningensutbredning och belastning på befintlig infrastruktur.

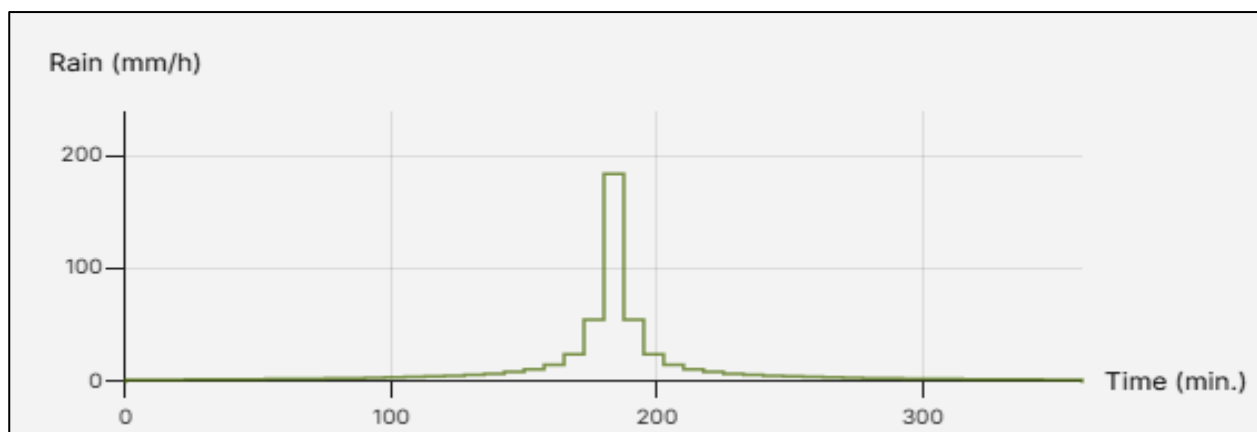


Figur 33: Projekterade nivåer för den planerade exploateringen inom Östersund, Norr 1:25 m.fl. Föreslagna diken är markerade med ljusblå färg (se föreslagen utformning av svackdike i Figur 25). Nya byggnader är markerade med orange linjer i kartan, medan vägar illustreras med gröna linjer.

8.1.2 Nederbörd

CDS-regn baserat på regional nederbördsstatistik från SMHI (mellersta Sverige 2024-12-03) enligt metod från (Olsson et al., 2017) har använts, se Figur 34. CDS-regnet har en återkomsttid på 100 år, 6 timmars regnvaraktighet och klimatkfaktor 1,25. Det motsvarar totalt 68 mm nederbördsvolym.

Byggnadsytorna är inaktiva i själva beräkningen. Det innebär att nederbörd som faller på byggnaderna inte beräknas som ytaavrinning direkt på byggnadscellerna. I stället beräknas avrinningen från byggnaderna som ett förberäkningssteg innan TUFLOW-beräkningen genomförs. Denna avrinning läggs därefter ut på de aktiva cellerna längs byggnadernas. Byggnadscellerna har höjts med 5 m som en modelleringsteknisk avgränsning för att förhindra ytaavrinning över byggnadsytorna ytterkanter (Scalgo, 2026).



Figur 34: Visar regnintensitet per tidsenhet. Simulerat CDS-regn har en återkomsttid på 100 år, en varaktighet på 6 timmar och klimatkfaktor 1,25.

8.1.3 Ledningsnät

Ingen avdragnings för ledningsnät har gjorts i beräkningen. Svackdike är inkluderad i höjdmodellen och hanteras därmed som en del av den ytaavrinning och fördröjning som simuleras i modellen.

8.1.4 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster på grund av friktionen mellan vattnet och markytan. Förlustens storlek beror på markens råhet, vilket påverkar både vattnets hastighet och utbredning. Råheten beskrivs med Mannings tal (M), där ett högre värde indikerar lägre friktion och högre flödes hastigheter, medan ett lägre värde innebär högre friktion och lägre hastigheter.

Den samma klassificeringen av markområden har tillämpats som i Scalgos befintliga modell där byggnader och hårda ytor inom utredningsområdet har tilldelats ett högre Mannings tal.

8.1.5 Infiltration

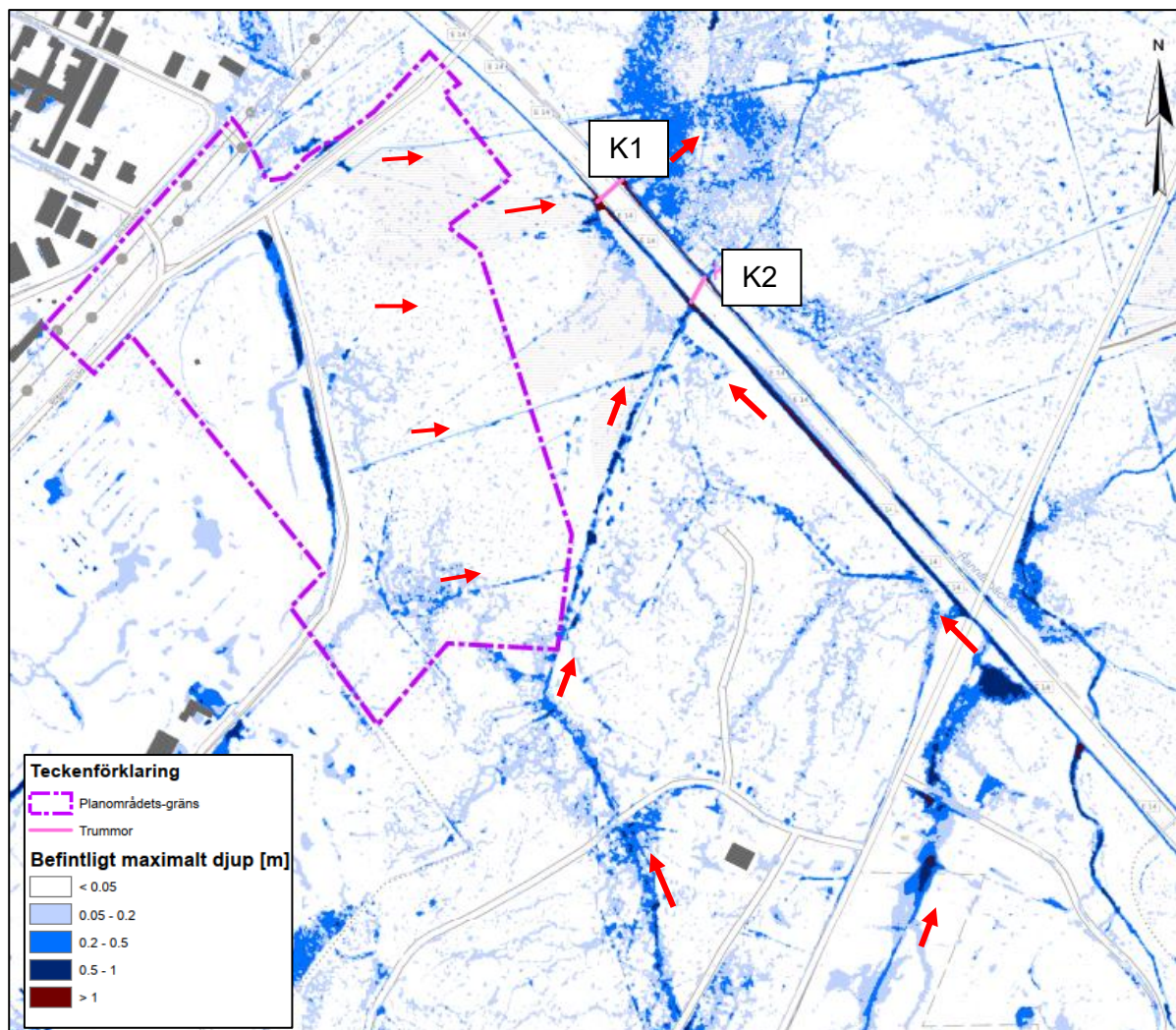
Två typer av infiltration används baserat på markanvändning. För grönytor; exempelvis barmark, grund vegetation/tät vegetation simuleras infiltrationen med Hortons infiltrationsekvation. Hortonparametrarna sätts baserat på jordtyp och en förväntad grad av komprimering av jorden

För marktyper inom den artificiella gruppen, exempelvis hårdgjorda ytor och byggnader, antas nederbörden i stället rinna av från ytan och, om det finns ett anslutet ledningssystem, ledas till närmaste inlopp till dagvattensystemet. Om den artificiella ytan inte är ansluten till ett ledningssystem antas en infiltration på 1 mm/h (Scalgo, 2026).

8.2 Skyfall nulägesanalys

Under befintliga förhållanden Figur 35 visar skyfallsanalysen att det planerade exploateringsområdet (lila avgränsning) generellt har grunda vattensamlingar och låg översvämningsrisk, där vattendjupen i de flesta områden understiger 0,2 m.

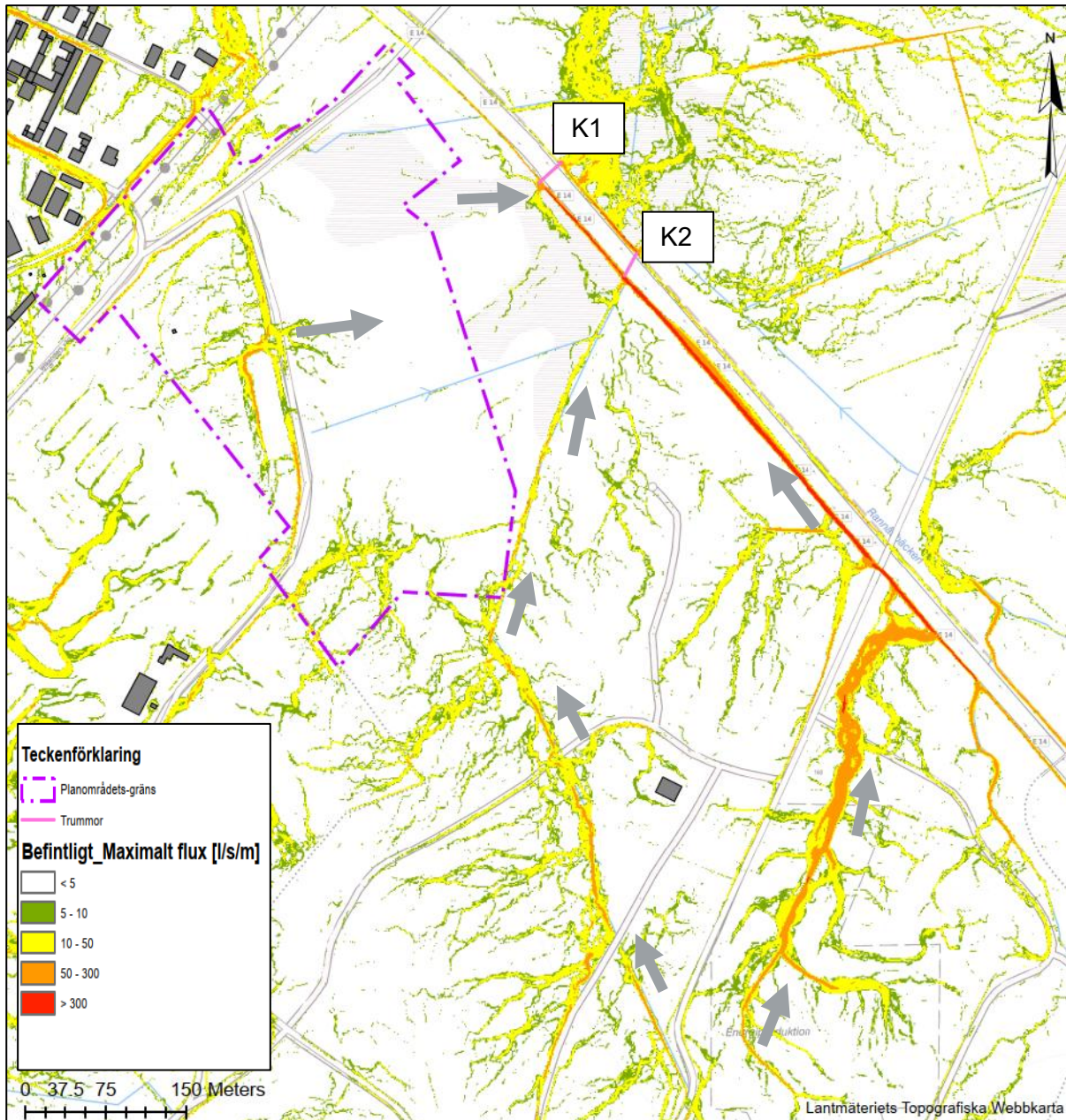
Inom planområdet finns inga tydliga avrinningsvägar, utan vattnet magasineras i flertal mindre lågpunkter och till stor del infiltrerar.



Figur 35. Vattendjup vid ett 100-årsregn vid befintlig situation. (Scalgo Live, 2025)

Större delen av planområdet uppvisar låga flödesintensiteter (<5 l/s/m), Figur 36.

Öster om planområdet uppstår mindre flöden i diket med nordlig riktning. I samband med maxflöde i Trafikverkets vägdike bräddar vattnet ut i naturmarken, och naturmarken har en flödesutjämnande effekt uppströms vägtrummorna. Tillrinningsområdet för flödet i E14 vägdike kommer huvudsakligen från områden sydöst om planområdet.

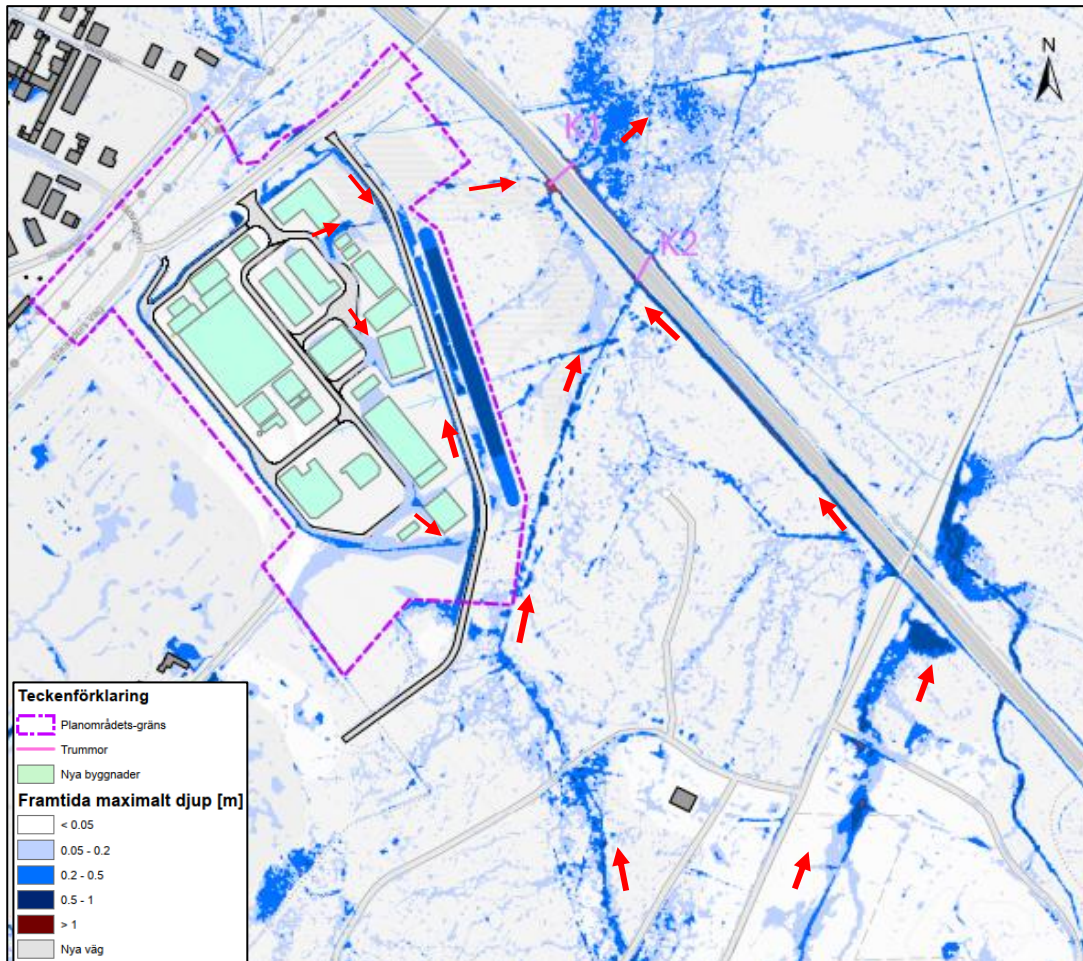


Figur 36. Maximalt flöde (l/s/m) vid ett 100-årsregn vid befintlig situation (Scalgo Live, 2025).

8.3 Skyfall efter exploatering

Beräknad skyfallssituation efter exploatering inkluderar föreslaget svackdike inom allmän platsmark (se Figur 25-Figur 27) men ej fördröjningsanläggningar inom kvartersmark.

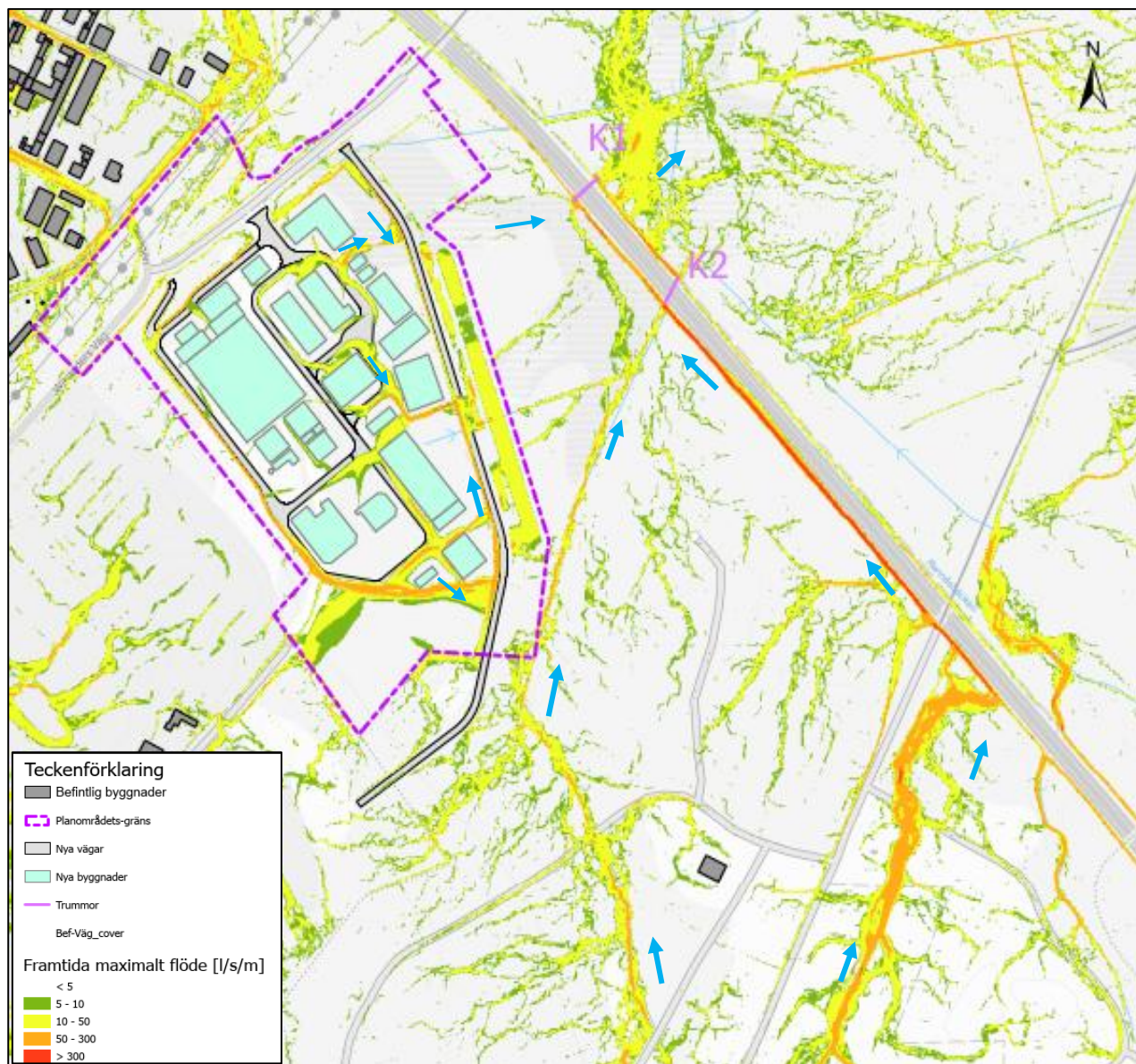
Figur 37 visar framtida vattendjup och avrinningsvägar vid ett 100-årsregn i det planerade scenariot, där förhöjda vattennivåer främst uppstår i lågpunkter och längs befintliga avrinningsstråk.



Figur 37: Vattendjup vid ett 100-årsregn i det planerade scenariot (Scalco Live, 2025).

Analysen av framtida maximalt flöde (Figur 38) visar att flödet ej ökar i vägdiket längs med E14 med den planerade exploateringen.

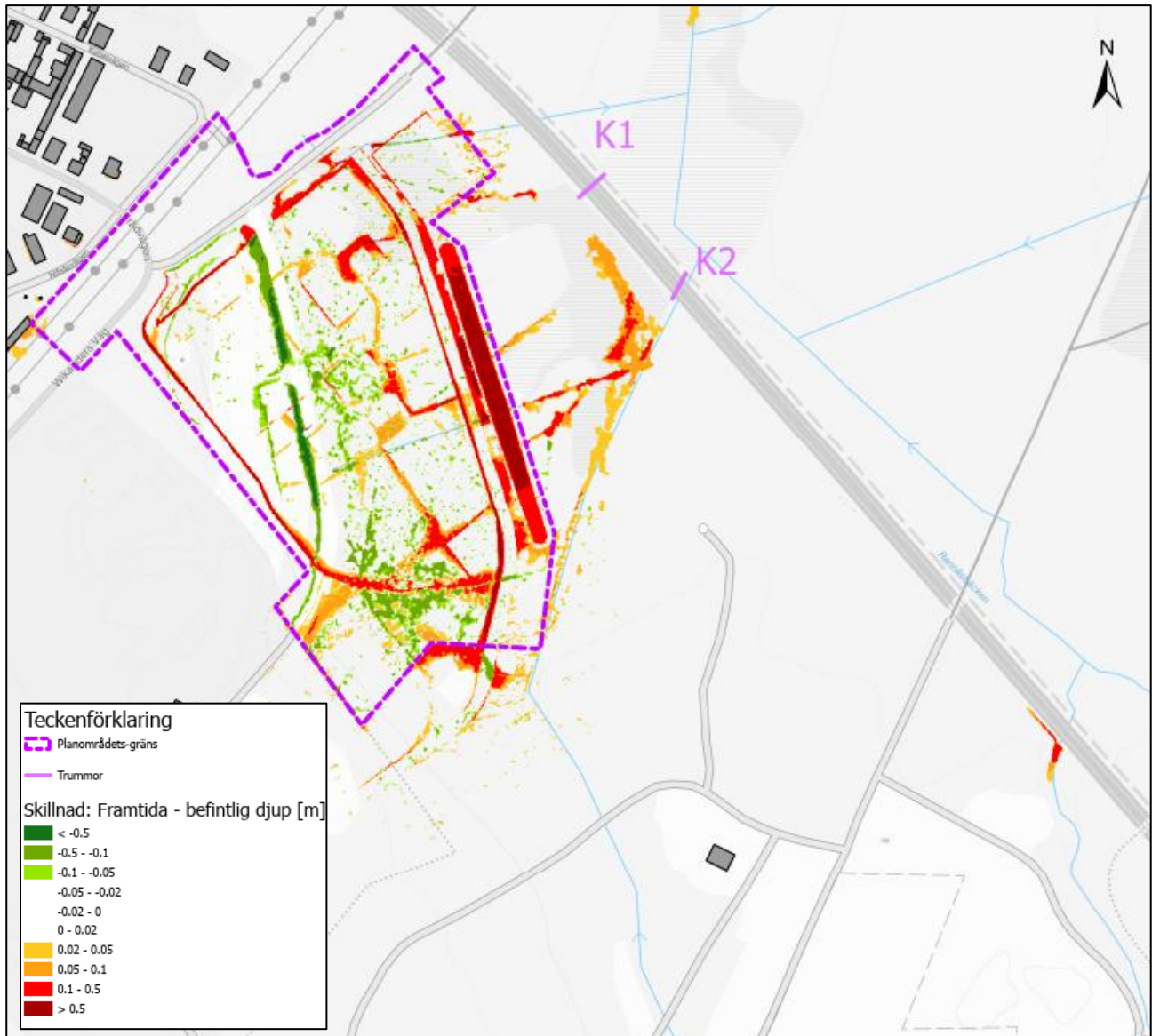
Skilnadskartan i Figur 39 visar att den planerade exploateringen inte medför någon ökning av vattennivåer eller flöden vid E14 jämfört med nuläget och därmed inte heller någon ökad översvämningsrisk för omkringliggande mark eller väginfrastruktur.



Figur 38: Maximalt flöde vid 100-årsregn vid planerad situation (Scalco Live , 2025)

Figur 39 visar skillnaden i vattendjup mellan befintlig- och framtidsscenariot, där färgerna i orange-röd skala indikerar områden där vattendjupet i framtidsscenariot överstiger det befintliga scenariot och färger i grön skala visar på en minskning. Ökade vattendjup kan huvudsakligen observeras inom planområdet, med vissa lokala undantag längs det naturliga avrinningsstråket öster om planområdet.

Inga förändringar kan observeras i anslutning till trummorna K1 och K2, vilket indikerar att den planerade exploateringen inte medför någon påverkan på E14 eller omringliggande områden. Detta styrks även av att flödena genom trummorna är likvärdiga i båda scenarierna.



Figur 39: Skillnad maximalt vattendjup vid 100 årsregn mellan framtida och befintlig situation

8.3.1 Analys av fara för människors liv

MSB anger fara för människoliv baserat på vattendjup och hastighet, med metod utvecklad av DEFRA (DEFRA, 2016), se Figur 40.

(V+C) *D	Vattendjup									
Vattenhastighet	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
0.00	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
0.50	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
1.00	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75
1.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
2.00	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00	5.63	6.25
2.50	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50
3.00	0.88	1.75	2.63	3.50	4.38	5.25	6.13	7.00	7.88	8.75
3.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
4.00	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	10.13	11.25
4.50	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
5.00	1.38	2.75	4.13	5.50	6.88	8.25	9.63	11.00	12.38	13.75

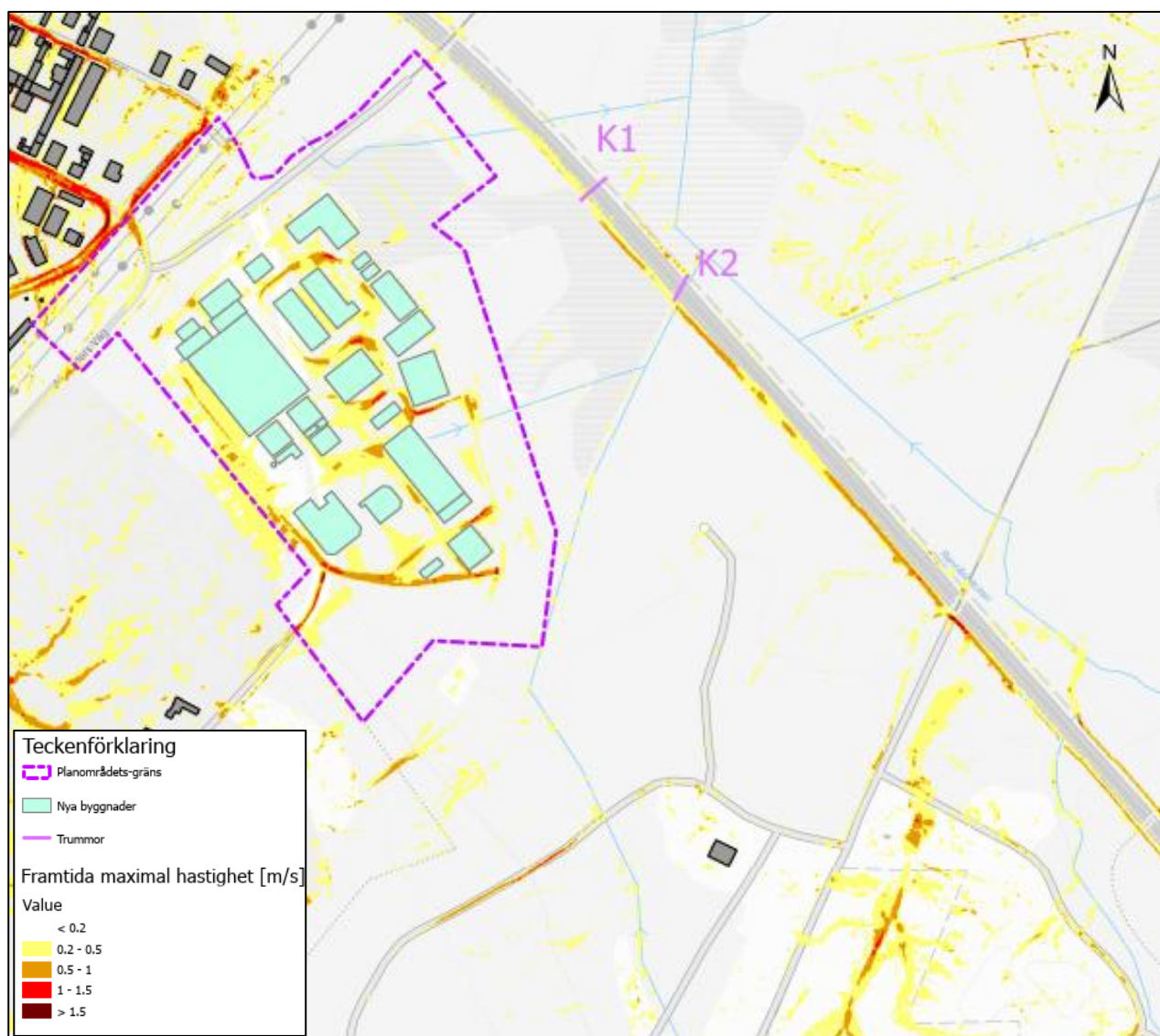
Figur 40: Fara för människoliv beroende av vattendjup och vattenhastighet (MSB, 2017).

Bedömd fara beräknas sedan utifrån 4 klassgränser, se Tabell 18.

Tabell 18. Bedömningsvärde där V = maximal hastighet, C = koefficient (0,5) och D = maximalt vattendjup (MSB, 2017)

Klassgränser för (V+C)*D	Bedömd fara
<0,75	Ingen fara
0,75 – 1,25	Fara för vissa
1,25 – 2,50	Fara för de flesta
>2,50	Fara för alla

Vattenansamlingen på vägarna inom planområdet med ett djup som är <0,2 m (Figur 37) sammanfaller med hastigheter om maximalt 1,5 m/s (Figur 41). Detta ger ett bedömningsvärde på 0,15 och bedöms inte som en fara för människor.



Figur 41: Maximala vattenhastigheter vid ett 100-årsregn för det framtida scenariot (Scalco Live, 2025)

8.4 Funktion och kapacitet hos trummor vid E14

Flöden, vattennivåer och hastigheter analyserats för befintliga trummorna K1 och K2 redovisas i Tabell 19.

Tabell 19: hydrauliska beräkningar för trummorna K1 och K2.

Hydraulisk parameter	Trumma K1		Trumma K2	
	Befintlig	Framtid	Befintlig	Framtid
Uppströms vattendjup [m]	1,31	1,2	1,43	1,43
Nedströms vattendjup [m]	1,19	1,3	1,32	1,32
Maximalt flöde [m ³ /s]	0,56	0,58	0,81	0,82
Maximal hastighet [m/s]	1,17	1,21	1,61	1,63
Total volym [m ³]	2360,19	2 936,52	4155,15	4 999,73

Analysen visar att flödesförhållandena genom trummorna är i princip oförändrade mellan nuläges- och framtidsscenariot. Vattennivåer, flöden och flödeshastigheter uppvisar endast marginella skillnader mellan scenarierna. De maximala vattennivåerna uppströms och nedströms trummorna K1 och K2 överstiger 1 m, vilket framgår av Tabell 19. Detta innebär att trummornas vattengång ligger under de maximala vattennivåerna och att trummorna därmed kan vara vattenfyllda under delar av det dimensionerande flödet.

För trumma K1 har den teoretiska hydrauliska kapaciteten beräknats till cirka 1,41 m³/s vid en lutning på 11,9 ‰. baserat på Colebrook-White formulär vid fylld ledning. Skyfallsmodelleringen visar ett maximalt flöde på cirka 0,58 m³/s vid dimensionerande 100-årsregn i planerad situation. För trumma K2 har den teoretiska hydrauliska kapaciteten beräknats till cirka 1,29 m³/s vid en lutning på 8,72 ‰. Skyfallsmodelleringen visar ett maximalt flöde på cirka 0,82 m³/s vid dimensionerande 100-årsregn i planerad situation.

De handberäknade kapaciteterna ska betraktas som teoretiska referensvärden under idealiserade hydrauliska förhållanden och kan därför inte direkt jämföras med de maximala flöden som erhålls från skyfallsmodellen. Det modellerade flödet genom trummorna styrs av de faktiska hydrauliska förhållandena i systemet, framför allt nivåskillnaden mellan uppströms och nedströms vattenyta. Uppdämning både uppströms och nedströms trummorna medför att den tillgängliga energigradienten genom trumman begränsas, vilket i sin tur begränsar det modellerade flödet.

Skyfallsanalysen visar att vatten magasineras uppströms E14 innan det leds genom trummorna. Samtidigt förekommer förhöjda vattennivåer även nedströms. Det är därför nivåskillnaden mellan dessa vattenytor, snarare än trummans maximala teoretiska kapacitet, som styr genomströmningen under det studerade regnet.

För att säkerställa att de modellerade förhållandena överensstämmer med verkliga förhållanden rekommenderas att befintliga dikesnivåer samt trummornas in- och utlopp verifieras mot tillgängligt inmätt underlag eller genom kompletterande fältkontroll.

Ingen ökning av flöde eller vattennivå vid trummorna har identifierats mellan befintlig och framtida situation.

8.5 Bedömning av dämning, bakvatten och erosion

Skyfallsanalysen visar att uppdämning uppströms E14 främst orsakas av vägbankens barriäreffekt och förekommer redan i nuläget. Ingen ökning av uppströms vattennivåer har identifierats till följd av exploateringen. Därmed bedöms exploateringen inte medföra:

- ökad dämning uppströms E14,
- ökad bakvattenpåverkan,
- ökad erosionsrisk vid trummornas in- eller utlopp,
- ökad risk för påverkan på E14 funktion.

Sammantaget visar resultaten att de föreslagna fördröjningsåtgärderna inom planområdet begränsar framtida toppflöden så att belastningen på E14 och de befintliga trummorna förblir oförändrad jämfört med befintlig situation.

9 Slutsats och rekommendation

Genomförda flödes- och föroreningsberäkningar visar att planerad exploatering av Norr 1:25 kan genomföras under förutsättning att föreslagna dagvattenåtgärder anläggs. Utredningen visar att god rening och fördröjning kan uppnås genom dagvattendammar och filterbrunn inom kvartersmark J, makadamdike inom kvartersmark E samt svackdike inom allmän platsmark.

Föreslaget dagvattensystem har utformats utifrån att framtida 2-årsregn ska fördröjas till befintligt 2-årsregn inom kvartersmark och att ett framtida 20-årsregn ska fördröjas till ett befintligt 20-årsregn inom planområdet. Inom kvartersmark J planeras dock en större fördörjningsvolym än erforderlig att tillskapas enligt uppgift från exploatör/kommun.

Föroreningsberäkningarna visar att merparten av de studerade föroreningshalterna och föroreningsmängderna minskar vid framtida situation inklusive föreslaget dagvattensystem jämfört med befintlig situation. Exploateringen bedöms inte medföra någon otillåten försämring av recipienternas status eller äventyra möjligheten att följa gällande miljö kvalitetsnormer, förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs.

Östersunds kommuns riktvärden för kadmium och BaP uppnås inte med föreslaget dagvattensystem som redovisas i utredningen. Samtidigt visar beräkningarna att halterna och mängderna för de båda ämnena minskar jämfört med befintlig situation. För ytterligare rening av kadmium och BaP kan biofilter inom kvartersmark anläggas, då kan det kommunala riktvärdet för kadmium understigas. Behovet av kompletterande reningsåtgärder i form av biofilter bör därför prövas och avvägas mot nyttan av den ytterligare rening som kan uppnås.

Inför kommande planarbete och projekteringsskeden behöver den slutliga utformningen av dagvattenanläggningarna fastställas. Detta omfattar bland annat lokalisering och dimensionering av dagvattendammar inom kvartersmark J samt ställningstagande till eventuella kompletterande biofilter. Behovet av avskärande dike i planområdets södra del bör även utredas vidare när slutlig höjdsättning av området har fastställts.

Utifrån genomförd skyfallsanalys bedöms exploateringen inte medföra någon betydande ökad påverkan på E14 eller de befintliga trummorna under vägen, eftersom flöden, vattennivåer och hastigheter är oförändrade jämfört med nuläget. Inom planområdet sker däremot en omfördelning av skyfallsflödena, med ökade vattenansamlingar längs främst områdets södra och östra delar. Detta innebär att höjdsättning, skyfallsvägar och lokala fördörjningsåtgärder behöver beaktas i den fortsatta projekteringen för att säkerställa en robust och säker hantering av extrema regn. Hela fördörjningsbehov inryms på allmän platsmark genom föreslaget svackdike med en volym om cirka 3 000 m³, men kan fördelas mellan kvartersmark och allmän platsmark i samband med detaljprojektering.

Referenser

- Göteborgs stad. (2019). *Översiktsplan för göteborg - Tematiskt tillägg för översämningsrisker*.
- DEFRA. (2016). *Flood risks to people - Phase 2: The flood risks to people methodology*. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Geoteknologi. (2026). *Geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för lokalerinsgultredning avseende planerat fabriksområde*.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*.
- Lantmäteriet. (2025). *Min karta lantmateriet*. Hämtat från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Miljöbarometern. (den 19 11 2025). Hämtat från Miljöbarometern_Stockholms miljöbarometer: Växtbädd - Stockholms miljöbarometer
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2023). *Vägledning Metod för skyfallskartering av tätorter*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/publikationer/metod-for-skyfallskartering-av-tatorter--vagledning/>
- Naturvårdsverket. (den 19 11 2025). Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/fororenat-slackvatten-fran-brandslackande-verksamhet/planering-och-genomforande-av-tillsyn/>
- Östersund. (2026).
- RGSNordic. (2022). *Markundersökning Jämtkraft - Östersund Norr 1:6*.
- Scalgo. (2026). Hämtat från Scalgo Live: https://scalgo.com/live/sweden?res=8&ll=14.645429%2C63.225713&lrs=sweden%3Abase%3A20260123%3Atopowebb_farg%3Bopacity%3D0.8%2Cnose%3Abase%3Acurr%3Astreetsplaces%3Bstyle%3Dlabels_only%2Cw577260%3Aedits%2Cw577260%3Aobjects&tool=export&canvas=vvHMwtk
- Scalgo. (2026). *Understanding the Hydrodynamic Simulation*. Hämtat från <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/dynamicflood/understanding> den 17 06 2026
- Scalgo Live . (2025). Hämtat från Scalgo Live : https://scalgo.com/live/sweden?res=1&ll=14.664305%2C63.208308&lrs=sweden%3Abase%3A20250317%3Atopowebb_nedtonat%2C_%3Aworkspaces%3Awid-595861%3Aelev%2C_%3Aworkspaces%3Awid-595861%3Adyn-model%3AT100-Year2100_17b8%3Avelocity%3Bstyle%3Duv_flow_particles%3B

Scalگو Live. (u.å). *Scalگو Live Documentation*. Hämtat från <https://scalگو.com/en-US/scalگو-live-documentation/about/whats-new/new-high-resolution-model-for-sweden>

SGU. (2026). Hämtat från SGU: SGUs Kartvisare.

Sigma Civil. (2022). *Dagvattenutredning - Lugnviksverket, Norr 1:6 mfl, Dagvattenutredning, Östersunds kommun samhällsbyggnad*.

Stockholmvattenochavfall. (u.d.). Hämtat från Stockholmvattenochavfall_växtbädd: Nedsänkt växtbädd. nvb.pdf

Stockholmvattenochavfall. (2025). Hämtat från Stockholmvattenochavfall_dammar: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/dammar.pdf>

Stockholmvattenochavfall. (u.å). Hämtat från Stockholmvattenochavfall.

Stormtac. (2024). *Guide - Stormtac web*.

Svenskt vatten. (2019). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten P105. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Stockholm: Svenskt Vatten P105.

Teknisk handbok Östersund. (den 04 11 2025). Hämtat från Teknisk handbok Östersund: <https://tekniskhandbok.ostersund.se/dagvatten/dagvattenhantering-vid-byggnation/>

Va-guiden. (den 19 11 2025). Hämtat från Va-guiden: makadamdike+va-guiden

Va-guiden. *Brunnsfilter* (den 12 06 2026). [Brunnsfilter - VA-guiden](#)

Östersund.se. Fördröjningsdamm vid Semsån. (den 05 08 2026). [Fördröjningsdamm vid Semsån - Östersund.se](#)

Appendix A

Relativa och absoluta osäkerheter kopplat till reningseffekter enligt föreslaget dagvattensystem (exklusive biofilter) redovisas i Tabell 20- Tabell 22. Reningseffekternas säkerhet har klassificerats av Stormtac och markerats i tabellerna. Hög säkerhet har grönmarkerats, medel säkerhet har markerats i gult och låg säkerhet har markerats i rött. För kvartersmark J har Stormtac inte klassificerat om osäkerheten är hög, medel eller låg. Därför har tabellen ej markerats i färg. Det går dock att dra slutsatser kring osäkerheternas storhet vid jämförelse med klassificering för kvartersmark E och allmän platsmark.

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Tabell 20. Reningseffekt (%) för kvartersmark E samt beräknade osäkerheter enligt Stormtac.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Uträknat		66	65	66	72	74	82	57	58	33	64	77	56	48
Absolut osäkerhet (+/-)	€	5.9	5.7	3.6	3.4	3.1	9.0	3.9	3.9	11	2.4	28	9.5	32
Relativ osäkerhet (%)	δ	9.0	8.8	5.4	4.8	4.2	11	6.8	6.8	33	3.8	36	17	67

Tabell 21. Reningseffekt (%) för kvartersmark J samt beräknade osäkerheter enligt Stormtac.

Ämne		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Uträknat		77	43	91	83	90	77	91	87	64	83	99	95	94
Absolut osäkerhet (+/-)	€	40	360	38	20	99	35	14	170	40	30	160	33	51
Relativ osäkerhet (%)	δ	51	850	41	24	110	45	16	200	62	36	160	34	55

Tabell 22. Reningseffekt (%) för allmän platsmark samt beräknade osäkerheter enligt Stormtac.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Uträknat		-18	56	63	54	68	26	70	60	26	67	89	70	70
Absolut osäkerhet (+/-)	€	0	11	4.1	6.0	6.6	4.5	20	45	8.4	5.1	32	12	47
Relativ osäkerhet (%)	δ	110	19	6.5	11	9.7	17	28	75	33	7.6	36	17	67

Appendix B

I Tabell 23 - Tabell 24 redovisas framtida föroreningssituation baserat på föreslaget dagvattensystem samt kompletterande reningsanläggningar i form av biofilter.

Tabell 23. Framtida föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) baserat på föreslaget dagvattensystem samt kompletterande reningsanläggningar i form av biofilter.

Ämne	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	47	160	82	63
N	920	1000	470	860
Pb	0,65	2,8	1,7	1
Cu	5	15	5,3	6
Zn	7,1	25	7,0	8,8
Cd	0,057	0,072	0,20	0,079
Cr	1,2	4	2,7	1,7
Ni	1,4	1,8	2,3	1,6
Hg	0,014	0,033	0,036	0,019
SS	7000	19 000	14 000	92 000
Olja	25	310	67	59
PAH16	0,023	0,017	0,037	0,039
BaP	0,0050	0,025	0,010	0,0077

Tabell 24. Framtida föroreningsmängder (kg/år) baserat på föreslaget dagvattensystem samt kompletterande reningsanläggningar i form av biofilter.

Ämne	Kvartersmark J	Kvartersmark E	Allmän platsmark	Totalt (hela planområdet)
P	2,1	0,95	0,78	3,9
N	42	5,8	4,5	53
Pb	0,030	0,016	0,016	0,062
Cu	0,23	0,087	0,050	0,37
Zn	0,33	0,14	0,066	0,54
Cd	0,0026	0,00042	0,0019	0,0049
Cr	0,055	0,023	0,026	0,10
Ni	0,064	0,011	0,022	0,097
Hg	0,00065	0,00019	0,00034	0,0012
SS	320	110	130	570
Olja	1,2	1,8	0,63	3,6
PAH16	0,0011	0,00098	0,00035	0,0024
BaP	0,00023	0,00015	0,000097	0,00047