

Dagvattenutredning

Detachment I21, Torråsen,
Östersunds kommun

Fortifikationsverket



Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Dagvattenutredning Torråsen, Östersund
Uppdragsnummer	30063015-100
Kund	Fortifikationsverket
Upprättad av	Ludwig Maringelli, Louise Söderberg & Elin Wilander
Reviderad av	Nathalie Roos
Kontrollerad av	Patrik Härle & Philip Hultemar
Godkänd av	Anders Öreberg
Datum	2025-10-23
Ver	2.0
Dokumentreferens	Dagvattenutredning Detachement I21, Torråsen, Östersunds kommun_rev251023

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Omfattning	6
1.2	Organisation	7
1.3	Underlag	7
1.4	Koordinat- och höjdsystem	7
2	Riktlinjer för planering av dagvatten	8
2.1	Svenskt Vatten P110	8
2.2	Dagvattenhantering, Östersunds kommun	8
2.3	Miljökvalitetsnormer	9
3	Områdesbeskrivning	10
3.1	Topografi	11
3.2	Ytliga rinnvägar och avrinningsområden	11
3.3	Geotekniska förutsättningar	12
3.4	Grundvatten	13
3.5	Markmiljö	15
3.6	Riks-, natur- och kulturintressen	15
3.7	Naturvärdesinventering	15
3.8	Markavvattningsföretag	17
3.9	Befintliga VA-ledningar och dagvattenhantering	17
3.10	Övriga befintliga ledningar	17
4	Recipienter och vattenförekomster	18
4.1	Rannåsbäcken (WA14033922)	19
4.2	Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550)	19
4.3	Storsjön (WA54917789)	20
5	Framtida exploatering	21
5.1	Dimensioneringskrav	21
5.2	Krav på rening av föroreningar	22
6	Dagvattenflöden och fördröjningsbehov	24
6.1	Markanvändning	25
6.2	Kasernområde	25
6.2.1	Utflöde från avrinningsområde N2	26
6.2.2	Beräkningar delområde 1	27
6.2.3	Beräkningar delområde 2	27
6.2.4	Beräkningar delområde 3	28
6.3	Motorområde	28
6.3.1	Utflöde från avrinningsområde N1	29
6.3.2	Utflöde från avrinningsområde SÖDER	29
6.3.3	Beräkningar delområde 4	30
6.3.4	Beräkningar delområde 5	30
7	Föroreningsanalys	31
7.1	Nederbördsdata	31
7.2	Kasernområde	31
7.2.1	Delområde 1	31
7.2.2	Delområde 2	33
7.2.3	Delområde 3	35
7.3	Motorområde	37
7.3.1	Delområde 4	38
7.3.2	Delområde 5	39

8	Förslag på systemlösning.....	42
8.1	Kasernområde.....	42
8.1.1	Delområde 1	42
8.1.2	Delområde 2	44
8.1.3	Delområde 3	47
8.1.4	Slutsats systemlösning för kasernområde	50
8.2	Motorområde	51
8.2.1	Delområde 4	51
8.2.2	Delområde 5	55
8.2.3	Slutsats systemlösning för motorområde	57
8.3	Oljeavskiljare	58
8.4	Analys av reningsbehov	58
8.5	Urval av ämnen bland Östersunds riktvärden	59
9	Dagvatten och samspel med omgivningen	62
10	Övrigt om dagvatten	64
10.1	Höjdsättning	64
10.2	Drift och underhåll av dagvattenanläggningar	64
10.3	Snösmältning och tjäle.....	65
10.4	Avledning till recipient och påverkan på statliga anläggningar	65
10.5	Snöupplag	65
10.6	Släckvatten	66
10.7	Dagvattenhantering under byggskedet.....	67
10.8	Skyfallshantering	67
10.9	Ekosystemtjänster	67
11	Litteraturförteckning.....	69

Sammanfattning

Fortifikationsverket planerar för byggnation av ett nytt detachement, I21, vid Torråsen i Östersund. Det aktuella området, som idag är ett kuperat skogs- och rekreationsområde, kommer att genomgå en stor förändring för att bereda plats för detachementet. För att omhänderta dagvattnet från etableringsområdet på ett säkert sätt har delområden för dagvattenhanteringen tagits fram baserat på den framtagna höjdsättningen i området. Höjdsättningen har tagits fram i samverkan med massbalans, landskap och skyfall. Totalt sett består etableringsområdet av fem olika delområden där dagvattenhanteringen ska säkerställas.

Etableringsområdet består av moränlera eller lerig morän, torv och berg, med vissa delar täckta av ett tunt lager oklassad jordart och torv. Två genomsläpplighetszoner påverkar området, där den största delen har låg genomsläpplighet och en mindre del har medelhög genomsläpplighet. De förekommande jordarterna och genomsläpplighetszonerna indikerar att infiltration inte är lämplig som dagvattenhanteringsmetod inom området. Dock finns det också osäkerheter kring grundvattennivåernas korrelation med nederbörd och det finns en risk att hårdgörande av marken kommer att påverka grundvattennivåerna negativt då vatten hindras från att infiltrera i marken. En mer utförlig undersökning av grundvattennivåernas relation till nederbörd behöver göras och möjligheterna till återinfiltration av dagvatten för att kompensera hårdgörandet av marken kan behöva övervägas.

Den föreslagna exploateringen medför en markant förändring av markanvändningen. Detta leder i sin tur till ett ökat bidrag av ytlig dagvattenavrinning från området och därmed ett behov av fördröjning av flöden.

Fördröjningsbehovet har beräknats utifrån de befintliga avrinningsområdena som belastar nedströmsliggande trummor under E14 och E45. Utgångspunkten har varit att befintliga naturmarksflöden till respektive trumma inte ska öka till följd av exploateringen och därmed bedöms ingen negativ påverkan på de statliga anläggningarna ske. Den erforderliga fördröjningsvolymen har beräknats till cirka 2 000 m³ för kasernområdet och cirka 6 200 m³ för motorområdet.

Dagvattenhanteringen inom kasernområdet innefattar främst biofilter eller krossdiken. Dagvatten bedöms kunna ledas till anläggningarna, som placeras inom området, för vidare infiltration eller avledning till recipient. För motorområdet planeras avledning via större diken utmed motorområdets kanter, vilka leder dagvatten till särskilda, täta anläggningar (dammar eller våtmarker) för rening och fördröjning. Även diken kan med fördel utföras som krossdiken för ytterligare fördröjning och rening.

Föreslagna dagvattenanläggningar har i StormTac beräknats kunna ge tillräcklig reningseffekt för att uppnå majoriteten av Österunds kommuns riktvärden för utsläpp av föroreningar till recipient. Det är främst rening av BaP, flouranten, TBT och BgP som inte når riktvärdena och särskilt resonemang kring detta förs i rapporten.

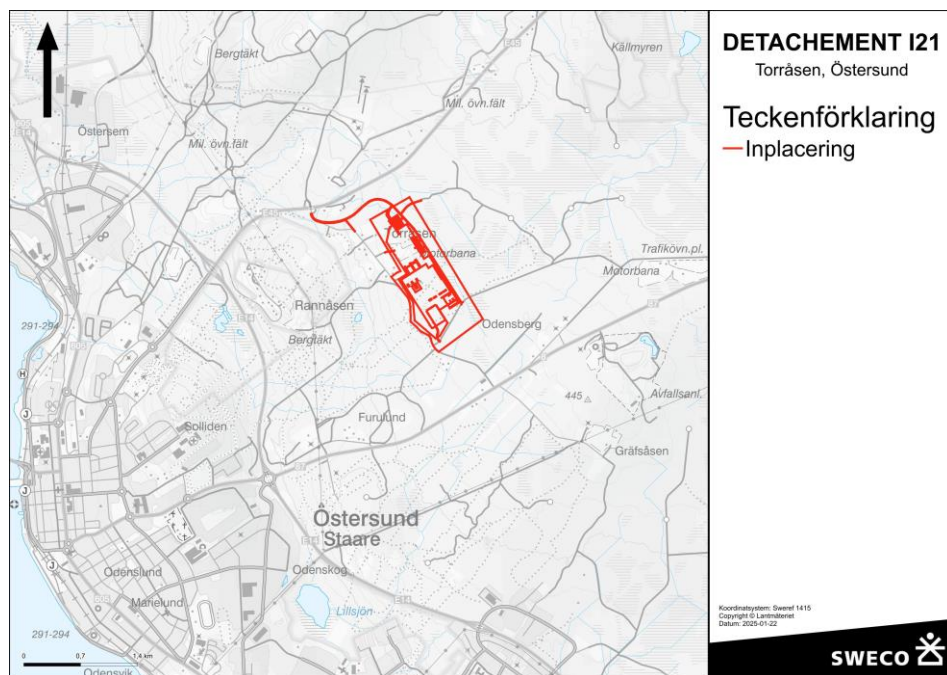
1 Inledning

Försvarsmakten är under tillväxt. Enligt regeringsbeslut 17 december 2020 ska Försvarsmakten inrätta ett antal nya regementen, vilka Fortifikationsverket har till uppgift att planera för och anlägga. I Östersunds kommun finns en av de beslutade placeringarna, Jämtlands fältjägarbatal, ett detachement till I21, som föreslås placeras i Torråsen, cirka fem kilometer öster om Östersund.

Fortifikationsverket har med stöd av Sweco 2022–2025 genomfört en fördjupad inplaceringsstudie, vilket utgör grund för en ny detaljplan.

Denna utredning ska utgöra underlag till en ny detaljplan för del av fastigheten Karlslund 2:2 som ska planläggas för regementet (se Figur 1-1). Regementsområdet behöver omfatta cirka 65 hektar mark för att kunna inrymma de funktioner som Försvarsmakten har behov av.

Utredningen kommer att ha fokus på att analysera områdets förutsättningar för dagvattenhantering, där systemlösningar för dagvattenrening, avledning samt fördröjning skall tas fram. Planområdet består idag av ett stort skogs- och rekreationsområde.



Figur 1-1. Lokalisering av etableringsområdet för Detachment I21, öster om Östersund.

1.1 Omfattning

Utredningen syftar till att beskriva och analysera områdets förutsättningar för dagvattenhantering, inkluderat dagvattenfördröjning samt dagvattenrening. Vidare ska en systemlösning med åtgärder för fördröjning och rening av dagvatten tas fram, bland annat med hänsyn till miljö kvalitetsnormer för vatten. Samordning med höjdsättning och massbalans samt skyfallsutredningen har genomförts för att skapa förutsättningar för gemensam hantering av vattenavledning och magasinering.

1.2 Organisation

Beställare:	Fortifikationsverket
Uppdragsledare:	Anders Öreberg
Granskare:	Patrik Härle & Philip Hultemar
Teknikansvarig:	Nathalie Roos
Handläggare:	Nathalie Roos

1.3 Underlag

De underlag som har använts för att ta fram denna rapport är följande:

- Kart- och ritningsunderlag tillhandahållet av Beställaren
- Planskiss framtagen av Sweco
- Övergripande höjdsättning framtagen av Sweco
- Grundvattenmätningar utförda av Sweco
- Markteknisk undersökningsrapport framtagen av Sweco
- PM markmiljö - Karlsund 2:2 - Torråsen, Östersunds kommun framtagen av Sweco
- Naturvärdesinventering genomförd av Väg & Miljö
- SGU:s jordartskarta, grundvattenkarta & genomsläpplighetskarta
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS)
- Underlag från Ledningskollen (Genomförd oktober 2023) avseende befintliga ledningar
- Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, *Riktlinje – Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient* (Östersunds kommun 2022a)
- Svenskt Vatten P110 (2016)
- Översiktsplan för Östersund, *Östersund 2040 Översiktsplan, antagen 20 juni 2022* (Östersunds kommun 2022b)
- PM Övergripande släckvattenutredning Detachement I21, Torråsen, Östersund kommun framtagen av Sweco
- Övergripande massbalansering och höjdsättning nytt detachement till I21 (ver.2) framtagen av Sweco

1.4 Koordinat- och höjdsystem

Utredningen utförs med RH 2000 och SWEREF99 14 15.

2 Riktlinjer för planering av dagvatten

2.1 Svenskt Vatten P110

Svenskt Vattens publikation P110 är en publikation som ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta krav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten 2016). Huvudbudskapen i P110 är övergripande krav och förutsättningar för samhällets avvattnings i form av riktlinjer för dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensioner och utformning av nya spillvattenledningar samt hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand. Nya dagvattensystem ska utformas och höjdsättas så att det vid överbelastning av avlopssystemet inte kan uppstå några skador på fastigheter. Detta innebär också att höjdsättning av byggnader måste anpassas så att ytligt rinnande dagvatten inte orsakar skada vid exempelvis ett skyfall. Ledningar ska dimensioneras för den så kallade "hjässnivån" (fullt rör) samt för marknivån och vatten som inte får plats i ledningarna kan komma att behöva hanteras ovan mark. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten ska ökas med en klimatkoefficient då beräkning av dagvattenflöden görs.

2.2 Dagvattenhantering, Östersunds kommun

Östersunds kommun har som VA-huvudman ansvar för sitt eget VA-ledningsnät. I kommunens VA-program och översiktsplan beskrivs vägledning och riktlinjer för dagvatten. Här beskrivs prioriteringar och åtgärder för omställning till en hållbar dagvattenhantering. Åtgärder som Östersunds kommun vill genomföra för att uppnå en hållbar dagvattenhantering är följande:

- Minskad föroreningsbelastning till recipient.
- Minskad belastning på ledningsnätet.
- Öppna system för dagvatten med fördröjande och renande effekt.
- Ersätta kombinerade ledningar med separata ledningssystem för dagvatten och spillvatten.
- Ersätta avledning av dagvatten i slutna ledningssystem med öppna dagvattenlösningar.
- Öka andelen genomsläppliga ytor vid tät bebyggelse.
- Ta hänsyn till riskområde vid skyfall.
- Lämpliga områden där dagvattensystemet kan bräddas vid översvämningar.
- Ta fram riktlinjer för omhändertagande av dagvatten för fastighetsägare.
- Skapa verksamhetsområde för dagvatten.

I Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering finns några ytterligare punkter som gäller för nya och ändrade detalplaner:

- Öppna dagvattenlösningar ska prioriteras framför slutna lösningar.

- Inom planområden ska rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 gälla för fördröjning av dagvatten.
- Inom varje fastighet ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas.
- Den fysiska planeringen ska genomföras så att ny bebyggelse och nya anläggningar ej påverkar omkringliggande bebyggelse, infrastruktur och markområden negativt vid normala eller kraftiga (100-årsregn) regnhändelser.
- En klimatkfaktor på 1,25 ska användas vid samtliga regnscenarier för att ta hänsyn till framtida regnhändelser.
- Vid genomförandet av detaljplaner ska dagvatten minst renas ner till befintlig situation inom planområdet idag.
- Hänsyn ska tas till platsspecifika förutsättningar i samtliga riktlinjer ovan.

2.3 Miljökvalitetsnormer

EU:s vattendirektiv infördes i den svenska lagstiftningen år 2004.

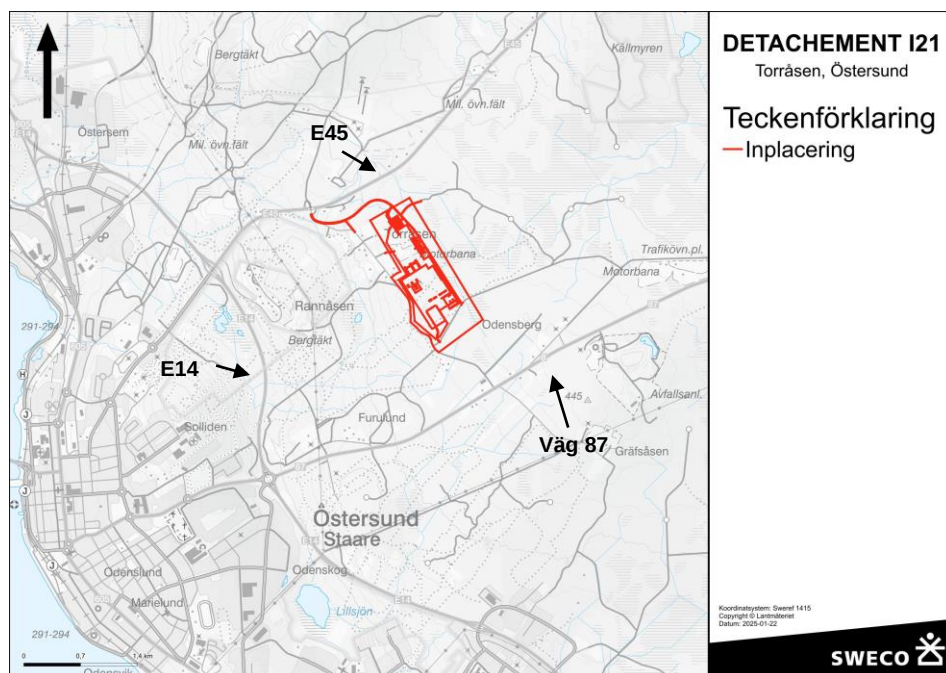
Vattendirektivet har tagits fram av EU för att skapa en likadan förvaltning av medlemslänternas vatten och syftar till att förbättra våra vatten och skapa en hållbar förvaltning av dem. Förvaltningen baseras på avrinningsområden i stället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. I Sverige har de fem vattenmyndigheterna ansvaret för vattenförvaltning i varsitt distrikt. Arbetet sker i cykler på sex år och varje cykel inleds med en kartläggning som utgör underlag för klassificering av hur vattnen mår för att bestämma miljökvalitetsnormer. Miljökvalitetsnormerna anger vilken status ett vatten ska ha vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vatten ska uppnå god kvalitet, det finns dessutom ett förbud mot att försämra statusen.

3 Områdesbeskrivning

Det nya detachementet I21 planeras att lokaliseras vid Torråsen, nordöst om Östersund, mellan E45 och väg 87 (se Figur 3-1). Det område som studeras är cirka 120 hektar stort totalt och består idag av ett kuperat skogs- och rekreationsområde. Delar av rekreationsområdet används som skidspår på vintern. Området som ska exploateras omfattar cirka 65 hektar mark. Inom etableringsområdet finns det även en gammal motorbana som har använts av Försvarsmakten för fordonsövningar.

Etableringsområdet ligger en bit utanför Östersund i ett glesbyggt område med skog i omgivningarna. Området avgränsas i väst av mestadels skog och åkermark. Mindre bebyggelse samt en landsväg följer västra delen av etableringsområdet. Östra samt södra delen av etableringsområdet avgränsas uteslutande utav skog. Etableringsområdet avgränsas i norr av skog, åkermark och mindre bebyggelse.

Idag ingår inte etableringsområdet för det nya detachementet i verksamhetsområdet för allmänt VA. Utgångspunkten för denna utredning är att detta inte ska förändras och att området således ska vara kvar utanför det kommunala verksamhetsområdet för dagvatten. Detta medför att VA-huvudmannen inte ansvarar för de anläggningar som föreslås.

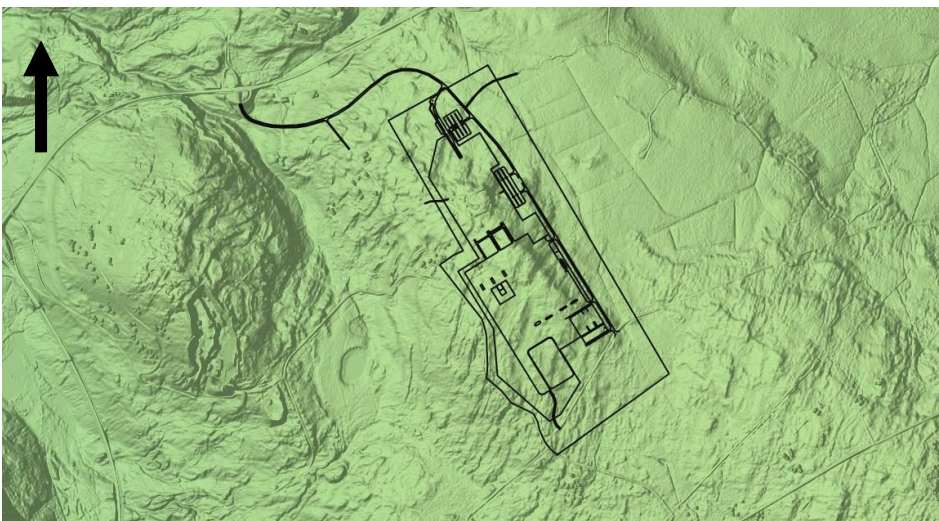


Figur 3-1. Översiktskarta över etableringsområdet i förhållande till omkringliggande orter och större vägar.

3.1 Topografi

Marken inom etableringsområdet består idag av ett kuperat skogs- och rekreationsområde. Genom etableringsområdet, ungefär i nord-sydlig riktning, går en höjdrygg som utgör en yttlig vattendelare för nederbörd som faller på marken. En översikt av etableringsområdet i förhållande till topografin ges av Figur 3-2.

Marknivåerna inom etableringsområdet varierar idag från cirka +435 m som högst till omkring +420 m i de lägre delarna. Byggnation av det nya regementet kommer att innebära stora förändringar i topografin för att göra ytorna lämpliga att nyttja i verksamheten. Detta innebär således att befintlig situation och en framtida situation kommer att skilja sig åt, även om projektet arbetar för att minimera påverkan.



Figur 3-2. Etableringsområdet i förhållande till befintlig topografi. Figuren är ett skärmbild från SCALGO Live.

3.2 Ytliga rinnvägar och avrinningsområden

Utifrån befintliga marknivåer har en analys av yttliga flödesvägar utförts i webbverktyget SCALGO Live. I verktyget används Lantmäteriets höjddata (RH 2000, 1x1 m) för att beräkna yttligt vattens förväntade rinnvägar över terrängen samt för lokalisering av lågpunkter. Verktöget tar dock generellt inte hänsyn till eventuella ledningsnät eller andra underjordiska element, så som trummor eller kulvertar, utanför tätbebyggda områden. I vissa fall kan trummor under större vägar finnas inlagda i SCALGO.

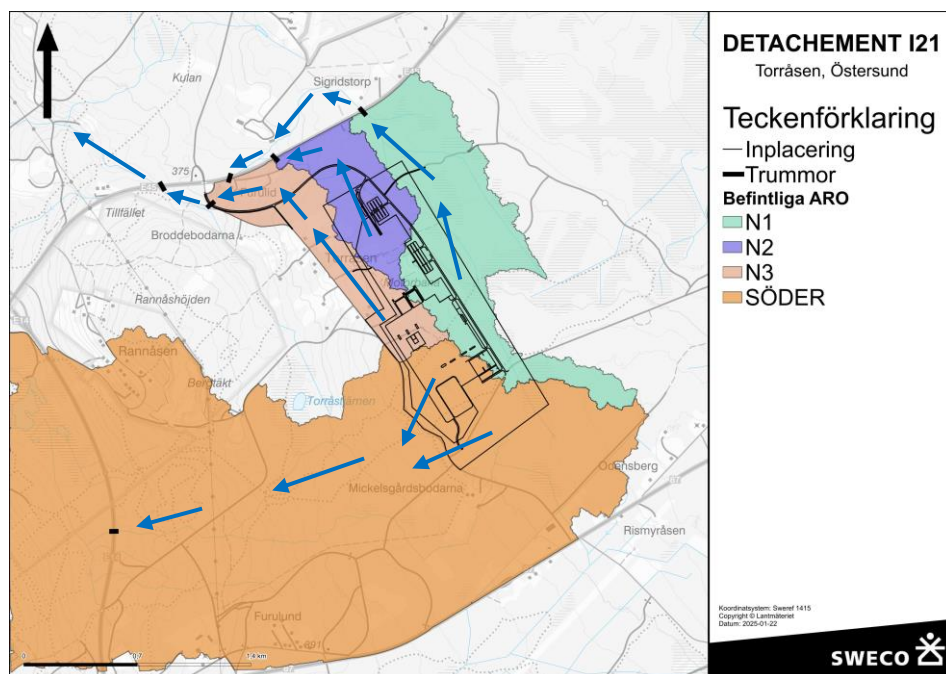
Verktöget är inte heller dynamiskt och visar inte effekten av flödesbegränsningar, exempelvis dämning vid trummor eller liknande där flödeskapacitet kan vara begränsande.

Hela etableringsområdet ligger inom avrinningsområde till Åssjön, nordväst om etableringsområdet. Från det avgränsade området rinner vatten dock i olika riktningar och fyra delavrinningsområden har avgränsats. De fyra avrinningsområdena redovisas i Figur 3-3 tillsammans med pilar som visar den huvudsakliga riktningen på de yttliga flödesvägarna, samt placering av olika trummor som leder vatten under vägar i området. Allt vatten sammanstrålar

slutligen i samma flödeslinje och avrinner mot Åssjön och vidare mot Indalsälven.

Avrinningsområde N1, N2 och N3 avvattnar etableringsområdet via diken/mindre vattendrag som leder vatten norrut mot E45. Vatten från N1 och N2 avleds via separata trummor under E45 och flödet sammanstrålar sedan i ett dike norr om E45. Detta dike leds under E45 (söderut) och sammanstrålar med dike i avrinningsområde N3. Från avrinningsområde N3 rinner vatten först genom en trumma under landsväg och sedan genom en trumma under E45, vidare norrut. Vatten från avrinningsområde N1, N2 och N3 rinner via Sågbäcken till Rannåsbäcken, vidare till Semsåviken och Åssjön.

Avrinningsområde SÖDER avvattnas åt sydväst via diken eller mindre vattendrag. Vattnet leds under E14 via en trumma och rinner sedan vidare mot Rannåstjärnen och Rannåsbäcken, vidare mot Semsåviken och Åssjön.



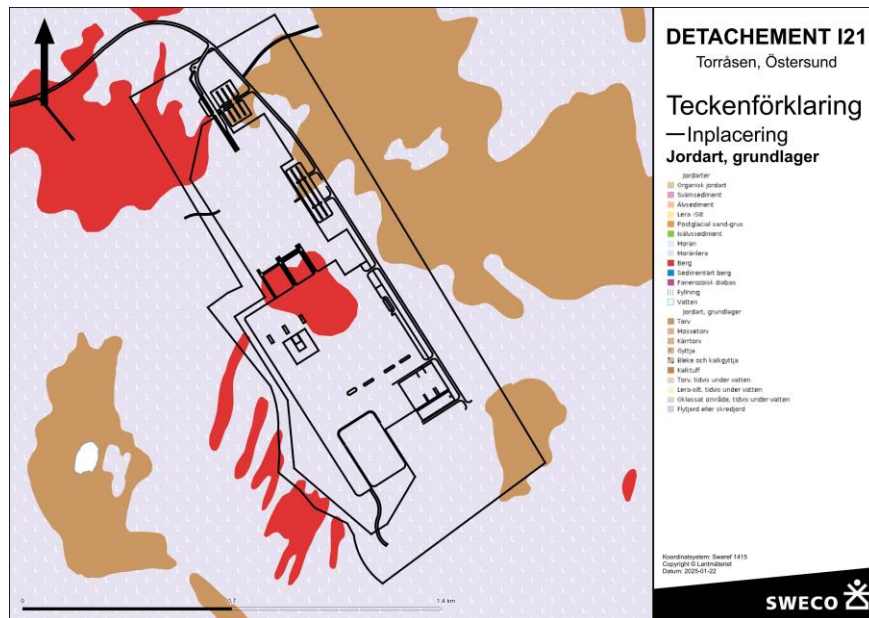
Figur 3-3. Befintliga avrinningsområden och riktning på yttliga flödesvägar, baserat på befintlig topografi i området. Vatten från etableringsområdet avrinner i fyra olika riktningar och avvattnas från området via trummor under vägarna.

3.3 Geotekniska förutsättningar

Enligt SGU:s jordartskarta, Jordarter 1:25 000 – 1:100 000, förekommer det inom etableringsområdet huvudsakligen tre olika jordarter. De grundlager som förekommer vid det utredda området är moränlera eller lerig morän, torv och berg (se Figur 3-4). Vissa områden har även ett tunt eller osammanhängande ytlager av oklassad jordart och torv. Detta bekräftas även i version 3 av det PM Geoteknik som tagits fram av Sweco (2024).

Inom etableringsområdet är den bedömda genomsläppligheten i marken (enligt SGU:s genomsläpplighetskarta) främst låg, men på vissa punktvisa områden medelhög. Detta innebär generellt att området inte lämpar sig för dagvattenhantering genom infiltration.

Dränering av planområdet sker idag främst genom jordens mullager. Även diken längs med kringliggande vägar leder bort vatten. Den marktekniska undersökningsrapporten visar att eftersom jorden består av främst lermorän är infiltrationskapaciteten, precis som SGU:s kartering visar, låg.



Figur 3-4. Jordarter inom etableringsområdet och dess närområde (SGU:s digitala kartverktyg). Ljuslila motsvarar moränlera/lerig morän, rött motsvarar berg och brunt motsvarar torv.

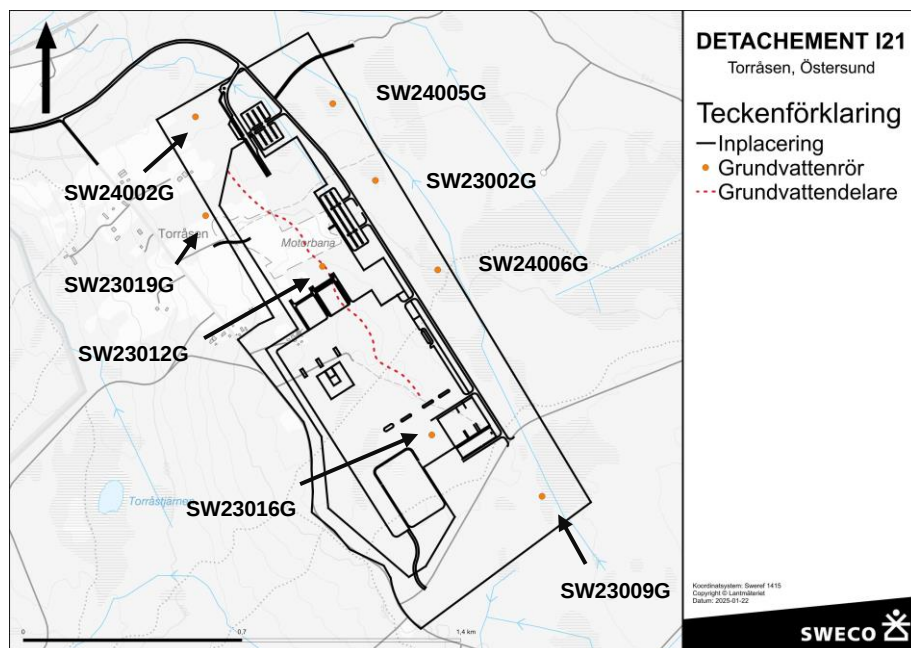
3.4 Grundvatten

Inom etableringsområdet finns det flertalet grundvattenrör installerade för att mäta variationerna i grundvattennivå (se Figur 3-5). Grundvattenytan varierar i olika punkter och ligger i vissa delområden långt under markytan medan den i andra punkter ibland ligger ovan markytan. Detta kan förväntas ha stor inverkan på vilka typer av dagvattenanläggningar som kan nyttjas.

I Figur 3-5 redovisas även linje för var en tolkad grundvattendelare antas finnas i marken.

Manuell mätning av grundvattennivåerna (se Tabell 3-1) visar att grundvattenytan generellt är lägre i den södra delen av området, medan de högre grundvattennivåerna återfinns inom den norra delen av etableringsområdet. Detta stämmer även väl överens med de jordarter som identifierats inom området där de högre grundvattennivåerna sammanfaller med områden med torv, som generellt är täta och tenderar att vara blöta.

Eftersom manuella grundvattenmätningar sker med relativt långa perioder mellan mätningarna säger dessa inte så mycket om variationen i nivåerna över året, eller korrelationen med nederbörd. Eftersom korrelationen med nederbörd kan vara avgörande för hur dagvattenhantering kan ske har så kallade divers installerats i ett antal grundvattenrör på platsen, vilka kan mäta grundvattennivåerna kontinuerligt över tid. Insamling av denna data har dock inte kunnat nyttjas fullt ut i detta skede av dagvattenutredningen eftersom sammanställningen ännu inte innehåller tillräckligt mycket data för att ge en representativ bild av variationen över året.



Figur 3-5. Placering av grundvattenrör för mätning av grundvattennivåer i olika punkter. Även en linje som visar tolkad grundvattendelare redovisas.

Tabell 3-1. Redogörelse för grundvattenmätningar inom området.

Grundvattenrör	Variation, djup under markyta	Medelnivå under markyta	Antal mätningar	Tidsintervall för mätningar
SW23002	0 – 1,26 m*	0,1 m**	7	230403 – 240920
SW23009	0,21 – 0,42 m	0,33 m	5	230403 – 240920
SW23012	1,55 – 1,7 m	1,7 m eller djupare***	6	230403 – 240920
SW23016	0,42 – 1,38 m	0,75 m	6	230404 – 240920
SW23019	0,67 – 2,3 m	2,3 m eller djupare***	6	230412 – 240920
SW24002	0,28 – 0,42 m	0,33 m	3	240322 – 240920
SW24005	0,3 – 0,39 m	0,34 m	3	230322 – 240920
SW24006	0,19 m	0,19 m	1	240920
SW24007****	0 – 3,09*	0,2 m över markyta**	3	240322 – 240920

* Värden över markyta förekommer

** Enstaka värde som sticker ut från mängden har plockats bort från beräkning av medelnivå under markytan.

*** Mätningarna har vid majoriteten av mättillfällena varit torra, alltså att ingen grundvattennivå har påträffats.

**** Grundvattenröret är placerad utanför kartans utbredning, väster om SW24002G.

3.5 Markmiljö

Sweco har i maj 2023 utfört en markteknisk undersökning vid platsen där det nya regementet planeras (Sweco 2023). Syftet med undersökningen var att bedöma lämpligheten för den planerade markanvändningen. Provtagningen fokuserades kring den äldre motorbanan inom etableringsområdet, då detta område ansågs vara området med störst sannolikhet att hitta markföroreningar.

Vid undersökningen noterades inga tecken på markföroreningar, varken på markytan eller i marklagren. Något förhöjda metallhalter av arsenik, kobolt och nickel uppmättes dock. De något förhöjda halterna har bedömts vara naturliga för området och bedöms inte utgöra några hinder för den planerade markanvändningen inom detachementet.

3.6 Riks-, natur- och kulturintressen

Likt resterande Sverige omfattas etableringsområdet av klassningen Nitratkänsliga områden (nitratdirektivet 91/676/EEG) samt Avloppsvattenkänsliga områden (Avloppsdirektivet 91/271/EEG). Området omfattas inte av något vattenskyddsområde. Dock så omfattas området av riksintresse för totalförsvaret och ligger inom ett riskområde för VA.

Enligt Fornsök (Riksantikvarieämbetets söktjänst) finns det fem övriga kulturhistoriska lämningar inom etableringsområdet, där samtliga lämningar består av gamla husgrunder. I närheten av området återfinns också ytterligare en forn lämning bestående av husgrund samt en bytomt/gårdstomt och en fyndplats. Etableringsområdet innefattar även en del av en övrig kulturhistorisk lämning i form av en fåbod.

Inga av ovan nämnda lämningar har någon påverkan på dagvattenhanteringen för regementet.

3.7 Naturvärdesinventering

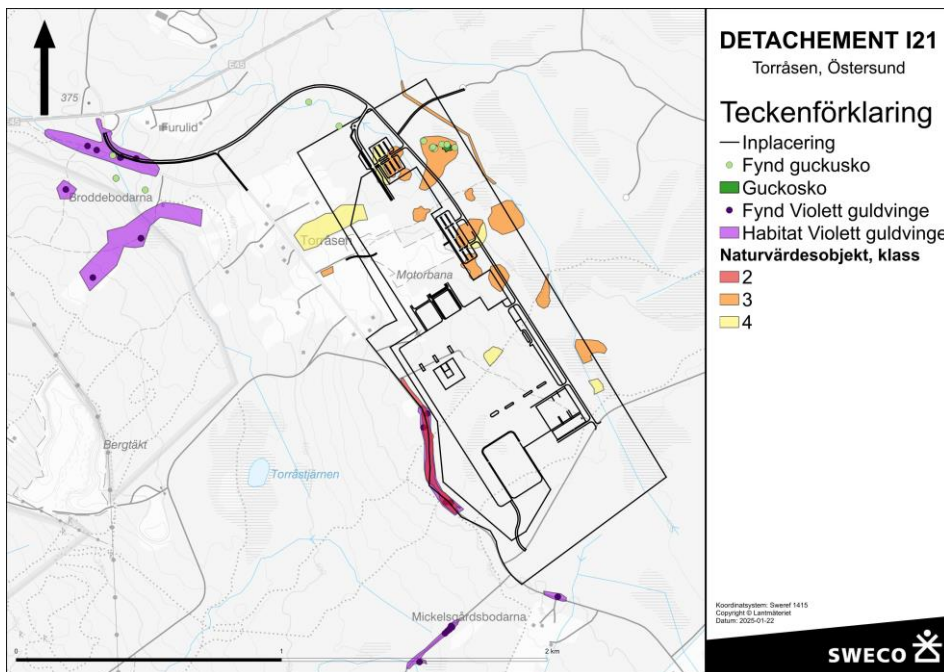
I samband med detaljplanearbetet har det utförts ett antal naturvärdesinventeringar (NVI) och andra relaterade utredningar i området. Den första genomfördes under 2022 för ett större område, Gräfsåsen, där undersökningen skedde på en översiktlig nivå. En andra inventering är utförd under 2023 för ett område vid Torråsen där det tilltänkta området för Detachment I21 ska lokaliseras. Ytterligare undersökningar har utförts under 2024.

Nedan listas de inventeringar och utredningar som genomförts. I Figur 3-6 redovisas resultaten av de olika inventeringarna och utredningarna tillsammans med inplaceringen.

Vid utformning av situationsplanen inom detaljplaneområdet har hänsyn tagits till resultaten av de olika utredningarna och avvägningar och prioriteringar har gjorts för att hitta den lämpligaste placeringen.

- Naturvärdesinventering Gräfsåsen, Östersunds kommun 2022 (Väg & Miljö 2022) – resultat redovisas ej i figur.
- Naturvärdesinventering Torråsen, Östersunds kommun 2023 (Väg & Miljö 2023a) – resultat redovisas i figur.

- Violet guldvinge Torråsen, Östersunds kommun 2023 (Väg & Miljö 2023b) – resultat redovisas i figur.
- Artskyddsutredning violett guldvinge, Torråsen, Östersunds kommun 2024 (Väg & Miljö 2024a) – resultat redovisas i figur.
- Utredning av Guckusko (Väg & Miljö 2024b), dock ej färdigställd ännu – resultat redovisas i figur.



Figur 3-6. Karta över samtliga avgränsade naturvärdesobjekt som identifierats under naturvärdesinventeringens fältstudie (data från Väg & Miljö 2023a).

De avgränsade naturvärdesobjekten består av ett område med högt naturvärde, tolv områden med påtagligt naturvärde och fem områden med visst naturvärde. Området med högt naturvärde är lokaliserad längs med den befintliga vägen genom Torråsen.

Olika fynd av violett guldvinge vid olika inventeringstillfällen redovisas i figuren. Även plats för deras habitat redovisas. Ett av de markerade habitaterna sammanfaller med naturvärde av klass 2 – högt värde.

Följande text är hämtad från artskyddsutredningen för violett guldvinge:

"Violett guldvinge ställer mycket specifika krav på sin livsmiljö. Arten är knuten till fuktiga och friska marker i form av soliga skogsgläntor, ledningsgator samt väg-, kärr- och myrkanter. De absolut viktigaste habitaterna är dock ogödslade och hävdade ängs- och betesmarker. I regel förekommer arten på örtrika marker av ovanstående typer med rörligt och marknära grundvatten."

Eftersom violett guldvinge är knuten till fuktiga marker samt rörliga och marknära grundvatten är det viktigt att dagvattenutredningen tar hänsyn till detta då hantering av dagvatten ska bedömas och platser för placering av anläggningar ska föreslås. Beroende på hur dagvattenhantering behöver ske, samt var anläggningar lämpligast placeras, kan olika hänsyn behöva tas till fjärlarna.

Fynd av guckusko har gjorts framför allt i de norra och nordöstra delarna av planområdet. Ett stort fynd av guckusko har lokaliserats i planområdets nordöstra hörn och sammanfaller med ett naturvärdesobjekt av klass 3 samt med en våtmark.

Vid arbetet med inplaceringen har stor hänsyn tagits till detta fynd av guckusko och även dagvattenhanteringen kommer sannolikt att ha stor betydelse för fyndet, vilket beskrivs närmare i kapitel 9.

3.8 Markavvattningsföretag

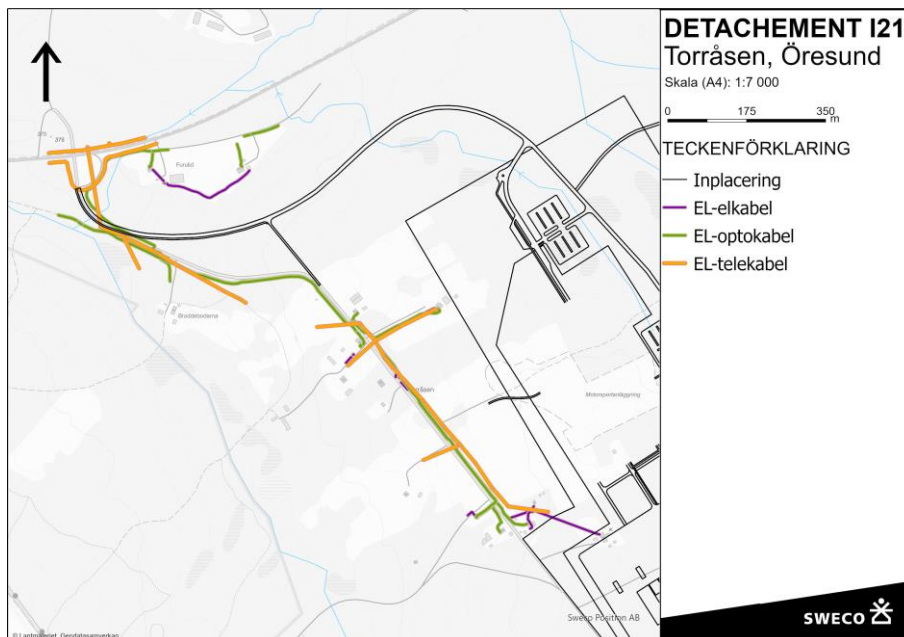
I området finns diken som tillhör markavvattningsföretag och dagvatten från regementet planeras att släppas till några av dessa. I samband med exploateringen kommer Östersunds kommun dock att se över möjligheten att upphäva relevanta markavvattningsföretag och det kommer därmed inte att finnas någon flödesrestriktion för dagvatten med hänsyn till dessa.

3.9 Befintliga VA-ledningar och dagvattenhantering

Det förekommer idag inga befintliga VA-ledningar inom etableringsområdet som påverkar exploateringen.

3.10 Övriga befintliga ledningar

Via ledningskollen.se har insamling av underlag kring ledningar gjorts i oktober 2023. Material har inkommit från E.ON, GlobalConnect, Jämtkraft Elnät AB, Skanova och Trafikverket. GlobalConnect, Jämtkraft Elnät AB och Skanova, har ledningar som kan komma att beröras vid schaktning inom etableringsområdet, deras placering visas i Figur 3-7. Observera att ny ledningskoll ska utföras vid projektering.



Figur 3-7. Övriga befintliga ledningar som kan bli berörda vid framtida schaktning.

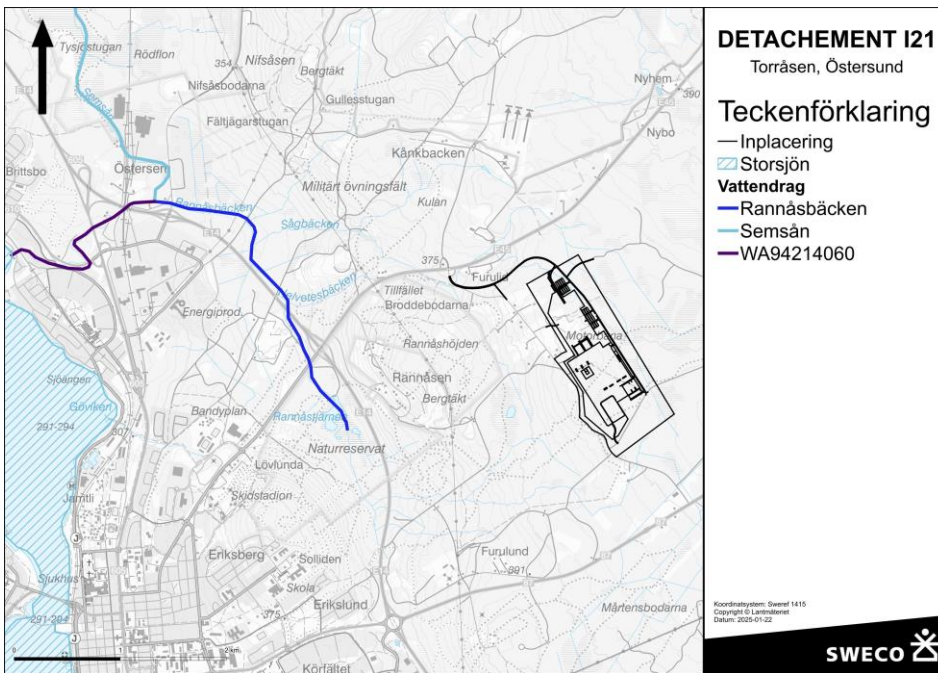
4 Recipienter och vattenförekomster

Vattenförekomstens tillstånd klassificeras enligt EU:s vattendirektiv (2000/60/EG) med avseende på ekologisk status och kemisk ytvattenstatus. Miljökvalitetsnormer ska uppnås i varje vattenförekomst. Vattenförekomsternas status klassificeras utifrån kvalitetsfaktorer i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Vid exploatering kan ytvattenrecipienter och grundvattenrecipienter påverkas av det förändrade landskapet då dessa mottar dagvatten från en ny markanvändning/verksamhetsutövning.

Avvattningen i områdets direkta närhet sker via diken/mindre vattendrag som inte är klassade som vattenförekomster. Rannåsbäcken däremot är klassad som vattenförekomst i två olika delsträckor, Rannåsbäcken (WA14033922) och Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550), och omfattas av miljökvalitetsnormer enligt EU:s vattendirektiv. Rannåsbäcken har utlopp till Åssjön som är en del av Storsjön (WA54917789), som även den omfattas av miljökvalitetsnormer.

Samtliga berörda vattenförekomster presenteras i Figur 4-1.

Information om recipienternas nuvarande status samt miljökvalitetsnormer hämtas från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).



Figur 4-1. Vattenförekomster som belastas med vatten från etableringsområdet. Rannåsbäcken, Semsån/Rannåsbäcken samt Storsjön omfattas av miljökvalitetsnormer.

4.1 Rannåsbäcken (WA14033922)

Rannåsbäcken är ett 2 km långt naturligt vattendrag som rinner genom Östersunds kommun och har Indalsälven som huvudavrinningsområde. Vattendraget är fiskförande. Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för vattenförekomsten redovisas i Tabell 4-1 (VISS 2024a).

För den ekologiska statusen har Rannåsbäcken en tidsfrist till 2027 på grund av tekniska skäl. Det är framför allt påverkan på det morfologiska tillståndet, förändringar i konnektivitet och påverkan på mängden näringsämnen som är anledningen till vattendragets status. Några av de särskilt förorenade ämnen (SFÅ) som studerats i vattendraget och kan väntas förekomma i dagvatten är arsenik, koppar, krom och zink. Dessa ämnen bedöms i dagsläget som god status men ytterligare provtagningar krävs för att öka säkerheten i bedömningen. Den kemiska statusen beror framför allt på uppmätta halter av bromerade difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar samt perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och dess derivater.

Identifierade påverkanskällor för Rannåsbäcken är punktkällor från förorenade områden, diffusa källor från atmosfärisk deposition, förändring av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar samt förändring av morfologiskt tillstånd.

Tabell 4-1. Aktuell ekologisk och kemisk status, samt beslutade miljö kvalitetsnormer för ekologisk och kemisk status för vattenförekomsten Rannåsbäcken (WA14033922), hämtad från VISS (2024a).

Rannåsbäcken (WA14033922)		
Ekologisk status (år 2021)	Måttlig	
Miljö kvalitetsnorm ekologisk status (2021)	God ekologisk status 2027	
Kemisk status (år 2021)	Uppnår ej god	
Miljö kvalitetsnorm kemisk status (2021)	God kemisk ytvattenstatus*	

* Med undantag, mindre stränga krav, för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Senare målår (2027) gäller för PFOS.

4.2 Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550)

Semsån/Rannåsbäcken är ett 3 km långt naturligt vattendrag som rinner igenom Östersunds kommun och har Indalsälven som huvudavrinningsområde. Vattendraget är fiskförande. Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för vattenförekomsten redovisas i Tabell 4-2 (VISS 2024b).

För den ekologiska statusen har Semsån/Rannåsbäcken en tidsfrist till 2027 på grund av tekniska skäl. Det är framför allt påverkan på fysikaliska och kemiska kvalitetsfaktorer, det morfologiska tillståndet och förändringar i konnektivitet som är anledningen till vattendragets status. Några av de särskilt förorenade ämnen (SFÅ) som studerats i vattendraget och kan väntas förekomma i dagvatten är arsenik, koppar, krom och zink. Dessa ämnen bedöms i dagsläget som god status men ytterligare provtagningar krävs för att öka säkerheten i bedömningen. Den kemiska statusen beror framför allt på uppmätta halter av bromerade difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar samt perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och dess derivater.

Identifierade påverkanskällor för Semsån/Rannåsbäcken är punktkällor från förorenade områden, diffusa källor från urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, förändring

av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar samt förändring av morfologiskt tillstånd på grund av bland annat jordbruk.

Tabell 4-2. Aktuell ekologisk och kemisk status, samt beslutade miljö kvalitetsnormer för ekologisk och kemisk status för vattenförekomsten Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550), hämtad från VISS (2024b).

Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550)		
Ekologisk status (år 2021)	Måttlig	
Miljö kvalitetsnorm ekologisk status (2021)	God ekologisk status 2027	
Kemisk status (år 2021)	Uppnår ej god	
Miljö kvalitetsnorm kemisk status (2021)	God kemisk ytvattenstatus*	

* Med undantag, mindre stränga krav, för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Senare målår (2027) gäller för PFOS.

4.3 Storsjön (WA54917789)

Storsjön är en cirka 456 km² stor sjö av naturlig härkomst. Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för vattenförekomsten redovisas i Tabell 4-3 (VISS 2024c).

För den ekologiska statusen har Storsjön en tidsfrist till 2039 då bedömningen görs att tiden för att genomföra åtgärder efter att tillstånd meddelats, tillsammans med efterföljande återhämtning i sjön, medför att god ekologisk status inte kan uppnås tidigare än 2039. Ett flertal parametrar, bland annat fisk, konnektivitet och morfologiskt tillstånd, ligger till grund för den befintliga statusen i sjön. Bland de särskilt förorenande ämnena är det koppar som bedöms ha måttlig status.

Ett flertal prioriterade ämnen medverkar till att den kemiska statusen uppnår ”ej god”. Dessa är antracen, bromerad difenyleter, bly och blyföreningar, kvicksilver och kvicksilverföreningar, flouranten, PFOS, benso(a)pyren, benso(g,h,i)perylen samt tributyltennföreningar.

För bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar råder mindre stränga krav eftersom det anses tekniskt omöjligt att uppnå halter motsvarande god kemisk status. För PFOS råder undantag – senare målår eftersom vattenförekomstens återhämtning tar tid. För resterande ämnen som listas ovan råder tidsfrist till 2027.

Identifierade påverkanskällor för föroreningar i Storsjön är punktkällor från förorenade områden, reningsverk och industri medan diffusa källor utgörs av transport och infrastruktur, förorenad mark/gammal industrimark och atmosfärisk deposition. Samtliga anses ha en betydande påverkan.

Tabell 4-3. Aktuell ekologisk och kemisk status, samt beslutade miljö kvalitetsnormer för ekologisk och kemisk status för vattenförekomsten Storsjön (WA54917789), hämtad från VISS (2024c).

Semsån/Rannåsbäcken (WA31194550)		
Ekologisk status (år 2021)	Måttlig	
Miljö kvalitetsnorm ekologisk status (2021)	God ekologisk status 2039	
Kemisk status (år 2021)	Uppnår ej god	
Miljö kvalitetsnorm kemisk status (2021)	God kemisk ytvattenstatus*	

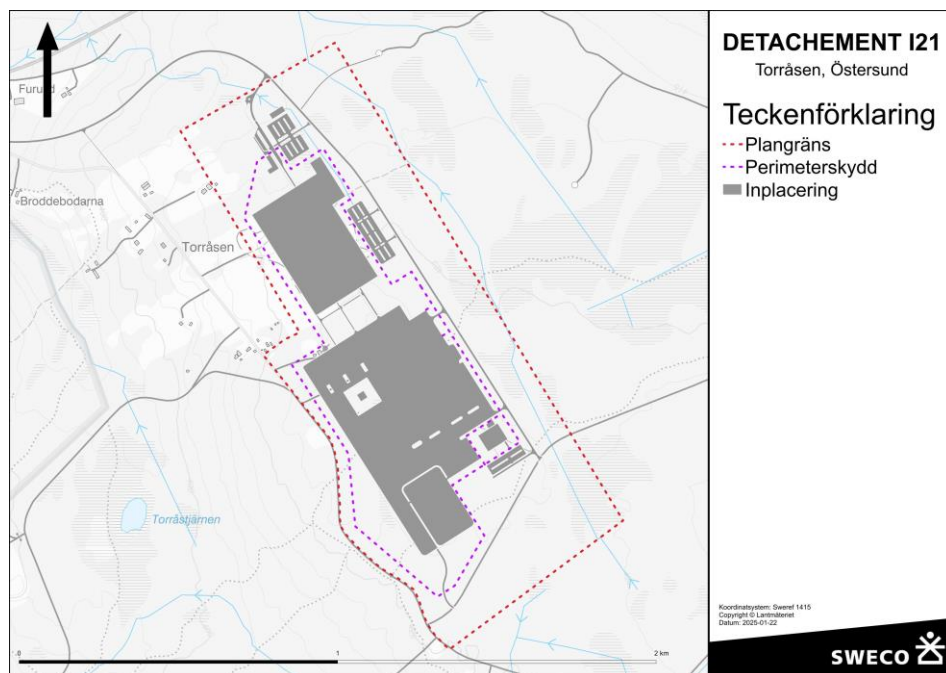
* Med undantag, mindre stränga krav, för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Senare målår (2027) gäller för PFOS. Tidsfrister gäller för ett flertal ämnen.

5 Framtida exploatering

Detaljplanen omfattar ett område motsvarande cirka 120 hektar. Den yta som kommer att exploateras och som hanteras i dagvattenutredningen uppgår till omkring 42 hektar mark. Inom de 42 hektaren kommer en stor förändring av markens hårdgöringsgrad att ske vilket kommer att ha en stor inverkan på dagvattensituationen i området, både med avseende på flöden och med avseende på föroreningsbelastning.

Inom detachement I21 kommer det att finnas ett kasernområde och ett motorområde. Motorområdet kommer i hög grad att vara helt hårdgjort med nästan uteslutande hårdgjorda ytor så som tak, asfalt och hårdpackat grus. Inom kasernområdet kommer det att finnas hårdgjorda ytor i form av tak, vägar och andra, mindre asfalterade ytor, men det kommer även finnas mer grönytor som är genomsläppliga.

En maskerad situationsplan för området framgår av Figur 5-1.



Figur 5-1. Maskerad situationsplan för området med motorområde i söder och kasernområde i norr. Även detaljplanegräns och perimeterskydd framgår.

5.1 Dimensioneringskrav

Dimensioneringskrav för nya dagvattensystem bestäms utifrån vägledning i Svenskt Vattens publikation P110. För fastigheten bedöms att dimensionering bör utföras för ett 2-årsregn för fylld ledning och för ett 10-årsregn för trycklinje upp till marknivå, då området är beläget i ett glest område längre ifrån befintlig bebyggelse (gles bostadsbebyggelse enligt P110).

För att inte negativt påverka omkringliggande samhällsfunktioner (så som E45, E14 samt intilliggande fastigheter) utgår denna utredning ifrån att befintliga flöden till omgivningen inte ska öka till följd av exploateringen. För att bestämma flödena för befintlig situation uppskattas avrinningen utifrån figur 4.4 i Svenskt

Vattens P110 (specifik naturmarksavrinning för olika stora områden). Befintlig avrinning vid det dimensionerande regnet (10 år för trycknivå i marknivå) ansätts som tillåtet utflöde från området efter exploatering. På detta vis säkerställs att exploateringen inte medför någon ökad belastning nedströms avseende dagvattenflöden.

5.2 Krav på rening av föroreningar

Östersunds kommun har tagit fram en riktlinje med krav på rening av dagvatten som lämnar fastigheten (Riktlinje, Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient).

Östersunds kommuns riktvärden har satts i relation till miljökvalitetsnormerna för vatten och är framtagna med en metod som syftar till att miljökvalitetsnormerna ska kunna uppnås. Så länge tillräcklig rening av dagvatten kan ske så att riktvärdena kan nås görs bedömningen att en exploatering generellt inte medför minskad möjlighet för recipienterna att uppnå MKN. Riktvärdena visas i Tabell 5-1 och de ämnen som är fetmarkerade har inkluderats i dagvattenutredningens föroreningsanalys. En bedömning om vilka ämnen som är aktuella att studera för planområdet har gjorts och motivering till varför vissa ämnen valts bort kan läsas i avsnitt 8.5.

Tabell 5-1. Riktvärden för ämnen och parametrar som ska kontrolleras vid utsläpp av förorenat dagvatten till Semsån och Rannåsbäcken (Östersunds kommun, *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient*). **Fetmarkerad** text betyder att ämnet har inkluderats i dagvattenutredningens föroreningsanalys.

Ämne/parameter	Riktvärde [µg/l]
Arsenik, As	1
Bly, Pb	5
Kadmium, Cd	0,08
Koppar, Cu	20
Krom, Cr	8
Kvicksilver, Hg	0,07
Nickel, Ni	15
Zink, Zn	60
Oljeindex (olja)	500
Suspenderat material (SS)	25 000
pH	6-9
Fosfor (P)	70
Kväve (N)	1250
TOC	12 000
Polyklorerade bifenyler (PCB7)	0,014
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017
Bensen (Benz)	1
Metyl-tert-butyleter (MTBE)	15
Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS11)	0,09

PFAS20 + 6:2 FTS (PFAS 21)	0,1
PFAS4	0,004
Perfluoroktansulfonsyra (PFOS, totalhalt)	0,00065
Tributyltenn (TBT)	0,0002
Triklöretylen	10
Antracen	0,1
Flouranten	0,0063
Benso(g,h,i)perylene	0,0082
Nonylfenoler	0,3
Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	1,3
Oktylfenol	0,1
Glyfosat	100

6 Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

Flöden beräknas utifrån regnintensitet, områdets storlek och en avrinningskoefficient som är ett uttryck för hur stor del av nederbörden som avrinner efter förluster genom avdunstning, infiltration och adsorption av växtligheten eller genom magasinering i markytans ojämnheter. En hög avrinningskoefficient speglar ett material där vatten snabbt rinner av och en låg avrinningskoefficient speglar ett material där avrinningen går mer långsamt och eventuellt reduceras på vägen. Formeln för den rationella metoden är följande:

$$q_{dim} = i \cdot \varphi \cdot A$$

Där

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

i = regnintensitet [l/(s·ha)]

φ = avrinningskoefficient [-]

A = area [ha]

Regnintensiteten varierar med återkomsttid och regnvarighet och beräknas med Dahlströms ekvation 2010 gällande regnvarigheter upp till 24 timmar:

$$i_{\bar{A}} = 190 \cdot \sqrt[3]{\bar{A}} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/(s·ha)]

T_R = regnvarighet [min]

$\bar{A}$ = återkomsttid [månader]

För beräkningar med den rationella metoden sätts regnvarigheten till samma värde som den tidsmässigt längsta rinnvägen inom avrinningsområdet. Detta värde kan skilja sig mellan befintlig och exploaterad situation eftersom olika typer av ytor tillåter vatten att rinna olika snabbt. För den framtida situationen har rinntiden bedömts vara 10 minuter baserat på en översiktlig bedömning av etableringsområdet, där snabb avrinning på hårdgjorda ytor sker och då 10 minuter är den kortaste rekommenderade rinntiden enligt Svenskt Vatten.

6.1 Markanvändning

Den nuvarande markanvändningen inom etableringsområdet är till största del kuperad skogs- och åkermark. Inom området finns det även en gammal motorbana, mindre bebyggelse och mindre grus och asfaltsvägar. För beräkningarna ansätts hela det befintliga området som skogs- och åkermark med en avrinningskoefficient på 0,1.

Exploateringen kommer att bidra till en förändring av markanvändningen. Den största förändringen utgörs av de tillkommande asfaltsytorna samt tillkommande byggnader. En grov översikt av de olika ytorna och fördelningen mellan dessa, efter exploatering, framgår av Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Ytor och antagna avrinningskoefficienter för olika markanvändningar inom etableringsområdet.

Kasernområde			
Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	6,4	5,1
Tak	0,9	2,1	1,9
Grönyta	0,1	7,4	0,7
	0,48	15,9	7,7
Motorområde			
Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	19,9	15,9
Tak	0,9	6,1	5,5
	0,82	26	21,4
Totalt för hela området	0,69	41,9	29,1

Den reducerade arean beräknas med avrinningskoefficienten och motsvarar den andel av den totala arean som bidrar till avrinningen. Till följd av exploateringen kommer den viktade avrinningskoefficienten att öka till omkring 0,69 jämfört med dagens 0,1. Detta innebär att en större del av etableringsområdet kommer att bidra med dagvattenavrinning, vilket medför större flöden nedströms. Det är av denna anledning som fördröjning av dagvatten behöver ske för att inte nedströms liggande områden och infrastruktur ska påverkas negativt av exploateringen.

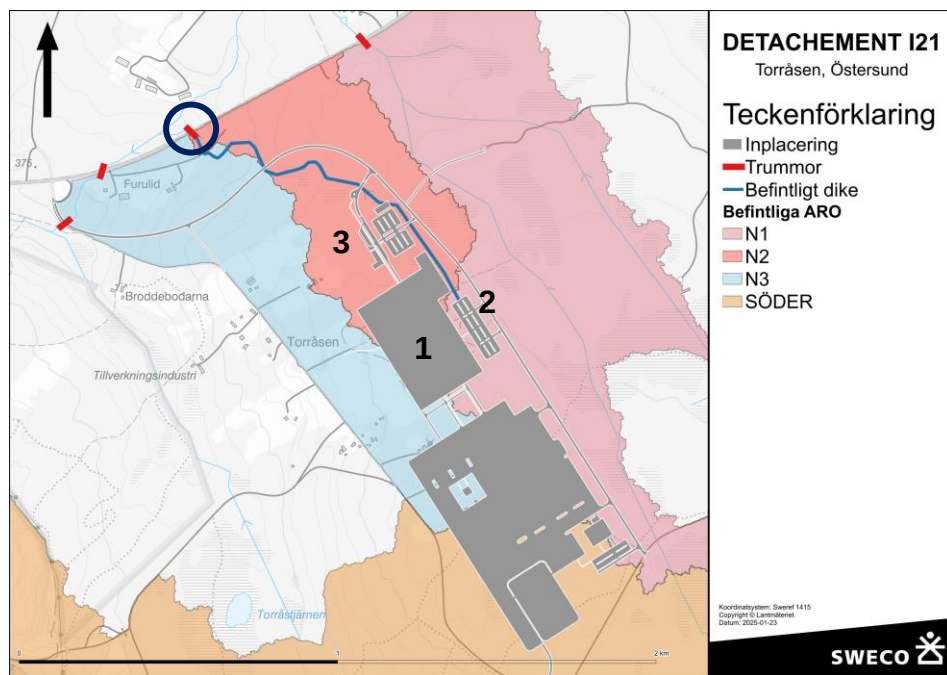
6.2 Kasernområde

Kasernområdet ligger placerat så att de planerade ytorna hamnar över tre befintliga avrinningsområden (se Figur 6-1). De planerade ytorna hamnar dock i utkanten av respektive avrinningsområde och med den nya höjdsättningen av området kan det antas att dagvatten kommer att styras så att avrinning helt och hållet sker inom avrinningsområde N2.

Inom avrinningsområde N2 finns ett befintligt dike (se figur). Detta dike kan utgöra mottagare av utjämnat dagvattenflöde från kasernområdet och kan leda dagvatten till trumman som korsar E45 (se inringat med svart i figur). I samband

med exploateringen och byggnation av regementet kan diket behöva grävas om och anpassas till områdets förutsättningar.

Kasernområdet delas in i tre olika delområden där beräkning av dimensionerande flöden och fördröjningsbehov utförs för respektive delområde. Uppdelningen i delområden framgår av Figur 6-1 och utgörs av själva kasernområdet (1), en större parkering öster om kasernområdet (2) samt "vakten" med tillhörande parkering norr om kasernområdet (3).



Figur 6-1. Översikt av inplacering i förhållande till befintliga avrinningsområden, befintligt dike inom avrinningsområde N2 samt trumma som dagvatten kommer att avledas till. Aktuell trumma är inringad. Uppdelning av kasernområdet i delområden framgår av siffrorna 1-3.

6.2.1 Utflöde från avrinningsområde N2

I befintlig situation är det totala avrinningsområdet till trumma (markerad med svart cirkel i Figur 6-1) cirka 41 hektar stort. Enligt figur 4.4 i P110 (Svenskt Vatten 2016) kan ett naturmarksområde av denna storlek förväntas ha en specifik avrinning på omkring 11 l/(s, ha) vid ett 10-årsregn. Detta innebär att ett 10-årsregn i dagens situation kan antas generera ett dagvattenflöde på omkring 450 l/s till den specifika trumman ($11 \cdot 41 = 451$).

Eftersom den nya höjdsättningen av området leder till viss förändring av avrinningsområdenas gränser så får detta som följd att den totala ytan som avrinner mot trumman förändras. Med den nya höjdsättningen kan ytan som avrinner mot trumman förväntas öka med cirka 6,5 hektar.

Om det totala flödet till trumman ska vara oförändrat innebär detta att den specifika avrinningen från området behöver minska. Nytt totalt avrinningsområde uppgår till $41 + 6,5 = 47,5$ hektar och den specifika avrinningen minskar till $451 / 47,5 = 9$ l/(s, ha).

För att det totala flödet till trumman inte ska öka efter exploatering behöver alltså utflödet från kasernområdet begränsas till 9 l/(s, ha).

6.2.2 Beräkningar delområde 1

Markanvändning inom delområde 1 framgår av Tabell 6-2.

Den reducerade ytan uppgår till 4,69 hektar. Med en klimatkfaktor på 1,25 och med en dimensionerande regnvaraktighet på 10 minuter fås dimensionerande flöden enligt Tabell 6-3.

Med en total yta på 7,96 hektar och med en begränsning på utflöde till 9 l/(s, ha) uppgår det totala tillåtna utflödet till 76 l/s. För ett 10-årsregn innebär detta att erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 1 282 m³. Denna volym uppstår vid en regnvaraktighet på 105 minuter.

Tabell 6-2. Markanvändning inom kasernområdets delområde 1.

Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	3,34	2,67
Tak	0,9	1,95	1,75
Grönyta	0,1	2,68	0,27
	0,59	7,96	4,69

Tabell 6-3. Beräknat dimensionerande flöde för 2- respektive 10-årsregn, inklusive klimatkfaktor 1,25.

	2-årsregn	10-årsregn
Dimensionerande flöde [l/s]	787	1 337

6.2.3 Beräkningar delområde 2

Markanvändning inom delområde 2 framgår av Tabell 6-4.

Den reducerade ytan uppgår till 1,01 hektar. Med en klimatkfaktor på 1,25 och med en dimensionerande regnvaraktighet på 10 minuter fås dimensionerande flöden enligt Tabell 6-5.

Med en total yta på 1,53 hektar och med en begränsning på utflöde till 9 l/(s, ha) uppgår det totala tillåtna utflödet till 15 l/s. För ett 10-årsregn innebär detta att erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 288 m³. Denna volym uppstår vid en regnvaraktighet på 120 minuter.

Tabell 6-4. Markanvändning inom kasernområdets delområde 1.

Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	1,23	0,98
Grönyta	0,1	0,31	0,03
	0,75	1,53	1,01

Tabell 6-5. Beräknat dimensionerande flöde för 2- respektive 10-årsregn, inklusive klimatkfaktor 1,25.

	2-årsregn	10-årsregn
Dimensionerande flöde [l/s]	170	289

6.2.4 Beräkningar delområde 3

Markanvändning inom delområde 3 framgår av Tabell 6-6.

Den reducerade ytan uppgår till 1,54 hektar. Med en klimatkfaktor på 1,25 och med en dimensionerande regnvaraktighet på 10 minuter fås dimensionerande flöden enligt Tabell 6-7.

Med en total yta på 4,58 hektar och med en begränsning på utflöde till 9 l/(s, ha) uppgår det totala tillåtna utflödet till 41 l/s. För ett 10-årsregn innebär detta att erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 345 m³. Denna volym uppstår vid en regnvaraktighet på 55 minuter.

Tabell 6-6. Markanvändning inom kasernområdets delområde 1.

Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	1,33	1,07
Tak	0,9	0,18	0,16
Grönyta	0,1	3,07	0,31
	0,34	4,58	1,54

Tabell 6-7. Beräknat dimensionerande flöde för 2- respektive 10-årsregn, inklusive klimatkfaktor 1,25.

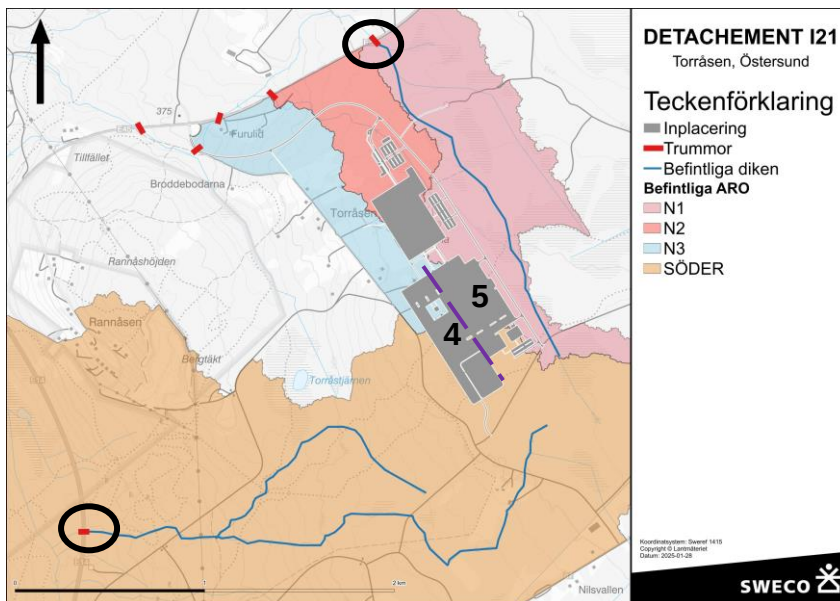
	2-årsregn	10-årsregn
Dimensionerande flöde [l/s]	257	436

6.3 Motorområde

Motorområdet ligger placerat så att de planerade ytorna hamnar över tre befintliga avrinningsområden (se Figur 6-2). Den planerade höjdsättningen innebär dock att avrinning från motorområdet huvudsakligen kommer att ske dels österut, mot avrinningsområde N1, dels västerut mot avrinningsområde SÖDER. Höjdryggen i området finns placerad ungefär i linje med lila, streckad linje i figur.

Inom både avrinningsområde N1 och avrinningsområde SÖDER finns befintliga diken (se figur) som kan utgöra mottagare av utjämnat dagvattenflöde från motorområdet. Dessa diken kan leda dagvatten dels till trumman som korsar E45 i norr, dels till trumman som korsar E14 i väst (se inringat med svart i figur).

Motorområdet delas in i två olika delområden där beräkning av dimensionerande flöden och fördröjningsbehov utförs för respektive delområde. Uppdelningen i delområden framgår av Figur 6-2.



Figur 6-2. Översikt av inplacering i förhållande till befintliga avrinningsområden, befintliga diken inom avrinningsområde N1 och avrinningsområde SÖDER, samt trummor som dagvatten kommer att avledas till. Aktuella trummor är inringade. Uppdelning av motorområdet i delområden framgår av siffrorna 4-5.

6.3.1 Utflöde från avrinningsområde N1

I befintlig situation är det totala avrinningsområdet till trumma (markerad med svart cirkel i Figur 6-2, norröver) cirka 107 hektar stort. Enligt figur 4.4 i P110 (Svenskt Vatten 2016) kan ett naturmarksområde av denna storlek förväntas ha en specifik avrinning på omkring 7 l/(s, ha) vid ett 10-årsregn. Detta innebär att ett 10-årsregn i dagens situation kan antas generera ett dagvattenflöde på omkring 750 l/s till den specifika trumman ($7 \cdot 107 = 749$).

Eftersom den nya höjdsättningen av området leder till viss förändring av avrinningsområdenas gränser så får detta som följd att den totala ytan som avrinner mot trumman förändras. Med den nya höjdsättningen är det vissa nya ytor som tillkommer, men även vissa ytor som avrinner mot nya områden. Totalt ökar avrinningsområdet med cirka 3,6 hektar vilket är marginellt i förhållande till det totala avrinningsområdet på 107 hektar. Förändringen får ingen påverkan på den specifika avrinningen och denna bedöms därmed fortsatt ligga omkring 7 l/(s, ha).

6.3.2 Utflöde från avrinningsområde SÖDER

I befintlig situation är det totala avrinningsområdet till trumma (markerad med svart cirkel i Figur 6-2, väster om) cirka 240 hektar stort. Enligt figur 4.4 i P110 (Svenskt Vatten 2016) kan ett naturmarksområde av denna storlek förväntas ha en specifik avrinning på omkring 4,5 l/(s, ha) vid ett 10-årsregn. Detta innebär att ett 10-årsregn i dagens situation kan antas generera ett dagvattenflöde på omkring 1 080 l/s till den specifika trumman ($4,5 \cdot 240 = 1 080$).

Eftersom den nya höjdsättningen av området leder till viss förändring av avrinningsområdenas gränser så får detta som följd att den totala ytan som avrinner mot trumman förändras. Med den nya höjdsättningen är det vissa nya ytor som tillkommer, men även vissa ytor som avrinner mot nya områden. Totalt

ökar avrinningsområdet med cirka 1,6 hektar vilket är marginellt i förhållande till det totala avrinningsområdet på 240 hektar. Förändringen får ingen påverkan på den specifika avrinningen och denna bedöms därmed fortsatt ligga omkring 4,5 l/(s, ha).

6.3.3 Beräkningar delområde 4

Markanvändning inom delområde 4 framgår av Tabell 6-8.

Den reducerade ytan uppgår till 11,76 hektar. Med en klimatkfaktor på 1,25 och med en dimensionerande regnvaraktighet på 10 minuter fås dimensionerande flöden enligt Tabell 6-9.

Med en total yta på 14,31 hektar och med ett begränsat utflöde på 4,5 l/(s, ha) uppgår det totala tillåtna utflödet till 64 l/s. För ett 10-årsregn innebär detta att erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 4 783 m³. Denna volym uppstår vid en regnvaraktighet på 510 minuter.

Tabell 6-8. Markanvändning inom kasernområdets delområde 1.

Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	11,11	8,89
Tak	0,9	3,19	2,87
	0,82	14,31	11,76

Tabell 6-9. Beräknat dimensionerande flöde för 2- respektive 10-årsregn, inklusive klimatkfaktor 1,25.

	2-årsregn	10-årsregn
Dimensionerande flöde [l/s]	1 973	3 352

6.3.4 Beräkningar delområde 5

Markanvändning inom delområde 5 framgår av Tabell 6-10.

Den reducerade ytan uppgår till cirka 10 hektar. Med en klimatkfaktor på 1,25 och med en dimensionerande regnvaraktighet på 10 minuter fås dimensionerande flöden enligt Tabell 6-11.

Med en total yta på 12,16 hektar och med ett begränsat utflöde på 7 l/(s, ha) uppgår det totala tillåtna utflödet till 82 l/s. För ett 10-årsregn innebär detta att erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 3 484 m³. Denna volym uppstår vid en regnvaraktighet på 255 minuter.

Tabell 6-10. Markanvändning inom kasernområdets delområde 1.

Markanvändning	Antagen avrinningskoefficient	Area [ha]	Reducerad Area [ha]
Asfalt	0,8	9,23	7,38
Tak	0,9	2,93	2,64
	0,82	12,16	10,02

Tabell 6-11. Beräknat dimensionerande flöde för 2- respektive 10-årsregn, inklusive klimatkfaktor 1,25.

	2-årsregn	10-årsregn
Dimensionerande flöde [l/s]	1 681	2 856

7 Föroreningsanalys

Beräkning av föroreningsbelastning har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v. 25.3.1). Modellen är ett planverktyg där översiktliga beräkningar av flöden samt koncentrationer och mängder av olika föroreningar kan utföras. Indata till modellen består av nederbördsdata för det aktuella området samt dess markanvändning. Resultaten baseras på olika schablonvärden av föroreningskoncentrationer kopplade till ett urval av markanvändningar. Schablonerna baseras på vetenskapliga studier men kvaliteten varierar och resultaten är relativt osäkra men metodiken anses vara bästa möjliga.

7.1 Nederbördsdata

Den närmaste väderstationen är Östersund med klimatnummer 134100. Årsmedelvärdet för nederbörd är 562 mm. Detta värde korrigeras med en faktor 1,1 som är framtagen av SMHI och som kompenserar för underskott i mätningarna.

7.2 Kasernområde

Eftersom flöden och fördröjningsbehov beräknas för olika delområden så utförs även föroreningsberäkningarna för samma uppdelning av delområden. Detta är för att bedöma om var och en av de olika anläggningarna för fördröjning även kan åstadkomma erforderlig rening av dagvatten.

7.2.1 Delområde 1

Kasernområdet beskrivs som *"gles bebyggelse med bostäder, administrationsbyggnader, idrottshall etc. där man både bor och verkar. Utemiljön består av klippta gräsmattor, ängsytor, fotbollsplan, hårdgjorda uppställningsytor för fordon, torgliknande platser vid vissa byggnadsentréer, vistelseytor, större och mindre parkeringsytor, samt vägnät för både fordon, gång och cykel"*.

För delområde 1 inom kasernområde ansätts i StormTac markanvändningen *"Gles bostadsbebyggelse – bostadsområden i form av flerfamiljshus och arbetsområden"*. Enligt beskrivningen av markanvändningen i StormTacs guide består denna typ av yta av en blandning av flerfamiljshus och centrumområde inom en förort, d.v.s. utanför centrala delarna av en stad. Markanvändningen inkluderar lokalgator. Denna beskrivning bedöms stämma in med den beskrivning som ges av kasernområdet. Markanvändningen före exploatering ansätts i StormTac som *"skogs- och ängsmark"*.

De beräknade nuvarande och förväntade framtida föroreningshalterna redogörs för i Tabell 7-1. De beräknade halterna jämförs med riktvärdena som tagits fram av Östersunds kommun. Halter som överstiger riktvärden markeras med röd färg och halter som understiger riktvärden markeras med grön färg.

Det framgår av tabellen att de förväntade halterna för majoriteten av de studerade ämnena överskrider riktvärdena och att det därmed föreligger ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-1. Riktvärde för föroreningshalter i dagvatten, halter vid nuvarande markanvändning samt förväntade halter för delområdet till följd av exploatering, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning. Även reningsbehovet i % för framtida förväntade halter att nå riktvärde framgår. Vid jämförelse mot riktvärden anges halterna som röda när riktvärdet överskrids och som gröna när riktvärdet uppnås.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [µg/l]	Reningsbehov
Fosfor (P)	70	81	240	71 %
Kväve (N)	1 250	1100	1 700	26 %
Bly (Pb)	5	3,6	16	69 %
Koppar (Cu)	20	6,9	24	17 %
Zink (Zn)	60	20	92	35 %
Kadmium (Cd)	0,08	0,16	0,75	89 %
Krom (Cr)	8	2,0	7,6	-
Nickel (Ni)	15	2,4	8,3	-
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0057	0,035	-
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	77 000	68 %
Oljeindex (Olja)	500	110	980	49 %
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0054	0,067	99,7 %
Arsenik (As)	1	2,1	2,6	62 %
Antracen	0,1	0,0050	0,0087	-
Fluoranten	0,0063	0,050	0,13	95 %
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,0019	89 %
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,057	86 %
Bensen (benz)	1	0,045	0,079	-

De beräknade nuvarande och förväntade föroreningsmängderna som motsvarar den årliga belastningen från delområdet redogörs för i Tabell 7-2. Det framgår av tabellen att den årliga belastningen ökar till följd av exploateringen, vilket ofta är oundvikligt vid exploatering av jungfrulig mark så som skogs- och åkermark. Anledningen till att de årliga mängderna ökar är till dels på grund av ökade halter men framförallt på grund av den ökade hårdgörningen som bidrar till att mer vatten avrinner från planområdet mot recipienten. Det föreligger därmed ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-2. Beräknad årlig föroreningsbelastning från delområdet vid nuvarande markanvändning och vid exploaterad markanvändning, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [kg/år]
Fosfor (P)	0,98	8,0
Kväve (N)	13	57
Bly (Pb)	0,044	0,54
Koppar (Cu)	0,084	0,80
Zink (Zn)	0,25	3,1
Kadmium (Cd)	0,0019	0,025
Krom (Cr)	0,024	0,26
Nickel (Ni)	0,029	0,28
Kvicksilver (Hg)	0,000069	0,0012
Suspenderat material (SS)	280	2 600
Oljeindex (Olja)	1,3	33
Benso(a)pyren (BaP)	0,000065	0,0023
Arsenik (As)	0,025	0,090
Antracen	0,000060	0,00030
Fluoranten	0,00060	0,0044
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000019	0,000064
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00030	0,0019
Bensen (Benz)	0,00054	0,0027

7.2.2 Delområde 2

Delområde 2 inom kasernområdet utgörs av en större parkeringsplats med tillhörande grönytor för uppsamling och fördröjning av dagvatten. Som markanvändning i StormTac ansätts ytorna ”parkering” och ”gräsyta”. Markanvändningen före exploatering ansätts i StormTac som ”skogsmark”.

De beräknade nuvarande och förväntade framtida föroreningshalterna redogörs för i Tabell 7-3. De beräknade halterna jämförs med riktvärdena som tagits fram av Östersunds kommun. Halter som överstiger riktvärden markeras med röd färg och halter som understiger riktvärden markeras med grön färg.

Det framgår av tabellen att de förväntade halterna för samtliga av de studerade ämnena förutom nickel och antracen överskrider riktvärdena och att det därmed föreligger ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-3. Riktvärde för föroreningshalter i dagvatten, halter vid nuvarande markanvändning samt förväntade halter för delområdet till följd av exploatering, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning. Även reningsbehovet i % för framtida förväntade halter att nå riktvärde framgår. Vid jämförelse mot riktvärden anges halterna som röda när riktvärdet överskrids och som gröna när riktvärdet uppnås.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [µg/l]	Reningsbehov
Fosfor (P)	70	16	150	53 %
Kväve (N)	1 250	350	1 500	17 %
Bly (Pb)	5	3,5	18	72 %
Koppar (Cu)	20	6,5	36	44 %
Zink (Zn)	60	18	130	54 %
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,4	80 %
Krom (Cr)	8	2,9	13	38 %
Nickel (Ni)	15	3,7	5,4	-
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,071	1 %
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	120 000	79 %
Oljeindex (Olja)	500	98	770	35 %
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,053	99,7 %
Arsenik (As)	1	2,3	3,5	71 %
Antracen	0,1	0,0056	0,043	-
Fluoranten	0,0063	0,050	0,18	97 %
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,0019	89 %
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,051	84 %
Bensen (Benz)	1	0,05	3,4	71 %

De beräknade nuvarande och förväntade föroreningsmängderna som motsvarar den årliga belastningen från delområdet redogörs för i Tabell 7-4. Det framgår av tabellen att den årliga belastningen ökar till följd av exploateringen, vilket ofta är oundvikligt vid exploatering av jungfrulig mark så som skogsmark. Anledningen till att det årliga mängderna ökar är till dels på grund av ökade halter men framförallt på grund av den ökade hårdgörningen som bidrar till att mer vatten avrinner från planområdet mot recipienten. Det föreligger därmed ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-4. Beräknad årlig föroreningsbelastning från delområdet vid nuvarande markanvändning och vid exploaterad markanvändning, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [kg/år]
Fosfor (P)	0,042	1,0
Kväve (N)	0,90	11
Bly (Pb)	0,0089	0,13
Koppar (Cu)	0,017	0,25
Zink (Zn)	0,047	0,89
Kadmium (Cd)	0,00031	0,0028
Krom (Cr)	0,0076	0,093
Nickel (Ni)	0,0095	0,038
Kvicksilver (Hg)	0,000019	0,00050
Suspenderat material (SS)	59	880
Oljeindex (Olja)	0,25	5,4
Benso(a)pyren (BaP)	0,000015	0,00037
Arsenik (As)	0,0060	0,025
Antracen	0,000014	0,00031
Fluoranten	0,00013	0,0013
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0000042	0,000014
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,000065	0,00036
Bensen (Benz)	0,00013	0,024

7.2.3 Delområde 3

Delområde 3 inom kasernområdet består av den så kallade "vakten" och utgörs främst av parkering, några få byggnader och in-/utfart från kasernområdet. Som markanvändning i StormTac ansätts ytorna "parkering", "tak", "gräsyta" samt "skogsmark". Med gräsyta menas de ytor i anslutning till parkering och vägar som kommer att samla upp och fördröja dagvatten. Med skogsmark menas den kvarvarande grönyta som inte kommer att exploateras men som ändå kommer att ha avrinning mot de planerade anläggningarna. Markanvändningen före exploatering ansätts i Stormtac som "skogsmark".

De beräknade nuvarande och förväntade framtida föroreningshalterna redogörs för i Tabell 7-5. De beräknade halterna jämförs med riktvärdena som tagits fram av Östersunds kommun. Halter som överstiger riktvärden markeras med röd färg och halter som understiger riktvärden markeras med grön färg.

Det framgår av tabellen att de förväntade halterna för majoriteten av de studerade ämnena överskrider riktvärdena och att det därmed föreligger ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-5. Riktvärde för föroreningshalter i dagvatten, halter vid nuvarande markanvändning samt förväntade halter för delområdet till följd av exploatering, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning. Även reningsbehovet i % för framtida förväntade halter att nå riktvärde framgår. Vid jämförelse mot riktvärden anges halterna som röda när riktvärdet överskrids och som gröna när riktvärdet uppnås.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [µg/l]	Reningsbehov
Fosfor (P)	70	16	94	26 %
Kväve (N)	1 250	350	1 100	-
Bly (Pb)	5	3,5	12	58 %
Koppar (Cu)	20	6,5	24	17 %
Zink (Zn)	60	18	84	29 %
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,32	75 %
Krom (Cr)	8	2,9	8,8	9 %
Nickel (Ni)	15	3,7	4,7	-
Kviksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,043	-
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	81 000	69 %
Oljeindex (Olja)	500	98	470	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,033	99,5 %
Arsenik (As)	1	2,3	3,0	67 %
Antracen	0,1	0,0056	0,028	-
Fluoranten	0,0063	0,050	0,13	95 %
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,0018	89 %
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,043	81 %
Bensen (benz)	1	0,05	2	50

De beräknade nuvarande och förväntade föroreningsmängderna som motsvarar den årliga belastningen från delområdet redogörs för i Tabell 7-6. Det framgår av tabellen att den årliga belastningen ökar till följd av exploateringen, vilket ofta är oundvikligt vid exploatering av jungfrulig mark så som skogsmark. Anledningen till att den årliga mängderna ökar är till dels på grund av ökade halter men framförallt på grund av den ökade hårdgörningen som bidrar till att mer vatten avrinner från planområdet mot recipienten. Det föreligger därmed ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-6. Beräknad årlig föroreningsbelastning från delområdet vid nuvarande markanvändning och vid exploaterad markanvändning, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [kg/år]
Fosfor (P)	0,12	1,3
Kväve (N)	2,7	15
Bly (Pb)	0,027	0,16
Koppar (Cu)	0,050	0,33
Zink (Zn)	0,14	1,1
Kadmium (Cd)	0,00092	0,0043
Krom (Cr)	0,023	0,12
Nickel (Ni)	0,029	0,063
Kvicksilver (Hg)	0,000056	0,00058
Suspenderat material (SS)	180	1100
Oljeindex (Olja)	0,76	6,3
Benso(a)pyren (BaP)	0,000046	0,00044
Arsenik (As)	0,018	0,040
Antracen	0,000043	0,00037
Fluoranten	0,00039	0,0017
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000013	0,000024
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00019	0,00057
Bensen (Benz)	0,00039	0,027

7.3 Motorområde

Motorområdet kommer i princip enbart att utgöras av tak och hårdgjorda ytor. Här kommer att ske mycket fordonsaktivitet med både lätta och tunga fordon och här sker även drivmedelshantering, tvätt mm.

För föroreningsberäkningarna ansätts motorområdet som ett "*industriområde, mer förorenat*" vilket definieras enligt StormTac som ett industriområde som är mer hårdgjort än normalt. Det bedöms inte förekomma några särskilda verksamhetsspecifika föroreningar i området, då exempelvis ammunition inte används på motorområdet utan används på andra, särskilt avsedda platser. För föroreningsberäkningarna görs även antagandet att vatten från exempelvis tvätthallar inte avrinner som dagvatten, utan samlas upp i ett särskilt system. Markanvändningen före exploatering ansätts i Stormtac som "*skogsmark*".

7.3.1 Delområde 4

De beräknade nuvarande och förväntade framtida föroreningshalterna för delområde 4 redogörs för i Tabell 7-7. De beräknade halterna jämförs med riktvärdena som tagits fram av Östersunds kommun. Halter som överstiger riktvärden markeras med röd färg och halter som understiger riktvärden markeras med grön färg.

Det framgår av tabellen att de förväntade halterna för samtliga av de studerade ämnena (med undantag för kvicksilver, antracen och bensen) överskrider riktvärdena och att det därmed föreligger ett behov av rening av dagvatten från området.

Tabell 7-7. Riktvärde för föroreningshalter i dagvatten, halter vid nuvarande markanvändning samt förväntade halter för delområdet till följd av exploatering, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning. Även reningsbehovet i % för framtida förväntade halter att nå riktvärde framgår. Vid jämförelse mot riktvärden anges halterna som röda när riktvärdet överskrids och som gröna när riktvärdet uppnås.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [µg/l]	Reningsbehov
Fosfor (P)	70	16	290	76 %
Kväve (N)	1 250	350	2 000	38 %
Bly (Pb)	5	3,5	27	81 %
Koppar (Cu)	20	6,5	58	66 %
Zink (Zn)	60	18	290	79 %
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	1,5	95 %
Krom (Cr)	8	2,9	11	27 %
Nickel (Ni)	15	3,7	16	6 %
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,055	-
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	150 000	83 %
Oljeindex (Olja)	500	98	2 000	75 %
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,14	99,9 %
Arsenik (As)	1	2,3	3,4	71 %
Antracen	0,1	0,0056	0,009	-
Fluoranten	0,0063	0,050	0,68	99,1 %
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,16	99,9 %
Benso(g, h, i)perylen (BgP)	0,0082	0,025	0,2	96 %
Bensen (Benz)	1	0,05	0,081	-

De beräknade nuvarande och förväntade föroreningsmängderna som motsvarar den årliga belastningen från delområdet redogörs för i Tabell 7-8. Det framgår av tabellen att den årliga belastningen ökar till följd av exploateringen, vilket ofta är oundvikligt vid exploatering av jungfrulig mark så som skogsmark. Anledningen till att det årliga mängderna ökar är till dels på grund av ökade halter men framförallt på grund av den ökade hårdgörningen som bidrar till att mer vatten avrinner från planområdet mot recipienten. Det föreligger därmed ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-8. Beräknad årlig föroreningsbelastning från delområdet vid nuvarande markanvändning och vid exploaterad markanvändning, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [kg/år]
Fosfor (P)	0,39	20
Kväve (N)	8,4	140
Bly (Pb)	0,084	1,9
Koppar (Cu)	0,16	4,0
Zink (Zn)	0,44	20
Kadmium (Cd)	0,0029	0,11
Krom (Cr)	0,071	0,76
Nickel (Ni)	0,089	1,1
Kviksilver (Hg)	0,00018	0,0038
Suspenderat material (SS)	550	10 000
Oljeindex (Olja)	2,4	140
Benso(a)pyren (BaP)	0,00014	0,0096
Arsenik (As)	0,056	0,23
Antracen	0,00013	0,00062
Fluoranten	0,0012	0,047
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000040	0,011
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00060	0,014
Bensen (Benz)	0,0012	0,0056

7.3.2 Delområde 5

De beräknade nuvarande och förväntade framtida föroreningshalterna för delområde 5 redogörs för i Tabell 7-9. De beräknade halterna jämförs med riktvärdena som tagits fram av Östersunds kommun. Halter som överstiger riktvärden markeras med röd färg och halter som understiger riktvärden markeras med grön färg.

Det framgår av tabellen att de förväntade halterna för samtliga av de studerade ämnena förutom kvicksilver, antracen och bensen överskrider riktvärdena och att det därmed föreligger ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-9. Riktvärde för föroreningshalter i dagvatten, halter vid nuvarande markanvändning samt förväntade halter för delområdet till följd av exploatering, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning. Även reningsbehovet i % för framtida förväntade halter att nå riktvärde framgår. Vid jämförelse mot riktvärden anges halterna som röda när riktvärdet överskrids och som gröna när riktvärdet uppnås.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [µg/l]	Reningsbehov
Fosfor (P)	70	16	290	76 %
Kväve (N)	1 250	350	2 000	38 %
Bly (Pb)	5	3,5	27	81 %
Koppar (Cu)	20	6,5	57	65 %
Zink (Zn)	60	18	280	79 %
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	1,5	95 %
Krom (Cr)	8	2,9	11	27 %
Nickel (Ni)	15	3,7	16	6 %
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,053	-
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	150 000	83 %
Oljeindex (Olja)	500	98	1 900	74 %
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,14	99,9 %
Arsenik (As)	1	2,3	3,3	70 %
Antracen	0,1	0,0056	0,009	-
Fluoranten	0,0063	0,050	0,67	99,1 %
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,16	99,9 %
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,2	96 %
Bensen (Benz)	1	0,05	0,081	-

De beräknade nuvarande och förväntade föroreningsmängderna som motsvarar den årliga belastningen från delområdet redogörs för i Tabell 7-10. Det framgår av tabellen att den årliga belastningen ökar till följd av exploateringen, vilket ofta är oundvikligt vid exploatering av jungfrulig mark så som skogsmark. Anledningen till att den årliga mängderna ökar är till dels på grund av ökade halter men framförallt på grund av den ökade hårdgörningen som bidrar till att mer vatten avrinner från planområdet mot recipienten. Det föreligger därmed ett behov av rening av dagvatten.

Tabell 7-10. Beräknad årlig föroreningsbelastning från delområdet vid nuvarande markanvändning och vid exploaterad markanvändning, utan hänsyn till rening i dagvattenanläggning

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Beräknat värde exploaterad markanvändning [kg/år]
Fosfor (P)	0,33	17
Kväve (N)	7,1	120
Bly (Pb)	0,071	1,6
Koppar (Cu)	0,13	3,4
Zink (Zn)	0,37	17
Kadmium (Cd)	0,0024	0,088
Krom (Cr)	0,060	0,64
Nickel (Ni)	0,076	0,93
Kvicksilver (Hg)	0,00015	0,0031
Suspenderat material (SS)	470	8700
Oljeindex (Olja)	2,0	110
Benso(a)pyren (BaP)	0,00012	0,0080
Arsenik (As)	0,047	0,20
Antracen	0,00011	0,00053
Fluoranten	0,0010	0,039
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000034	0,0092
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00051	0,012
Bensen (Benz)	0,001	0,0048

8 Förslag på systemlösning

I detta kapitel ges förslag på olika typer av anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten och som bedöms lämpliga för det aktuella området. De anläggningar som föreslås är enbart principförslag, framtagna för att visa att erforderlig fördröjningsvolym och erforderlig rening kan uppnås inom detaljplanen. Vilken typ av anläggning som bör väljas och exakt hur denna ska utformas bör utredas noggrannare i senare skede då detaljprojektering ska göras.

8.1 Kasernområde

För hantering av dagvatten inom kasernområdet har tre olika typer av anläggningar utretts: biofilter, krossdike och gräsdike. Dessa anläggningar bedöms lämpliga för området med hänsyn till tillgängligheten av grönytor samt att dagvatten då kan hanteras nära källan (inom området) utan att behöva avledas till en separat anläggning längre bort från området.

8.1.1 Delområde 1

Fördröjningsbehovet inom delområde 1 uppgår till cirka 1 280 m³ (se avsnitt 6.2.2). Den totala omfattningen av grönytor uppgår till cirka 2,7 hektar men det är inte alla ytor som lämpar sig för dagvattenhantering. Vissa ytor är till exempel avsedda för trädalléer medan vissa ytor ligger olämpligt placerade med hänsyn till höjdsättningen och avrinningen.

Utifrån den detaljerade situationsplanen görs bedömningen att minst 4 900 m² grönyta finns tillgänglig att nyttja för dagvattenhantering. Detta utgör cirka 18 % av den totala grönytan och det bör därmed finnas mer grönyta att tillgå om behovet av dagvattenhantering i senare skede skulle visa sig vara större, eller om vissa ytor av olika anledningar skulle visa sig vara olämpliga för ändamålet.

Erforderlig fördröjning kan uppnås om ytan på 4 900 m² kan tillåtas ha ett medeldjup på 260 mm. Detta bör inte vara ett problem att uppnå i lösningar av exempelvis biofiltertyp eller i dike.

I StormTac testas reningseffekten i de tre olika typerna av anläggning som angetts ovan. Resultatet av beräkningarna redovisas i Tabell 8-1 där beräknade halter för nuvarande situation samt förväntade föroreningshalter efter rening jämförs med riktvärden som Östersunds kommun tagit fram. De beräknade mängderna, motsvarande årlig belastning, från delområdet för befintlig situation samt efter de olika reningsalternativen redovisas i Tabell 8-2.

Det framgår av Tabell 8-1 att BaP, fluoranten, TBT och BgP kraftigt överstiger riktvärde även efter rening. I avsnitt 8.4 redogörs dock för varför rening till riktvärde av just dessa ämnen anses orimligt att genomföra. Beräkningarna visar att biofilter kan reducera halterna till befintlig nivå eller lägre för dessa ämnen, detsamma gäller för krossdike med undantag för BaP. När de årliga mängderna analyseras är det av dessa ämnen enbart TBT som ett biofilter kan rena till befintliga nivåer.

Vidare framgår det av tabellerna att rening i biofilter är mest effektivt, även krossdike har dock goda förutsättningar att uppnå tillräcklig rening enligt kraven då det enbart är fosfor (förutom ovan nämnda ämnen) som inte når ner till

riktvärde. För mer än hälften av de studerade ämnena är rening i vanligt, gräsklätt dike inte tillräcklig för att nå ner till riktvärdena.

Tabell 8-1. Förväntade föroreningshalter för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. Halterna jämförs med riktvärden där röd markering indikerar att riktvärde inte nås och grön markering indikerar att riktvärdet uppnås. **Fetstilt** markering innebär att halten är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Biofilter [µg/l]	Krossdike [µg/l]	Gräsdike [µg/l]
Fosfor (P)	70	81	36	81	180
Kväve (N)	1 250	1100	500	630	1 300
Bly (Pb)	5	3,6	0,8	1,9	9,1
Koppar (Cu)	20	6,9	1,7	5,2	18
Zink (Zn)	60	20	4,6	11	53
Kadmium (Cd)	0,08	0,16	0,075	0,075	0,48
Krom (Cr)	8	2,0	2,3	1,7	5,1
Nickel (Ni)	15	2,4	1,2	1,5	4,8
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0057	0,01	0,015	0,03
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	3 800	9 100	33 000
Oljeindex (Olja)	500	110	160	68	200
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0054	0,0035	0,019	0,056
Arsenik (As)	1	2,1	0,53	0,75	1,4
Antracen	0,1	0,0050	0,0027	0,034	0,0046
Fluoranten	0,0063	0,050	0,039	0,049	0,068
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,00057	0,00073	0,001
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,017	0,022	0,03
Bensen (Benz)	1	0,045	0,024	0,03	0,042

Tabell 8-2. Förväntade föroreningsmängder för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Biofilter [kg/år]	Krossdike [kg/år]	Gräsdike [kg/år]
Fosfor (P)	0,98	1,2	2,8	6,2
Kväve (N)	13	17	21	45
Bly (Pb)	0,044	0,027	0,063	0,31
Koppar (Cu)	0,084	0,056	0,17	0,59
Zink (Zn)	0,25	0,16	0,36	1,8
Kadmium (Cd)	0,0019	0,0025	0,0025	0,016
Krom (Cr)	0,024	0,077	0,059	0,17
Nickel (Ni)	0,029	0,039	0,051	0,16
Kvicksilver (Hg)	0,000069	0,00035	0,00051	0,0010
Suspenderat material (SS)	280	130	310	1100
Oljeindex (Olja)	1,3	5,6	2,3	6,8
Benso(a)pyren (BaP)	0,000065	0,00012	0,00064	0,0019
Arsenik (As)	0,025	0,018	0,025	0,048
Antracen	0,000060	0,000091	0,00011	0,00016
Fluoranten	0,00060	0,0013	0,0017	0,0023
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000019	0,000019	0,000025	0,000034
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00030	0,00058	0,00074	0,0010
Bensen (Benz)	0,00054	0,0008	0,001	0,0014

8.1.2 Delområde 2

Fördröjningsbehovet inom delområde 2 uppgår till cirka 290 m³ (se avsnitt 6.2.3). Hela delområdet utgörs av en större parkering och det föreslås att uppsamling av dagvatten sker i nedsänkta ytor i anslutning till parkeringsfickorna, likt utformningen i Figur 8-1. Den totala ytan som är tillgänglig för fördröjning uppgår till cirka 2 000 m².



Figur 8-1. Exempel på utformning av nedsänkt dagvattenanläggning i anslutning till parkeringsfickor på parkeringsplats (Källa: Uppsala kommun).

Erforderlig fördröjning kan uppnås om ytan på 2 000 m² kan tillåtas ha ett medeldjup på 150 mm. Detta bör inte vara ett problem att uppnå i lösningar av exempelvis biofiltertyp eller i dike.

I StormTac testas reningseffekten i de tre olika typerna av anläggning och eftersom ytan utgör en parkering kompletteras dessa anläggningar även med en oljeavskiljare. Resultatet av beräkningarna redovisas i Tabell 8-3 där beräknade halter för nuvarande situation samt förväntade föroreningshalter efter rening jämförs med riktvärden som Östersunds kommun tagit fram. De beräknade mängderna, motsvarande årlig belastning, från delområdet för befintlig situation samt efter de olika reningsalternativen redovisas i Tabell 8-4.

Det framgår av Tabell 8-3 att BaP, fluoranten, TBT och BgP kraftigt överstiger riktvärde även efter rening. I avsnitt 8.4 redogörs dock för varför rening till riktvärde av just dessa ämnen anses orimligt att genomföra. Beräkningarna visar att biofilter kan reducera halterna till befintlig nivå eller lägre (fluoranten anses ligga i samma nivå med tanke på modellens osäkerheter). Detta gäller även för krossdike med undantag för BaP. De årliga mängderna renas inte till befintlig nivå för dessa ämnen.

Vidare framgår det av tabellerna att reningseffekten i både biofilter och i krossdike är tillräcklig för att nå ner till riktvärde för resterande ämnen. För ungefär hälften av de studerade ämnena är rening i vanligt, gräsklätt dike inte tillräcklig för att nå ner till riktvärdena.

Tabell 8-3. Förväntade föroreningshalter för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. Halterna jämförs med riktvärden där röd markering indikerar att riktvärde inte nås och grön markering indikerar att riktvärdet uppnås. **Fetstilt** markering innebär att halten är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Biofilter [µg/l]	Krossdike [µg/l]	Gräsdike [µg/l]
Fosfor (P)	70	16	30	42	94
Kväve (N)	1 250	350	430	500	980
Bly (Pb)	5	3,5	0,88	1,4	8
Koppar (Cu)	20	6,5	2,5	3,6	22
Zink (Zn)	60	18	6,3	10	41
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,04	0,04	0,24
Krom (Cr)	8	2,9	2,6	1,3	6,7
Nickel (Ni)	15	3,7	1,4	1,4	2,5
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,0068	0,02	0,045
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	6 200	6 200	22 000
Oljeindex (Olja)	500	98	38	38	38
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,005	0,01	0,037
Arsenik (As)	1	2,3	0,66	0,66	1,4
Antracen	0,1	0,0056	0,012	0,012	0,017
Fluoranten	0,0063	0,050	0,051	0,051	0,07
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,00054	0,00054	0,00074
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,015	0,015	0,02
Bensen (benz)	1	0,05	0,98	0,98	1,3

Tabell 8-4. Förväntade föroreningsmängder för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Biofilter [kg/år]	Krossdike [kg/år]	Gräsdike [kg/år]
Fosfor (P)	0,042	0,21	0,30	0,66
Kväve (N)	0,90	3,1	3,6	6,9
Bly (Pb)	0,0089	0,0063	0,010	0,056
Koppar (Cu)	0,017	0,018	0,025	0,16
Zink (Zn)	0,047	0,044	0,072	0,29
Kadmium (Cd)	0,00031	0,00028	0,00028	0,0017
Krom (Cr)	0,0076	0,019	0,0093	0,048
Nickel (Ni)	0,0095	0,0099	0,0099	0,017
Kvicksilver (Hg)	0,000019	0,000048	0,00014	0,00032
Suspenderat material (SS)	59	44	44	160
Oljeindex (Olja)	0,25	0,27	0,27	0,27
Benso(a)pyren (BaP)	0,000015	0,000035	0,000071	0,00026
Arsenik (As)	0,0060	0,0047	0,0047	0,0096
Antracen	0,000014	0,000087	0,000087	0,00012
Fluoranten	0,00013	0,00036	0,00036	0,00049
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0000042	0,0000039	0,0000039	0,0000052
Benso(g, h, i)perylen (BgP)	0,000065	0,00010	0,00010	0,00014
Bensen (Benz)	0,00013	0,0069	0,0069	0,0095

8.1.3 Delområde 3

Fördröjningsbehovet inom delområde 3 uppgår till cirka 350 m³ (se avsnitt 6.2.4). I anslutning till parkeringsplatsen finns cirka 730 m² yta tillgänglig för dagvattenfördröjning enligt den princip som ges av Figur 8-1 i föregående avsnitt. Längs med vägen som ansluter till kasernområdet finns ytterligare cirka 1 000 m² yta tillgänglig för dagvattenhantering i anläggning av biofiltertyp eller dike.

Erforderlig fördröjning kan uppnås om den totala tillgängliga ytan på 1 730 m² kan tillåtas ha ett medeldjup på 200 mm. Detta bör inte vara ett problem att uppnå i de anläggningar som föreslås. Om ytterligare behov av volym skulle uppstå finns utrymme för anläggning av en nedsänkt yta strax nordväst om parkeringen.

I StormTac testas reningseffekten i de tre olika typerna av anläggning och eftersom ytan delvis utgörs av en parkering kompletteras dessa anläggningar även av en oljeavskiljare. Resultatet av beräkningarna redovisas i Tabell 8-5 där beräknade halter för nuvarande situation samt förväntade föroreningshalter efter rening jämförs med riktvärden som Östersunds kommun tagit fram. De beräknade mängderna, motsvarande årlig belastning, från delområdet för befintlig situation samt efter de olika reningsalternativen redovisas i Tabell 8-6.

Det framgår av Tabell 8-5 att BaP, fluoranten, TBT och BgP kraftigt överstiger riktvärde även efter rening. I avsnitt 8.4 redogörs dock för varför rening till riktvärde av just dessa ämnen anses orimligt att genomföra. Beräkningarna visar att biofilter kan reducera halterna till befintlig nivå eller lägre (fluoranten anses ligga i samma nivå med tanke på modellens osäkerheter). Krossdike renar TBT och BgP till lägre nivå än befintlig. När mängderna analyseras är det av dessa ämnen enbart TBT som renas lägre än befintlig nivå i både biofilter och krossdike.

Vidare framgår det av tabellerna att reningseffekten i både biofilter och i krossdike är tillräcklig för att nå ner till riktvärde för ~~alla~~ resterande ämnen utom ~~BaP och~~ arsenik. Beräkningarna visar att alla dagvattenanläggningar renar halterna av arsenik till lägre än befintlig situation och även mängderna blir lägre än befintlig situation vid användning av biofilter eller krossdike. För ungefär hälften av de studerade ämnena är rening i vanligt, gräsklätt dike inte tillräcklig för att nå ner till riktvärdena.

Tabell 8-5. Förväntade föroreningshalter för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. Halterna jämförs med riktvärden där röd markering indikerar att riktvärde inte nås och grön markering indikerar att riktvärdet uppnås. **Fetstilt** markering innebär att halten är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Biofilter [kg/år]	Krossdike [kg/år]	Gräsdike [kg/år]
Fosfor (P)	70	16	38	46	75
Kväve (N)	1 250	350	570	520	910
Bly (Pb)	5	3,5	1,9	2,6	6,5
Koppar (Cu)	20	6,5	8,2	7,7	19
Zink (Zn)	60	18	13	15	51
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,054	0,064	0,21
Krom (Cr)	8	2,9	3,7	2,9	6,4
Nickel (Ni)	15	3,7	1,4	1,5	3
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,015	0,019	0,032
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	13 000	17 000	34 000
Oljeindex (Olja)	500	98	25	25	25
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,005	0,012	0,028
Arsenik (As)	1	2,3	1,3	1,1	1,7
Antracen	0,1	0,0056	0,011	0,013	0,015

Fluoranten	0,0063	0,050	0,054	0,061	0,074
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,00075	0,00085	0,001
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,018	0,02	0,024
Bensen (Benz)	1	0,05	0,82	0,94	1,1

Tabell 8-6. Förväntade föroreningsmängder för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Biofilter [kg/år]	Krossdike [kg/år]	Gräsdike [kg/år]
Fosfor (P)	0,12	0,51	0,61	1,0
Kväve (N)	2,7	7,7	6,9	12
Bly (Pb)	0,027	0,025	0,035	0,087
Koppar (Cu)	0,050	0,11	0,10	0,26
Zink (Zn)	0,14	0,17	0,20	0,68
Kadmium (Cd)	0,00092	0,00072	0,00086	0,0029
Krom (Cr)	0,023	0,050	0,038	0,086
Nickel (Ni)	0,029	0,019	0,020	0,040
Kvicksilver (Hg)	0,000056	0,00020	0,00025	0,00042
Suspenderat material (SS)	180	180	220	460
Oljeindex (Olja)	0,76	0,33	0,33	0,33
Benso(a)pyren (BaP)	0,000046	0,000067	0,00016	0,00037
Arsenik (As)	0,018	0,017	0,015	0,023
Antracen	0,000043	0,00015	0,00017	0,00021
Fluoranten	0,00039	0,00072	0,00082	0,00098
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000013	0,000010	0,000011	0,000014
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00019	0,00023	0,00027	0,00032
Bensen (Benz)	0,00039	0,011	0,012	0,015

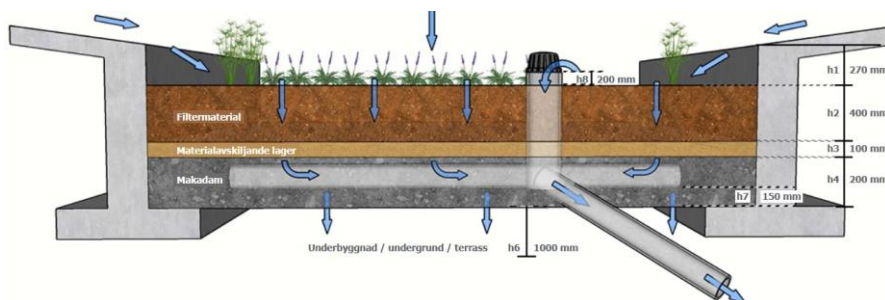
8.1.4 Slutsats systemlösning för kasernområde

Tabell 8-1 till Tabell 8-5 visar att vanliga gräsdiken inte är tillräckliga för att uppnå erforderlig reningseffekt ner till riktvärdena för de olika föroreningarna. Med anledning av detta rekommenderas i stället att dagvatten hanteras i anläggningar av typen biofilter eller krossdike.

Principutformningen för ett biofilter framgår av Figur 8-2. Det är en anläggningstyp som kräver en del utrymme nere i marken då filtret är uppbyggt av olika materiallager med olika rekommenderade tjocklek, samt att det oftast förekommer ett visst så kallat "fritt djup" där vatten kan fördröjas ovanför det översta filtermaterialet.

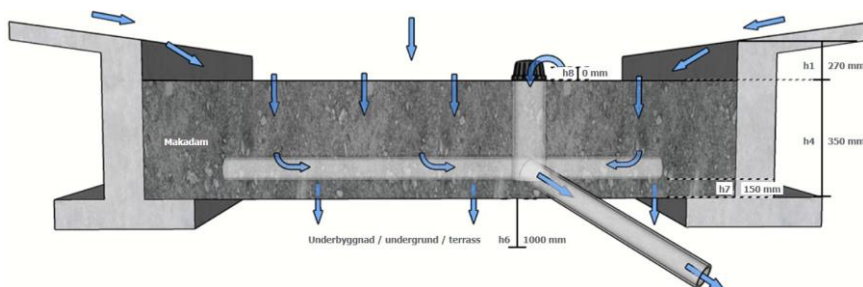
Med rekommenderade minsta tjocklekar för de olika materiallagerna i ett biofilter (inklusive en fri reglerhöjd för fördröjning av dagvatten) blir minsta anläggningsdjup cirka 0,9 meter under markytan. Om marken inte möjliggör för infiltration av dagvattnet direkt från biofiltret behöver hänsyn även tas till anläggning av en uppsamlende ledning i anläggningens botten, samt hur denna ledning ska ansluta till ett dagvattenledningsnät och på vilka nivåer utlopp från ledningsnätet kan ske. Hur lämpligt det är att anlägga biofilter styrs därmed i hög grad av hur djupt ner i marken man kan gå.

Höga grundvattennivåer, vilket är en stor sannolikhet i det aktuella projektet, får också en stor inverkan på huruvida det är lämpligt att anlägga biofilter eller ej.



Figur 8-2. Principutformning av ett biofilter med uppbyggnad av olika materiallager och ledningssystem för vidare avledning av dagvatten. Källa: StormTac.

Principutformningen för ett krossdike framgår av Figur 8-3. Vatten som avrinner till ett krossdike filtreras genom krossmaterial/makadam och kan sedan infiltrera eller samlas upp i ledning för vidare avledning. Det totala djupet på anläggningen bestäms av den fria reglerhöjden samt tjockleken på krossmaterialet, vilket bör vara minst 200 mm. Ett krossdike kräver med andra ord ungefär en tredjedel så stort anläggningsdjup som ett biofilter.



Figur 8-3. Principutformning av ett krossdike med ledningssystem för vidare avledning av dagvatten. Källa: StormTac.

Med biofilter kan nästan samtliga ämnen renas till halter motsvarande riktvärden. Resterande ämnen (förutom fluoranten) kan renas till halter motsvarande eller lägre än befintliga halter, vilket är en förbättring mot befintlig situation.

Krossdike kan rena majoriteten av ämnen till halter motsvarande riktvärden eller lägre än befintliga halter. BaP och fluoranten är de enda ämnen som inte kan renas tillräckligt. Halterna av BaP skulle dock kunna åtgärdas genom komplement med oljeavskiljare.

Även med rening till halter motsvarande Östersunds kommuns riktvärden så kommer den årliga belastningen av majoriteten av ämnen att öka. För att den årliga belastningen inte ska öka krävs rening ner till halter som långt understiger riktvärdena.

Sammanfattningsvis görs bedömningen att tillräcklig rening, med hänsyn till omständigheterna, av dagvatten kan uppnås i både biofilter och i krossdike. De båda typerna av anläggning tar lika mycket yta i anspråk och ryms inom kasernområdets delområden utan att behöva avledas till en större anläggning längre bort. Biofilter kräver dock ett större anläggningsdjup än krossdike och med hänsyn till grundvattennivåerna i området kan därmed krossdiken vara det lämpligare valet av anläggning.

Vilken typ av anläggning som ska användas behöver dock inte beslutas i detta skede utan kan bestämmas i senare detaljprojektering av området. Det rekommenderas att närmare och mer detaljerade undersökningar av grundvattennivån genomförs så att val av anläggning kan ske med hänsyn till denna. Om infiltration av dagvatten är möjlig i området är detta till fördel för de naturvärden som lokaliserats i omgivningen, bland annat violett guldvinge och guckusko. Om grundvattennivån i området ligger för högt i förhållande till anläggningarnas rekommenderade anläggningsdjup kan tätning av anläggningarna komma att bli aktuellt, vilket kan ha en negativ inverkan på såväl kostnader som vattenbalansen i området då vatten hindras från att infiltrera.

8.2 Motorområde

Inom motorområdet saknas grönytor för hantering av dagvatten nära källan. För dessa ytor är det därför lämpligare att dagvatten samlas upp och leds till större anläggningar i anslutning till motorområdet, där fördröjning och rening kan ske. Sådana typer av anläggningar utgörs av exempelvis dammar (torra eller våta), svackdiken och våtmarker.

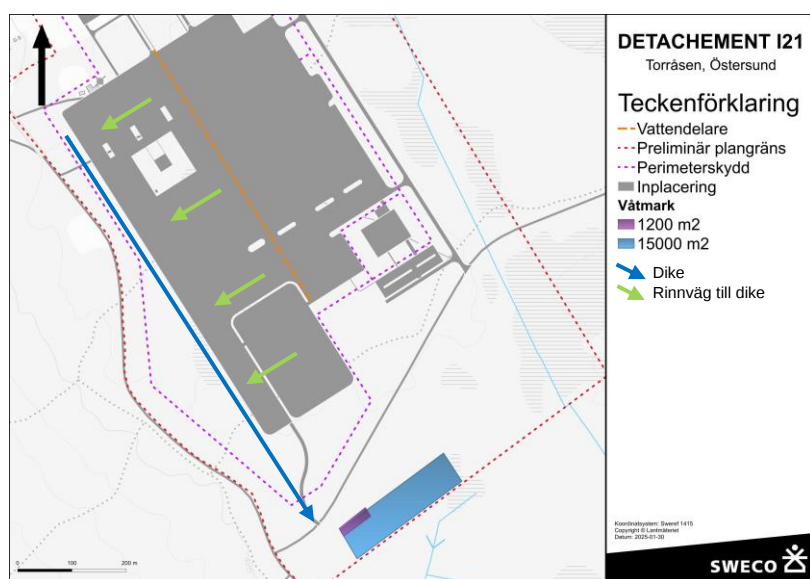
Enligt gestaltungsprogrammet för Sveriges nya försvarsetableringar ska dagvattendammar i anslutning till motorområde anläggas som täta dammar för att förhindra att föroreningar sprids till de underliggande jordlagerna och till grundvattnet.

8.2.1 Delområde 4

Fördröjningsbehovet inom delområde 4 uppgår till cirka 4 800 m³ (se avsnitt 6.3.3). Ytan kommer att ha en generell avrinning västerut samt söderut och för uppsamling av dagvatten planeras ett dike längs med områdets västra kant, se Figur 8-4. Detta dike kan med fördel utformas som ett svackdike och kan då

möjliggöra fördröjning av dagvatten längs transportsträckan till en anläggning i slutet av systemet, exempelvis en våt damm eller en våtmark (se Figur 8-4).

Rinnsträckan längs med delområdes västra kant är cirka 700 meter. Med nuvarande placering av perimeterskyddet finns cirka 22 meter yta mellan de hårdgjorda ytorna och perimeterskyddet där det är som smalast. Om svackdiket utformas med en genomsnittlig bredd på 18 meter och med ett reglerdjup på 300 – 350 mm kan hela den erforderliga fördröjningsvolymen rymmas i diket (dock behöver man ta höjd för att inte exakt alla ytor kommer kunna rinna hit för fördröjning och att ytterligare fördröjningsbehov finns nedströms diket i efterföljande anläggning/-ar). Om svackdiket dessutom kan utformas som en kombination av svackdike och krossdike (med ett filtrerande material i botten) kan reningen längs transportsträckan ökas.



Figur 8-4. Generell höjsättningsprincip för delområde 4 samt föreslagen placering av dike (längs motorområdets västra kant) och efterföljande reningsanläggning (våt damm eller våtmark). Beroende på vilken typ av dike som anläggs blir ytbehovet för reningsanläggning olika stort vilket representeras av de olika färgerna på föreslagna våtmarker.

En analys av reningen av dagvatten i gräsklätt svackdike jämfört med rening i svackdike kombinerat med krossmaterial ges av Tabell 8-7 och Tabell 8-8. För båda alternativen kan erforderlig rening ner till riktvärden endast uppnås om diket efterföljs av ytterligare ett reningssteg i form av exempelvis en våt damm eller en våtmark. I denna analys har reningen beräknats med hänsyn till våtmark eftersom våtmark generellt är grundare än en våt damm och vi på så vis tar extra höjd för höga grundvattennivåer som riskerar att begränsa djupet på en våt damm.

Inget av ämnena BaP, fluoranten, BgP eller TBT kan renas ner till riktvärde och ett närmare resonemang kring detta förs i avsnitt 8.4. Beräkningarna visar att BgP kan renas till halter lägre än befintlig situation. Mängderna renas dock inte till befintlig nivå för dessa ämnen.

Den avgörande parametern som bestämmer hur stor våtmarken behöver vara är kadmium. För att nå ner till riktvärde för kadmium behöver en våtmark i kombination med svackdike med krossmaterial vara cirka 1 200 m² stor. I

kombination med gräsklätt svackdike behöver en våtmark vara cirka 15 000 m² stor, alltså 12,5 gånger så stor.

Även reningseffekten i enbart våtmark har analyserats, där avledning av dagvatten i dike inte har bedömts bidra med någon rening av dagvatten. Om rening enbart ska ske i våtmark behöver två våtmarker anläggas i serie och de behöver då vara cirka 15 000 m² vardera för att riktvärde för kadmium ska kunna nås. Erforderlig rening av arsenik ner till riktvärde kan dock inte uppnås. Både kadmium och arsenik renas till lägre halter än befintlig situation. När årlig belastning analyseras är det enbart arsenik som når lägre mängd än befintlig situation vid rening med svackdike kombinerat med krossmaterial och efterföljande våtmark.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att rening i en tvåstegslösning är nödvändig för att riktvärde för kadmium och arsenik ska kunna nås. För erforderlig rening av arsenik krävs rening i dike och för att riktvärde för kadmium ska nås krävs efterföljande rening i våt damm eller våtmark. Kombinationen av svackdike/krossdike erfordrar en mindre yta för våtmark jämfört med gräsklätt svackdike som erfordrar 12,5 gånger så stor yta för våtmark i efterföljande reningssteg. Rening i enbart våtmark kräver en yta om cirka 30 000 m² och bedöms inte på ett rimligt sätt kunna få plats inom planen med hänsyn till att även ytor för skyfallshantering är nödvändiga och då marken generellt har en varierande topografi.

Där perimeterskyddet viker ut, vid motorområdets västra kant, finns möjlighet att bredda svackdiket för att möjliggöra för fördröjning av ännu större volymer, vilket kan vara en fördel för exempelvis skyfallshantering. Väljer man dessutom att anlägga dike med krossmaterial i botten blir ytbehovet för efterföljande våtmark mindre, vilket lämnar mer plats för anläggning av ytor för skyfallshantering.

Tabell 8-7. Förväntade föroreningshalter för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. Halterna jämförs med riktvärden där röd markering indikerar att riktvärde inte nås och grön markering indikerar att riktvärdet uppnås. **Fetstilt** markering innebär att halten är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Gräsklätt svackdike + våtmark [µg/l]	Svackdike / krossdike + våtmark [µg/l]	2 x Våtmark à 15 000 m ² [µg/l]
Fosfor (P)	70	16	39	44	20
Kväve (N)	1 250	350	680	530	780
Bly (Pb)	5	3,5	1,4	1,4	1,4
Koppar (Cu)	20	6,5	2,9	3,3	2,9
Zink (Zn)	60	18	14	14	14
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08
Krom (Cr)	8	2,9	0,63	0,64	0,56
Nickel (Ni)	15	3,7	0,88	0,81	0,81
Kviksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,018	0,014	0,0082
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	7 500	7 500	7 500

Oljeindex (Olja)	500	98	100	100	100
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,0078	0,0071	0,007
Arsenik (As)	1	2,3	0,96	0,5	1,3
Antracen	0,1	0,0056	0,00093	0,00064	0,00082
Fluoranten	0,0063	0,050	0,084	0,058	0,078
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,035	0,024	0,04
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,015	0,01	0,01
Bensen (Benz)	1	0,05	0,017	0,012	0,02

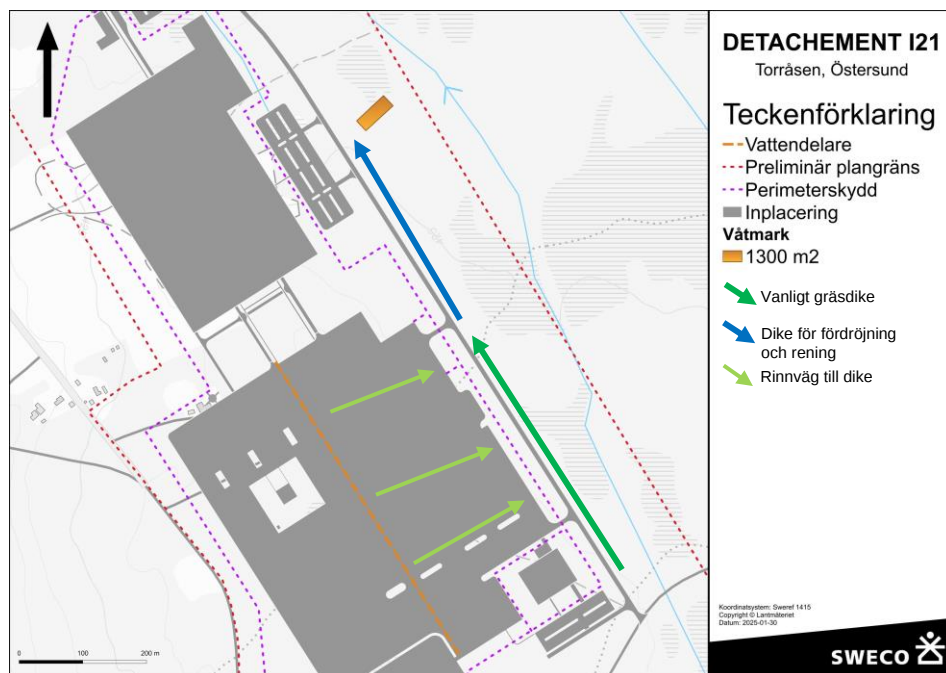
Tabell 8-8. Förväntade föroreningsmängder för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Gräsklätt svackdike + våtmark [kg/år]	Svackdike / krossdike + våtmark [kg/år]	2 x Våtmark à 15 000 m² [kg/år]
Fosfor (P)	0,39	2,7	3,0	1,4
Kväve (N)	8,4	47	36	54
Bly (Pb)	0,084	0,094	0,094	0,094
Koppar (Cu)	0,16	0,20	0,23	0,20
Zink (Zn)	0,44	0,99	0,99	0,99
Kadmium (Cd)	0,0029	0,0055	0,0055	0,0055
Krom (Cr)	0,071	0,044	0,044	0,038
Nickel (Ni)	0,089	0,060	0,056	0,056
Kvicksilver (Hg)	0,00018	0,0012	0,00093	0,00060
Suspenderat material (SS)	550	520	520	520
Oljeindex (Olja)	2,4	6,9	6,9	6,9
Benso(a)pyren (BaP)	0,00014	0,00053	0,00049	0,00048
Arsenik (As)	0,056	0,066	0,034	0,090
Antracen	0,00013	0,000064	0,000044	0,000056
Fluoranten	0,0012	0,0058	0,0040	0,0054
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000040	0,0024	0,0016	0,0028
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,00060	0,0010	0,00072	0,00070
Bensen (Benz)	0,0012	0,0012	0,00082	0,0014

8.2.2 Delområde 5

Fördröjningsbehovet inom delområde 5 uppgår till cirka 3 500 m³ (se avsnitt 6.3.4). Ytan kommer att ha en generell avrinning österut och för uppsamling och transport av dagvatten rekommenderas ett dike längs med den väg som löper längs motorområdets östra kant, se Figur 8-5. Detta dike kan, precis som för delområde 4, med fördel utformas som ett svackdike och kan då möjliggöra fördröjning av dagvatten längs transportsträckan till en anläggning i slutet av systemet, exempelvis en våt damm eller en våtmark (se Figur 8-5).

Dike för transport av dagvatten krävs längs hela sträckan från motorområdets södra del (grön pil i figur). Eftersom dagvatten avrinner till diket i olika punkter görs föroreningsanalys dock endast för den sträcka där allt vatten kan ha antagits samlas i diket och ska transporteras vidare till en efterföljande reningsanläggning (blå pil). Denna rinnsträcka är cirka 350 meter. Om svackdiket utformas med en genomsnittlig bredd på 30 meter och med ett reglerdjup på 250 mm kan hela den erforderliga fördröjningsvolymen rymmas i diket. Om svackdiket dessutom kan utformas som en kombination av svackdike och krossdike (med ett filtrerande material i botten) kan reningen längs transportsträckan ökas.



Figur 8-5. Generell höjdsättningsprincip för delområde 5 samt föreslagen placering av dike (längs motorområdets östra del) och efterföljande reningsanläggning (våt damm eller våtmark).

Principen för rening av dagvatten från delområde 5 är densamma som för delområde 4. Rening behöver ske i två steg för att nå ner till riktvärdena och ett svackdike med krossmaterial är för helheten mer platseffektivt eftersom efterföljande anläggning då kräver en mindre yta för att riktvärde för kadmium ska kunna uppnås. En våtmark behöver uppta en yta om cirka 1 300 m² för att uppnå erforderlig rening, då denna kombineras med svackdike med krossmaterial. I kombination med gräsklätt svackdike behöver våtmarken vara avsevärt mycket större.

En analys av reningen av dagvatten i enbart svackdike kombinerat med krossmaterial, samt för svackdike med krossmaterial i kombination med en våtmark, ges av Tabell 8-9 och Tabell 8-10.

Inget av ämnena BaP, fluoranten, BgP eller TBT kan renas ner till riktvärde och ett närmare resonemang kring detta förs i avsnitt 8.4.

Tabell 8-9. Förväntade föroreningshalter för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. Halterna jämförs med riktvärden där röd markering indikerar att riktvärde inte nås och grön markering indikerar att riktvärdet uppnås. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Riktvärde [µg/l]	Beräknat värde nuvarande markanvändning [µg/l]	Krossdike [µg/l]	Krossdike + våtmark [µg/l]
Fosfor (P)	70	16	81	43
Kväve (N)	1 250	350	670	530
Bly (Pb)	5	3,5	2,1	1,3
Koppar (Cu)	20	6,5	5,7	3,3
Zink (Zn)	60	18	23	14
Kadmium (Cd)	0,08	0,12	0,15	0,08
Krom (Cr)	8	2,9	1,6	0,69
Nickel (Ni)	15	3,7	1,4	0,79
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,0073	0,017	0,013
Suspenderat material (SS)	25 000	23 000	7 400	7 400
Oljeindex (Olja)	500	98	97	97
Benso(a)pyren (BaP)	0,00017	0,0059	0,032	0,0084
Arsenik (As)	1	2,3	0,78	0,5
Antracen	0,1	0,0056	0,003	0,00084
Fluoranten	0,0063	0,050	0,22	0,071
Tributyltennföreningar (TBT)	0,0002	0,0016	0,051	0,026
Benso(g, h, i)perylene (BgP)	0,0082	0,025	0,066	0,01
Bensen (Benz)	1	0,05	0,027	0,013

Tabell 8-10. Förväntade föroreningsmängder för befintlig situation samt efter rening i olika typer av dagvattenanläggningar. **Fetstilt** markering innebär att mängden är samma som eller lägre än vid nuvarande markanvändning.

Ämne	Beräknat värde nuvarande markanvändning [kg/år]	Krossdike [kg/år]	Krossdike + våtmark [kg/år]
Fosfor (P)	0,33	4,8	2,6
Kväve (N)	7,1	39	31
Bly (Pb)	0,071	0,13	0,079
Koppar (Cu)	0,13	0,34	0,20
Zink (Zn)	0,37	1,3	0,83
Kadmium (Cd)	0,0024	0,0088	0,0047
Krom (Cr)	0,060	0,094	0,041
Nickel (Ni)	0,076	0,082	0,047
Kvicksilver (Hg)	0,00015	0,00099	0,00078
Suspenderat material (SS)	470	430	430
Oljeindex (Olja)	2,0	5,7	5,7
Benso(a)pyren (BaP)	0,00012	0,0019	0,00049
Arsenik (As)	0,047	0,046	0,030
Antracen	0,00011	0,00017	0,000050
Fluoranten	0,0010	0,013	0,0042
Tributyltennföreningar (TBT)	0,000034	0,0030	0,0015
Benso(g, h, i)perylen (BgP)	0,00051	0,0039	0,00061
Bensen (Benz)	0,0010	0,0016	0,00079

8.2.3 Slutsats systemlösning för motorområde

Eftersom anläggningar i anslutning till motorområdet ska anläggas med tätskikt är det ekonomiskt fördelaktigt om så effektiv rening som möjligt kan uppnås på så liten yta som möjligt. I det aktuella fallet finns det en stor risk att grundvattennivån ligger högt i marken och för att en anläggning med tätskikt inte ska påverkas av grundvattnets lyftkraft riskerar denna att behöva förankras. Detta innebär förhållandevis stora investeringskostnader där den totala ytan spelar stor roll för den totala kostnaden av anläggningen.

Ett svackdike med krossmaterial i botten, omgivet av ett tätskikt och med en uppsamlade ledning i botten, i kombination med en mindre våtmark eller en mindre våt damm ger den mest platseffektiva lösningen. En våtmark kräver förhållandevis litet djup jämfört med en våt damm och beroende på grundvattennivån kan valet mellan våtmark och våt damm vara avgörande för

huruvida ett tätskikt även behöver förankras eller ej, för att motstå eventuell lyftkraft från grundvattnet.

8.3 Oljeavskiljare

Trots att föroreningsanalyserna inte visar på ett stort behov av oljeavskiljning så rekommenderas ändå att oljeavskiljare installeras i utvalda punkter på området. Östersunds kommun har exempelvis riktlinjer som anger att större bilparkeringar ska förses med oljeavskiljare. Det är också fördelaktigt att vid exempelvis en spillolycka ha avstängningsbara oljeavskiljare för att minska spridning till övriga dagvattenanläggningar och på så sätt minimera saneringsbehov.

8.4 Analys av reningsbehov

Resultaten i Tabell 7-1 till Tabell 7-10 tyder på att det krävs någon form av rening av dagvatten för att nå Östersunds kommuns riktvärden för föroreningshalter. Resultaten av Tabell 8-1 till Tabell 8-10 visar att olika kombinationer av dagvattenanläggningar kan rena de flesta ämnen ner till riktvärdena och det är främst fosfor, kadmium och arsenik som för vissa kombinationer av anläggningar inte riktigt når riktvärdena. För benso(a)pyren krävs en reningsgrad på omkring 99% för att nå riktvärde, vilket innebär att ingen av anläggningarna ger tillräcklig reningskapacitet för detta ämne. Även BgP, TBT och fluoranten kräver extremt höga reningseffekter för att nå ner till riktvärden. Beräkningarna i StormTac för dessa ämnen visar dock att ofta renas halterna ner till samma eller lägre nivå än för den befintliga situationen. I vissa fall är även den årliga belastningen lägre än för befintlig situation. I dessa fall kan det argumenteras att planen har en positiv påverkan även om riktvärdena inte nås.

Kadmium är ett metalliskt grundämne som bland annat sprids genom avloppsvatten och genom spridning av slam och gödsel på åkermark. Kadmium har under lång tid använts i galvaniserad plåt, uppladdningsbara batterier och som plaststabilisator samt pigment. I StormTac bedöms plåttak, erosion av däck och vägbana, fordons- och gatutvätt, färgämnen och korrosionsprodukter som källor till kadmiumförorening av dagvatten. Idag är användningen av kadmium hårt reglerad och håller på att fasas ut vilket talar för att StormTac överskattar halter av kadmium för ett nyexploaterat område. Val av takmaterial påverkar halterna av kadmium då ämnet har en samvariation med zink.

Markanvändningen takyta ger i StormTac-analysen höga halter av zink och kadmium men om man väljer att inte använda sig av plåttak är beräknade halter missvisande höga. För att rena kadmium på ett bra sätt krävs filtrering genom krossmaterial, gärna i kombination med växtupptag i rötter (vilket sker i bland annat våtmark).

Arsenik är en halvmetall som kan vara naturligt förekommande i grundvatten och har använts som metall i legeringar och glasråvara, som träskyddsmedel och som bekämpningsmedel. Dock är användning av arsenik idag strikt reglerad. I StormTac-analysen är det markanvändningen skogsmark, ängsmark och gräsyta som har högst halt av arsenik följt av väg. Detta talar för att den ökade avrinningen är en bidragande faktor till en ökad föroreningsbelastning och inte i sig den förändrade markanvändningen. Beräkningar i StormTac visar

generellt att både halter och mängder renas till lägre nivåer än befintlig situation vilket innebär att planen har en positiv påverkan även om riktvärdena inte nås.

I databasen för StormTac framkommer att anläggningar som nyttjar filtrering genom krossmaterial har högst uppskattad reningseffektivitet för arsenik.

Benso(a)pyren (BaP) är en polyaromatisk kolväteförorening (PAH) som finns i stenkol och petroleum och som bildas vid förbränning av organiskt material. Vedeldning och trafik genom förbränning av fossila bränslen är huvudsakliga källor till förorening av dagvatten. Markanvändningen parkering ger i StormTac-analysen höga halter av BaP. Det bör även noteras att riktvärdet på 0,00017 µg/l är i storleksordning 10 gånger mindre än den lägsta halten BaP som StormTac uppskattar för samtliga markanvändningar. Det innebär att behovet av rening av BaP redan innan exploatering är så hög som 97 %, och att reningsbehovet endast ökar med enstaka procentenheter efter exploatering. Detta gör att reningsbehovet ska tolkas som mycket osäkert.

Även basflödeshalten för fluoranten, BgP samt TBT för befintlig mark (skogsmark) ligger i storleksordningen 3 – 8 gånger högre än riktvärde vilket innebär att det finns ett reningsbehov på 67 – 87 % redan innan exploatering av marken.

Med ovan bakgrund bedöms det inte rimligt att dimensionera anläggningar som renar föroreningar till 100 % eftersom det dels är mycket tekniskt komplicerat, dels omotiverat ur ett livscykelresonemang. Därtill är resultaten osäkra och flera faktorer indikerar att beräknade halter är överskattade. Dagvattenanläggningar ska därför dimensioneras för att överlag ge så god reningseffekt som möjligt i förhållande till kostnaderna det innebär samt ytbehovet.

8.5 Urval av ämnen bland Östersunds riktvärden

De ämnen som ingår i Östersunds riktvärden men som uteslöts 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 bifenylyter (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 riktvärdet gäller gruppen anses analys inte görbar. Eftersom ämnena är förbjudna i Sverige sedan 1970-talet bedöms det inte heller 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. Däremot är ämnet giftigt även i låga halter och räknas som en prioriterad farlig förorening i EU:s vattendirektiv.
- 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 perfluorerade alkylsubstanter (PFAS11) – Det finns ett mycket stort antal variationer av PFAS som ibland kallas evighetskemikalier då de är så svårnedbrytbara. PFAS11 är en gruppering av 11 utvalda ämnen och kan inte analyseras i StormTac. Källor till PFAS-problem ofta är historiskt kopplade till särskilda industrier, brandövningsplaster eller deponier och får idag inte användas, därför bedöms risken att inte inkludera PFAS i föroreningsanalysen som låg.
- PFAS20 + 6:2 FTS (PFAS21) – en utökad lista på 20 PFAS-ämnen + en särskild förening. Denna gruppering används när man vill få en bredare bild av föroreningar och kan inte analyseras i StormTac. Källor till PFAS-problem ofta är historiskt kopplade till särskilda industrier, brandövningsplaster eller deponier och får idag inte användas, därför bedöms risken att inte inkludera PFAS i föroreningsanalysen som låg.
- PFAS4 – ett mindre urval av 4 särskilt viktiga PFAS som ofta används i dricksvattensammanhang. Ämnena kan inte analyseras i StormTac. Källor till PFAS-problem ofta är historiskt kopplade till särskilda industrier, brandövningsplaster eller deponier och får idag inte användas, därför bedöms risken att inte inkludera PFAS i föroreningsanalysen som låg.
- Perfluoroktansulfonsyra (PFOS, totalhalt) – ett särskilt PFAS ämne som är extra reglerat och förbjudet i många användningar sedan 2008 inom EU. Anses vara en av de mest spridda och problematiska PFAS-ämnena där källan är brandskum. Ämnet kan inte analyseras i StormTac per default men det finns data som kan användas med manuell justering av modellen. Då nuvarande kunskapsläge är lågt bedöms en sådan analys inte tillföra värde till utredningen och eftersom brandskum idag är förbjudet bedöms risken att inte inkludera PFAS i föroreningsanalysen som låg.
- Trikloretalen – 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 föroreningsanalysen 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 föroreningsanalysen 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 föroreningsanalysen 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. Marken består idag av jungfrulig skogsmark som inte är påverkad av historiska föroreningar av dessa ämnen. 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.

9 Dagvatten och samspel med omgivningen

Till följd av den planerade exploateringen kommer stora ytor att hårdgöras. Det finns en viss risk att hårdgörningen får en påverkan på grundvattenbildningen i området, då stora ytor som idag möjliggör infiltration av nederbörd kommer att hårdgöras och därmed förhindra möjligheten till infiltration. Det är i nuläget oklart hur grundvattennivåerna i området korrelerar med nederbörden, men grundvattenmätningar med hjälp av divers genomförs och när tillräckligt mycket data har samlats in bör relationen mellan grundvattennivå och nederbörd vara lättare att fastställa.

Om grundvattennivåerna har en tydlig korrelation med nederbörden är det sannolikt att nivåerna kommer att påverkas av hårdgörningen på området och att grundvattennivån generellt kommer att sjunka. Det kan då vara aktuellt att överväga att infiltrera dagvatten tillbaka till marken för att motverka sjunkande grundvattennivåer. Infiltration av dagvatten kan ske direkt via botten på dagvattenanläggningar, exempelvis genom perkolation från biofilter/diken. Eftersom anläggningar i anslutning till motorområdet ska utföras täta behöver särskild infiltrationsanläggning anläggas efter reningsanläggning.

Om grundvattennivåerna inte har en tydlig korrelation med nederbörden kommer nivåerna sannolikt att vara förhållandevis stabila (med viss variation över året så klart). För dagvattenhanteringen innebär detta troligen att infiltration av dagvatten blir svårt, då grundvattennivåerna är generellt höga. Dagvatten kommer därmed att behöva fördröjas ovan mark och med ett reglerat flöde släppas till de befintliga diken och vattendrag som finns i området.

Oavsett om grundvattennivåerna i området har en tydlig korrelation med nederbörden eller ej så görs bedömningen att dagvatten kan fördröjas och renas inom området på det sätt som beskrivits i kapitel 8. Huruvida vattnet ska infiltreras tillbaka i marken eller avledas ytligt kan beslutas i senare skede då mer information om grundvattnet finns tillgängligt.

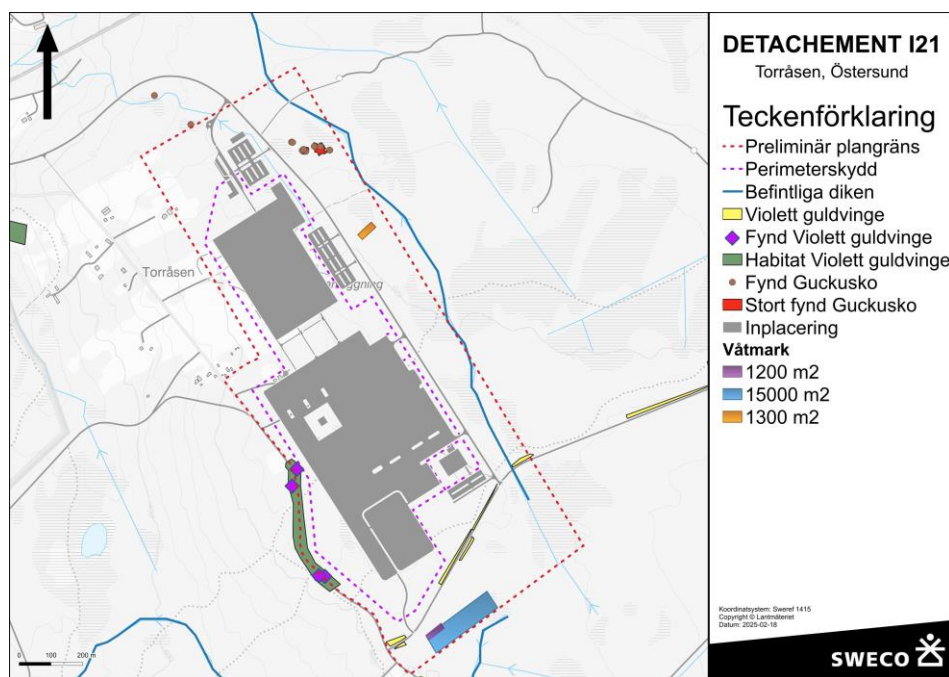
Vad beträffar violett guldvinge och guckusko så är dessa två arter som ställer väldigt specifika krav på sin livsmiljö. Violett guldvinge är till exempel knuten till fuktiga, friska marker så som kärr- och myrkanter bland annat. I regel förekommer arten på marker med rörligt och marknära grundvatten och det finns därmed en risk att dess livsmiljö påverkas om grundvattennivåerna påverkas. Även guckuskon är i hög grad beroende av grundvatten och under arbetet med samtliga utredningar har diskussioner förts huruvida den ökade hårdgöringsgraden och risken för minskad grundvattenbildning kan komma att påverka arten.

I Figur 9-1 nedan framgår föreslagen placering av dagvattendammar/våtmarker för hantering av dagvatten från motorområdet. Inga av placeringarna hamnar i direkt konflikt med fynd av vare sig violett guldvinge eller guckusko. Ett större fynd av guckusko har lokaliserats i den nordöstra delen av planområdet (röd markering i figur) och detta fynd anses känsligt för störningar i de naturliga grundvattennivåerna. För att detta fynd inte ska påverkas negativt av exploateringen är det lämpligt att dagvattenhanteringen i anläggningen öster om området (gul yta, 1 300 m²) anpassas till de aktuella förutsättningarna i området. Det vill säga att om grundvattennivåerna förväntas sjunka till följd av

hårdgörande av mark är det viktigt att detta dagvatten återinfiltreras i marken (efter rening) i närheten av guckuskon.

Utöver den tydliga kopplingen till grundvatten och det eventuella behovet av infiltration bedöms inte dagvattenhanteringen inom området ha någon särskild påverkan på de identifierade naturvärdena.

Inom kasernområdet ställs inga krav på att dagvattenanläggningar ska vara täta. Detta innebär att om möjlighet finns så kan dagvatten infiltrera direkt från fördröjnings- och reningsanläggning ner i marken. Vidare innebär detta att vatten i så fall infiltrerar ungefär där det landar, likt nederbörden skulle gjort om marken inte var hårdgjord. Inom motorområdet däremot ställs det krav på att dagvatten ska hanteras i täta anläggningar för att hindra föroreningar från att infiltrera ner i marken. Detta innebär vidare att dagvatten behöver avledas från platsen där det landar till en annan plats för hantering, vilket följaktligen också innebär att vatten inte kan infiltrera i marken där det landar, så som nederbörd hade gjort.



Figur 9-1. Föreslagen placering av dagvattendammar/våtmarker i förhållande till fynd av violett guldvinge samt guckusko.

10 Övrigt om dagvatten

I detta kapitel redogörs kort för övriga parametrar och hänsyn som bör beaktas i relation till dagvattenhantering inom planområdet.

10.1 Höjdsättning

En övergripande höjdsättning av området har tagits fram separat och de dagvattenåtgärder som föreslås i denna utredning har utgått ifrån denna höjdsättning. En mer detaljerad höjdsättning av området sker i detaljprojekteringsskedet.

Med hänsyn till dagvatten är det viktigt att detaljprojektering av marknivåer och dagvattenanläggningar (med tillhörande ledningsnät) stäms av med jämna mellanrum och att projektering sker i samråd mellan teknikområdena. I området finns risk för höga grundvattennivåer och dåliga möjligheter till infiltration, vilket ställer högre krav på avledning via ledningssystem och därmed en höjdsättning som möjliggör detta.

Det är av stor betydelse att korrekt höjdsättning i planområden tillämpas för att skydda bebyggelse och närliggande områden från vattenskador vid nederbörd. För att undvika att skapa zoner där vatten kan ansamlas är det kritiskt att planeringen inte resulterar i instängda områden samt lågpunkter och/eller barriärer där det stående vattnet som skapas kan utgöra en risk för etableringen. Generellt bör mark närmast intill byggnader höjdsättas så att ytligt vatten avrinner från byggnaden och därmed hindras från att bli stående mot fasad.

10.2 Drift och underhåll av dagvattenanläggningar

Skötsel av dagvattenanläggningar är ett kritiskt moment för att bibehålla anläggningarnas funktion och effektivitet. Regelbundna inspektioner och underhållsåtgärder bör schemaläggas för att säkerställa att dagvattendammar och diken fungerar som avsett. Det är viktigt att in- och utlopp hålls fria från växtlighet och skräp för att undvika att dessa sätts igen. En rimlig frekvens för denna typ av underhåll är två gånger per år.

Underhållet bör även omfatta kontroller av brunnar, särskilt efter större skyfall, för att förhindra blockeringar som kan leda till översvämningar. Kraftiga regn kan bidra till erosion, därför bör erosionskontrollåtgärder integreras i skötselplanen för att skydda anläggningarnas struktur och funktion. Detta kan inkludera installation av erosionskydd och regelbunden uppföljning av riskområden.

För att hantera sedimentackumulering bör en plan för regelbunden rensning och borttagning av sediment upprättas. Detta är särskilt viktigt för att bevara anläggningarnas reningskapacitet och förhindra att föroreningar sprids till omgivande vattenförekomster.

På platser med hög trafik av fordon och fotgängare ökar risken för att brunnar och andra anläggningskomponenter sätts igen av skräp och annat material. Personal som ansvarar för skötseln av anläggningarna bör därför ha adekvat utbildning för att identifiera och åtgärda sådana problem snabbt och effektivt.

Slutligen är det essentiellt att säkerställa att det finns en tillräcklig budget för regelbundet underhåll och för att hantera eventuella oväntade reparationer. En välplanerad och genomförd skötselrutin bidrar inte bara till att förlänga dagvattenanläggningarnas livslängd utan också till att skydda miljön och öka säkerheten för allmänheten.

10.3 Snösmältning och tjäle

Vid snösmältning kommer vattnet att avrinna ytligt från de planerade snöupplagsytorna. Eftersom dagvattenanläggningarna är anpassade till den övergripande höjdsättningen innebär detta att vattnet kommer att rinna mot dagvattenanläggningarna och kan därmed hanteras på samma sätt som dagvatten vid nederbörd i form av regn.

Vid eventuell tjäle i marken kommer infiltration att vara begränsad, vilket innebär att vatten kommer att fördröjas och bortledas ytligt via befintliga diken och vattendrag.

Vid projektering av dagvattendammarna kan det, om det anses nödvändigt, inkluderas en säkerhetsfaktor för fördröjningsvolymen för att ta höjd för ett scenario där dimensionerande regnhändelse sker samtidigt som snösmältning. Att detta skulle ske samtidigt är dock osannolikt.

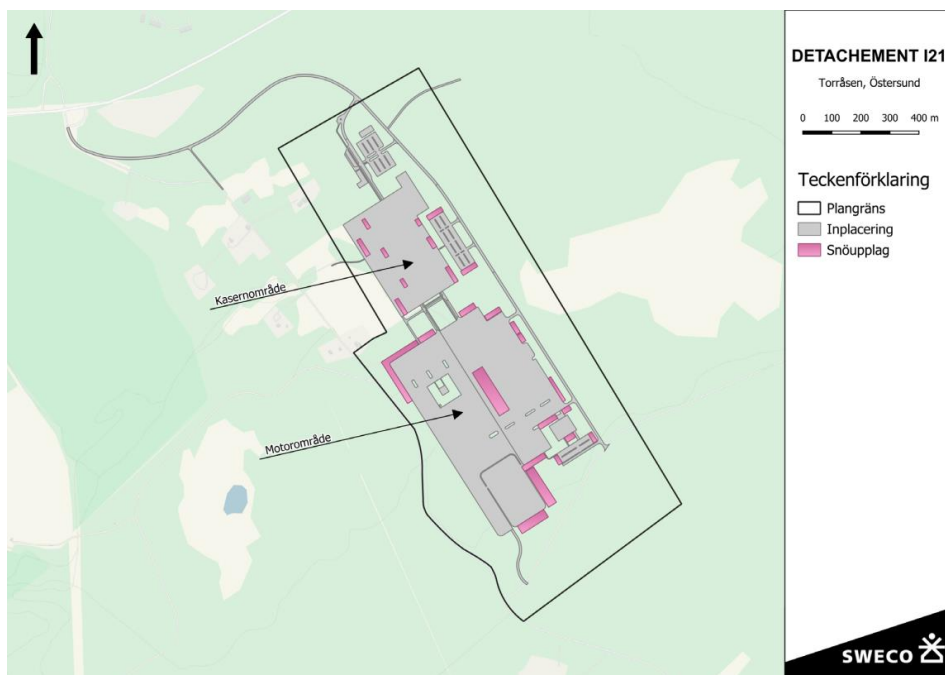
10.4 Avledning till recipient och påverkan på statliga anläggningar

Den dagvattenhantering som föreslås enligt kapitel 8 utgår ifrån att dagvatten genom reglerat utflöde kan släppas till befintliga diken och vattendrag som finns i området. Beräknat utflöde för respektive delområde har baserats på befintliga flöden till respektive trumma under de statliga vägarna. Eftersom utflödet har begränsats till att inte överstiga befintliga flöden så görs också bedömningen att ingen negativ påverkan sker på de statliga vägarna.

Förutom omhändertagande av dagvatten så kommer även skyfallshantering att inkorporeras i etableringsområdet för att säkerställa att avrinningen vid ett skyfall (100-årsregn) kan hanteras utan negativa konsekvenser nedströms.

10.5 Snöupplag

För att uppnå en hållbar snöhantering krävs planerad höjdsättning så att smältvatten blir en del av dagvattenhanteringen. Sweco har tagit fram *Övergripande massbalansering och höjdsättning* där beräkningar för snöupplag har utförts. Föreslagen placering av snöupplag visas i Figur 10-1. När den slutgiltiga situationsplanen är framtagen bör beräkningar och placering av snöupplag ses över.



Figur 10-1. Redovisning av föreslagen placering av snöupplagsytor. Snöupplag i direkt anslutning till vägar redovisas ej i denna plan. Källa: Övergripande massbalansering och höjdsättning, Sweco 2025-03-14.

10.6 Släckvatten

Det släckvatten som bildas under ett släckarbete i samband med brand kommer att avrinna på samma sätt som dagvatten och kommer således att rinna till dagvattenanläggningarna. För att förhindra att förorenat släckvatten når omgivande vattendrag är det avgörande att dagvattenanläggningarna kan anläggas med avstängningsmöjlighet för att hindra att släckvattnet tar sig vidare nedströms.

Sweco har tagit fram *PM – Övergripande släckvattenutredning Detachment I21* där det dimensionerande scenariot brand i logistikhus vid motorområdet ger upphov till den största släckvattenvolymen på cirka 500 m³. I förhållande till de stora fördröjningsvolymerna som krävs för dimensionerande dagvattenhantering bedöms släckvattenvolymen väl kunna rymmas i dagvattenanläggningarna. Bedömningen baseras på antagande om att dimensionerande brandscenario inte kommer uppstå samtidigt som ett dimensionerande 10-årsregn.

Släckvattenutredningen föreslår också att ytor runt byggnader utförs som täta och invallade för att släckvatten inte ska kunna infiltrera, och poängterar vikten av att ytorna behöver avvattnas med hjälp av brunnar och ledningar för att undvika översvämning vid nederbörd. Med den inplacering och det dagvattensystem som föreslagits sker dock ingen infiltration av vatten innan det först behandlats i dagvattenanläggning, så ur ett dagvattenperspektiv är invallning ej nödvändigt. Det kan dock vara en fördel för möjlighet till uppsamling av släckvatten närmare källan, innan detta blandas med dagvatten i dagvattenanläggningarna.

Exakt utformning av hur dagvatten avleds till dagvattenanläggningar bestäms i detaljprojektering i senare skede. Invallning för släckvatten är möjligt men ej nödvändigt och den mest lämpade lösningen kan beslutas om i detaljprojekteringen. Viktigt är dock att det finns avstängningsmöjlighet någonstans på dagvattensystemet innan kontaminerat släckvatten riskerar att nå recipienter utanför planområdet.

10.7 Dagvattenhantering under byggskedet

Under byggprocessen är en effektiv och tekniskt korrekt hantering av dagvatten avgörande för att skydda miljön, recipienter, omkringliggande områden och bebyggelse samt för att undvika översvämningar. Dagvattenhanteringen ska under byggskedet hanteras lokalt. Eftersom lokal hantering rekommenderas även efter exploatering är det en fördel om dagvattenanläggningarna, diken samt dammar, kan anläggas i ett tidigt skede för att utnyttja dessa även under byggnationen. Däremot bör anläggningarna inte färdigställas helt då det finns risk att de sätts igen under byggskedet. Under byggnationen är det främst viktigt att effektivt avskilja sand, slam, föroreningar och olja innan vattnet lämnar byggplatsen, vilket kan säkerställas genom de anläggningar som föreslås i denna utredning.

Vidare är det viktigt att dagvattenanläggningarna, alltså föreslagna dammar, biofilter och diken, inklusive eventuella brunnar med sandfång eller liknande, efter att etableringen är genomförd kontrolleras och vid behov rensas. Detta arbete ska genomföras för att säkerställa att dagvattenanläggningen har en bra fortsatt funktion både gällande rening och fördröjning och inte har tagit skada eller påverkats negativt under byggtiden

10.8 Skyfallshantering

Sweco har genomfört en separat skyfallsutredning för Torråsen, vilken är skild från den genomförda dagvattenutredningen. Denna utredning fokuserar på att bedöma risken för översvämningar till följd av skyfall inom och i närheten av det område som är föremål för planerad etablering.

Skyfallshanteringen har baserats på förutsättningarna att effektivt kunna hantera den ökade avrinningsvolymen vid ett 100-årsregn. För vidare beskrivning av skyfallshanteringen och områdets förutsättningar för skyfallshantering hänvisas läsaren till den framtagna skyfallsutredningen.

10.9 Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är produkter och tjänster från naturen som människor kan dra nytta av och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet. Exempel på konkreta ekosystemtjänster är växter som renar luften, att vi kan äta frukter från träd och träd som binder kol. Att de kallas för ekosystemtjänster beror på att de är beroende av naturens ekosystem.

Östersunds kommun ställer som krav på exploateringen att dagvattenåtgärderna inom planområdet, så långt som möjligt, ska utgöras av öppna och multifunktionella lösningar som också bidrar med ekosystemtjänster till området. De förslag på anläggningar som redogjorts för i denna utredning utgörs av främst biofilter eller öppna krossdiken samt våta dagvattendammar eller våtmarker, eller kombinationer av dessa. Samtliga lösningar kategoriseras

som öppna dagvattenlösningar eftersom de inte ligger dolda under mark och eftersom ytligt avrinnande vatten (med korrekt höjdsättning) kan rinna till anläggningarna utan att nödvändigtvis transporteras i underjordiska ledningssystem.

Vart och ett av de föreslagna alternativen bidrar med olika eller liknande ekosystemtjänster. Främst bidrar dagvattenanläggningar med så kallade "reglerande" ekosystemtjänster, vilket innebär att de ser till att naturen fungerar på ett bra sätt genom exempelvis reglering av vattenflöden och rening av vatten. Även pollinering är en typ av reglerande ekosystemtjänst som gynnas av framför allt biofilter och våtmarker som möjliggör för mer växtlighet än krossdiken och våta dammar. Fler växter bidrar i sin tur bland annat till rening av luft och kolbindning, vilka är ytterligare exempel på reglerande ekosystemtjänster.

Välplanerade dagvattenlösningar kan också bidra till så kallade "kulturella" ekosystemtjänster. Genom att integrera dagvattenlösningarna i omgivningen kan man skapa vackra och fridfulla miljöer vilka bidrar till förbättrad hälsa genom möjlighet till rekreation och avslappning. Biofilter i tätbebyggda områden bidrar till exempel till vackra miljöer och trivsamma intryck och lockar dessutom till sig bland annat insekter, så som fjärilar, och fåglar som ytterligare bidrar till harmoniska intryck. Öppna dammar med vattenspegel och levande våtmarker bidrar till ekoturism, hälsa och friluftsliv eftersom dessa omgivningar erbjuder vacker natur för dessa ändamål.

Slutligen bidrar de föreslagna dagvattenlösningarna även med så kallade "stödjande" ekosystemtjänster så som fotosyntes, vattnets kretslopp och näringsämnens kretslopp i naturen.

Jämfört med underjordiska, slutna anläggningar som främst fördröjer dagvatten så bidrar öppna lösningar med ytterligare värden som främjar djur, natur, hälsa och livsstil.

11 Litteraturförteckning

- Svenskt Vatten. 2016. *P110 – Avledning av dag-, drän och spillvatten.*
- Sweco (2023). *PM markmiljö – Karlslund 2:2 – Torråsen, Östersunds kommun.*
- Sweco (2024). *PM Geoteknik – Torråsen v.3.*
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS). 2024a. *Rannåsbäcken. [Rannåsbäcken - Vattendrag - VISS - VattenInformationsSystem för Sverige \(lansstyrelsen.se\)](#) [2024-10-15]*
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS). 2024b. *Semsån/Rannåsbäcken. [Semsån / Rannåsbäcken - Vattendrag - VISS - VattenInformationsSystem för Sverige \(lansstyrelsen.se\)](#) [2024-10-15]*
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS). 2024c. *Storsjön. [Storsjön - Sjö - VISS - VattenInformationsSystem för Sverige \(lansstyrelsen.se\)](#) [2024-10-15]*
- Väg & Miljö (2022). *Naturvärdesinventering – Gräfsåsen, Östersunds kommun 2022.*
- Väg & Miljö (2023a). *Naturvärdesinventering – Torråsen, Östersunds kommun 2023.*
- Väg & Miljö (2023b). *Violett guldvinge – Torråsen, Östersunds kommun 2023.*
- Väg & Miljö (2024a). *Artskyddsutredning Violetta guldvinge – Torråsen, Östersunds kommun 2024.*
- Östersunds kommun (2022a). *Riktlinje – Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient.*
- Östersunds kommun (2022b). *Östersund 2040 Översiktsplan.*

Together with our clients
and the collective
knowledge of our 18,500
architects, engineers and
other specialists, we co-
create solutions that
address urbanisation,
capture the power of
digitalisation, and make our
societies more sustainable.

Sweco – Transforming
society together