

Skyfallsutredning

Nytt detachement till I21, Torråsen Östersund
Fortifikationsverket



Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum
Dokumentreferens

556767-9849
Skyfallsberäkningar
30063015-300
Fortifikationsverket
Elin Olsson
2025-03-19
Skyfallsutredning - Detachement I21, Torråsen, Östersund (rev).docx

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Syfte och omfattning	6
1.2	Organisation och underlag	6
2	Skyfall i fysisk planering	7
2.1	Systemförståelse	7
2.2	Ansvar och riktlinjer för skyfallshantering vid fysisk planering	7
3	Befintliga förutsättningar	9
3.1	Områdesbeskrivning	9
3.2	Topografi, geologi och grundvatten	10
3.3	Naturvärden	11
4	Analys	13
4.1	Metod	13
4.2	Nuläge	13
4.2.1	Avrinningsområdet	13
4.2.2	Planområdet	15
4.2.3	Vägtrummor nedströms planområdet	15
4.2.4	Slutsatser nulägesanalys	16
4.3	Framtida exploatering och påverkan	16
4.3.1	Planerad utbyggnad	16
4.3.2	Framtida avrinningsområde och flödesvägar	17
4.3.3	Ökning i avrinning och framtida fördröjningsbehov	17
5	Föreslagen princip för skyfallshantering	21
5.1	Rekommendationer till höjdsättning	25
5.2	Lämplighetsbedömning	27
6	Slutsatser	28
7	Referenser	29

Sammanfattning

Fortifikationsverket planerar för byggnation av ett nytt detachement, I21, vid Torråsen i Östersunds kommun. Det aktuella området, som idag är ett skogs- och rekreationsområde, kommer att genomgå en stor förvandling för att bereda plats för detachementet. För att bedöma markens lämplighet för exploatering ur ett skyfallsperspektiv, samt utreda vilka åtgärder som kan behövas för att minska risken för negativ påverkan inom och nedströms planområdet vid kraftig nederbörd, har områdets förutsättningar kartlagts och exploateringens påverkan utretts.

Planområdet ligger långt upp i ett större avrinningsområde som avrinner ner mot Storsjön, och tar inte emot avrinning från uppströms områden. Själva planområdet ligger på en ås och avrinning sker mot olika riktningar. För att undvika att markant förändra avrinningsområdena i samband med etableringen har en höjdsättning tagits fram i samverkan med massbalans, landskap och dagvatten. Denna resulterar i att planområdet delas in i tre olika delavrinningsområden där avrinningen efter exploatering sker åt samma riktning som för befintlig situation.

Nedströms planområdet sker avrinningen via mindre diken/vattendrag, ca 500–800 m nedströms området passerar avrinningen genom ett par trummor under E45. Därefter sker avrinningen till Semsån/Rannåsbäcken med utlopp i Storsjön. Största delen av vattendraget går genom naturmark, men sista sträckan innan Storsjön passerar vattendraget genom mer tätbebyggda områden. I dessa områden finns ett par passager under vägar där trummor/bropassager begränsar. Översvämningsutbredningen i detta område påverkar dock inte några byggnader eller vägar, utan sker på grönytor i anslutning till åfåran.

Fokus för skyfallshantering inom området bör ligga på att minska risken att nedströms trummor under E45 samt områden i utkanten av Östersund får en ökning i avrinning vid skyfall som kan orsaka problem, tillsammans med att skapa säkra flödesvägar inom planområdet som kan avleda större regn till skyfallsytor. För att optimera hanteringen och minska markanspråket för anläggningar kan skyfallsytor kombineras med dagvattenanläggningar för de områden där större dagvattenanläggningar krävs.

Avrinningen vid ett klimatkompenserat 100-årsregn har estimerats med översiktliga beräkningar för att få en indikation på hur stor ökning som kan förväntas i samband med exploateringen. Totalt uppgår ökningen till ca 23 700 m³, konservativt räknat, fördelat på de 3 delområdena. Sammanfattningsvis bedöms ökningen i avrinningen från samtliga delområden kunna hanteras i skyfallsytor inom området.

Den övergripande höjdsättningen som tagits fram för planområdet visar på att inga instängda områden skapas där problem kan uppstå vid ett 100-årsregn, samt att gator och markytor leder vattnet till föreslagna skyfallsytor. I vidare arbete med etableringen och detaljprojektering är det viktigt att säkerställa de ytliga avrinningsvägarna till skyfalls-/dagvattenytorna implementeras.

1 Inledning

Försvarmakten är under tillväxt. Enligt regeringsbeslut 17 december 2020 ska Försvarmakten 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 (Figur 1-1). Regementsområdet behöver omfatta cirka 65 hektar mark för att kunna inrymma de funktioner som Försvarmakten har behov av.



Figur 1-1. Lokalisering av utredningsområdet, Detachment I21, öster om Östersund. (Bakgrundskarta: Lantmäteriet, geodatasamverkan).

Föreliggande rapport beskriver befintliga förutsättningar och situation vid skyfall med en framtida exploatering, samt skyfallsvolymer som krävs, om exploateringen genomförs enligt den inplacering som använts som underlag i föreliggande utredning. Ett principförslag på skyfallshantering presenteras i slutet av rapporten. Planområdet består idag av ett stort skogs- och rekreationsområde.

1.1 Syfte och omfattning

Utredningen syftar till att studera och analysera markens lämplighet för exploatering ur ett skyfallsperspektiv. Utredningen beskriver hur avrinning och översvämningsutbredning ser ut i dagsläget vid ett skyfall, samt analyserar hur exploateringen påverkar avrinningen inom och nedströms planområdet. Om analysen visar på behov av skyfallsåtgärder för att hantera avrinning efter exploateringen tas en översiktlig principiösning fram. Samordning sker med dagvattenutredning för området (Sweco, 2025a) och den övergripande höjdsättningen (Sweco, 2025b) för att skapa förutsättningar för en effektiv och gemensam hantering av vattenhantering och -avledning.

1.2 Organisation och underlag

Beställare: Fortifikationsverket

Uppdragsledare: Anders Öreberg

Handläggare: Elin Olsson

Granskare: Alfred Fransson

Följande underlag har använts i föreliggande utredning:

- Planskiss (Sweco, november 2024)
- Övergripande massbalansering och höjdsättning – I21 detachment Östersund (Sweco, 2025b)
- Skyfallskartering, Östersunds kommun (WSP, 2021)
- SGU:s jordartskarta, grundvattenkarta, genomsläpplighetskarta.

Koordinatsystem: SWEREF99 14 15

Höjdsystem: RH2000

2 Skyfall i fysisk planering

2.1 Systemförståelse

Begreppet skyfall används ofta för att beskriva händelser då stora mängder regn faller under en kort tid. SMHI (2023) definierar skyfall som minst 50 mm regn på en timme eller minst 1 mm regn på en minut. Ett varmare klimat förväntas ge förändringar i nederbördsmonstren med fler extrema regn, och därmed fler skyfall.

När en regnhändelse överstiger ledningsnätets kapacitet eller markens infiltrationsförmåga sker avrinning av överskottet på markytan. Vid ett skyfall kan stora problem uppstå i instängda områden, som vid normal nederbörd är beroende av ledningsnät eller infiltration för att kunna avvattnas. I dessa områden måste vattnet stiga till en viss nivå innan det kan rinna vidare om ledningsnätet är fullt, och vattnet kan då orsaka skador på byggnader, infrastruktur eller begränsa framkomligheten.

I motsats till instängda områden kan vatten från icke-instängda områden rinna vidare på ytan, och detta sker längs lågstråk i terrängen, ofta benämnda som rinn- eller flödesvägar. Även om vattnet inte blir stående längs med flödesvägarna kan betydande mängder vatten transporteras längs flödesvägarna. Beroende på terrängen kan höga flöden uppstå, varför även flödesvägar kan behöva betraktas som potentiella riskområden vid skyfall.

2.2 Ansvar och riktlinjer för skyfallshantering vid fysisk planering

Ansaret för kommunal klimatanpassning regleras huvudsakligen i Plan- och bygglagen (PBL). Ny bebyggelse inom detaljplan ska förläggas till mark som är lämplig för ändamålet med hänsyn till risken för översvämning (PBL 2 kap. 5§). Kommunen har skyldighet att utreda om marken är lämplig för bebyggelse och Länsstyrelsen utövar tillsyn över kommunens planering. Länsstyrelsen kan komma att överpröva en detaljplan om den inte anses lämplig med hänsyn till översvämningrisker.

Boverket har en tillsynsvägledning till Länsstyrelsen avseende översvämningrisker (Boverket, 2022). I vägledningen nämns att ny sammanhållen bebyggelse bör lokaliseras till områden som inte hotas av översvämning. Vidare bör den nya bebyggelsen planläggas för att klara ett klimatkompenserat skyfall med återkomsttid 100 år utan att ta skada. Effekten av klimatförändringar bör beaktas över en tidshorisont motsvarande bebyggelsens livstid.

Det finns även krav på tillgänglighet och därmed vägarna som leder till området. Vid ett klimatkompenserat 100-årsregn behöver byggnader kunna utrymmas och ambulans samt räddningstjänst behöver kunna ta sig fram till byggnaderna. Planerad exploatering får inte heller försämma för områden uppströms eller nedströms.

Kraven på det exploaterade området vid ett klimatkompenserat 100-årsregn kan därmed sammanfattas som följande:

- Ny sammanhållen bebyggelse bör ej ta skada.
- Området och byggnaderna måste vara tillgängliga för ambulans samt räddningstjänst.
- Situationen för områden uppströms och nedströms planområdet får inte försämrats.

I Östersunds kommuns *Teknisk handbok* finns vägledning för hur områden ska planeras. Handboken riktar sig främst mot byggen på allmän platsmark och kvartersmark där kommunen ansvara för drift. Vid planering av skyfallshantering anger handboken att hänsyn ska tas till den ytliga avrinningen, hur denna sker inom området till eventuella översvämningsytor och hur avrinning från området kan ske på ett säkert sätt till recipient. Vidare är höjdsättning viktig vid planering av säker skyfallshantering, det är viktigt att undvika att instängda områden skapas där vatten kan samlas, samt att känslig infrastruktur placeras så det inte riskerar att översvämmas (Östersunds kommun, u.å.).

3 Befintliga förutsättningar

3.1 Områdesbeskrivning

Det nya detachementet I21 planeras att förläggas cirka 3 km öster om Östersunds stadskärna i anslutning till Torråsens by, på fastigheten Karlslund 2:2. Planområdet i sin helhet är cirka 120 ha stort och området som ska exploateras omfattar cirka 50 ha. Planområdet utgörs idag till största delen av ett skogs- och rekreationsområde. Inom delar av området finns motions- och skidspår. I de nordvästra delarna av planområdet finns en motorbana som tidigare har nyttjats av försvaret och hemvärnet.

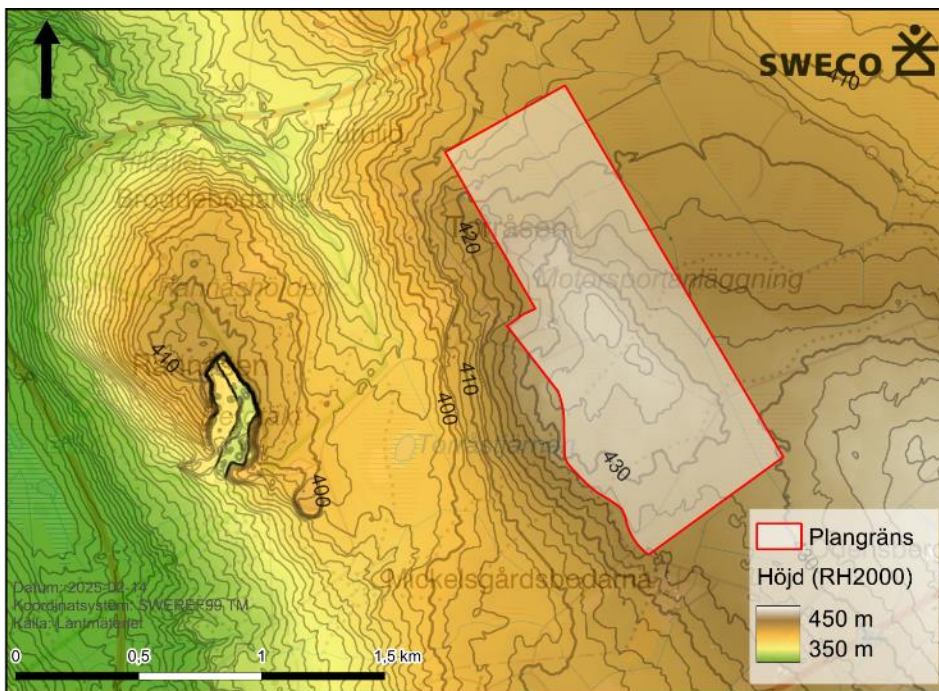
Området avgränsas i väst av en mindre landsväg och öppen mark. I övrigt omges planområdet av skogsmark. Cirka 700 m nordväst om området går väg E45 och cirka 2 km väster om området väg E14 (Figur 3-1).



Figur 3-1. Översiktskarta över planområdet i förhållande till omringliggande orter och större vägar.

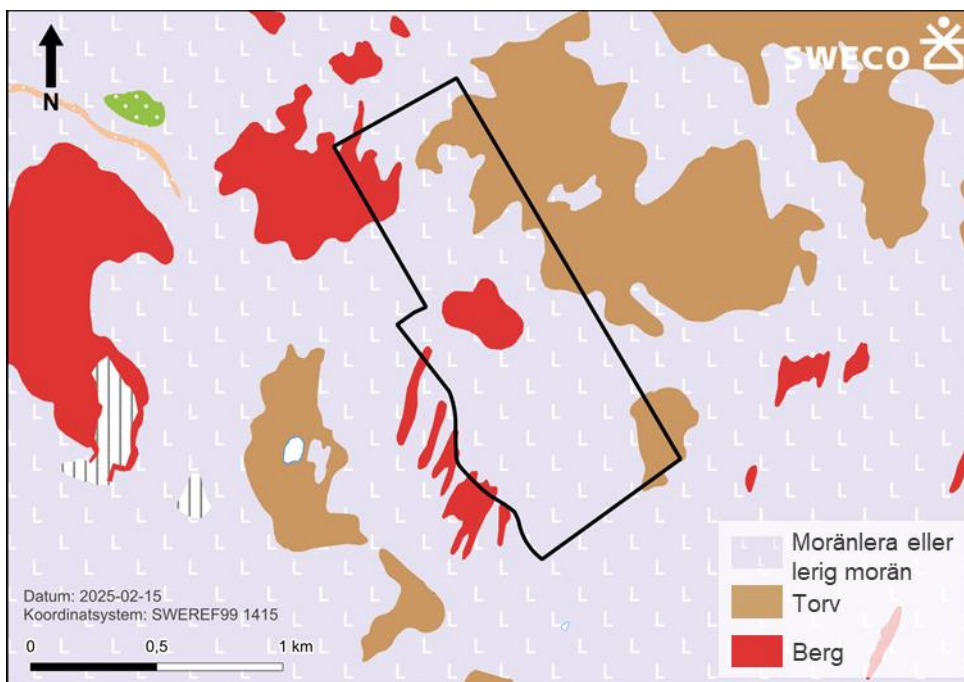
3.2 Topografi, geologi och grundvatten

Planområdet utgörs till stora delar av en höjdrygg, se Figur 3-2. Höjder inom området varierar mellan cirka +420 och +435 m (RH2000). 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. Topografi inom och i anslutning till planområdet. Höjdkurvorna har en ekvidistans på 2,5 m. (Höjddata: Lantmäteriet, geodatasamverkan).

Grundlagret av jordart i marken inom planområdet består till största delen av moränlera/lerig morän (Figur 3-3). Det förekommer även ett område med ytligt berg samt mindre områden med torv. Inom delar av området finns ett tunt eller osammanhängande ytlager med torv och oklassad jordart (SGU, u.å.). De geologiska förutsättningarna bekräftas av de geotekniska undersökningar som genomförts inom området och redovisas i *Projektering PM Geoteknik, GU, Torråsen* (Sweco, 2023a).



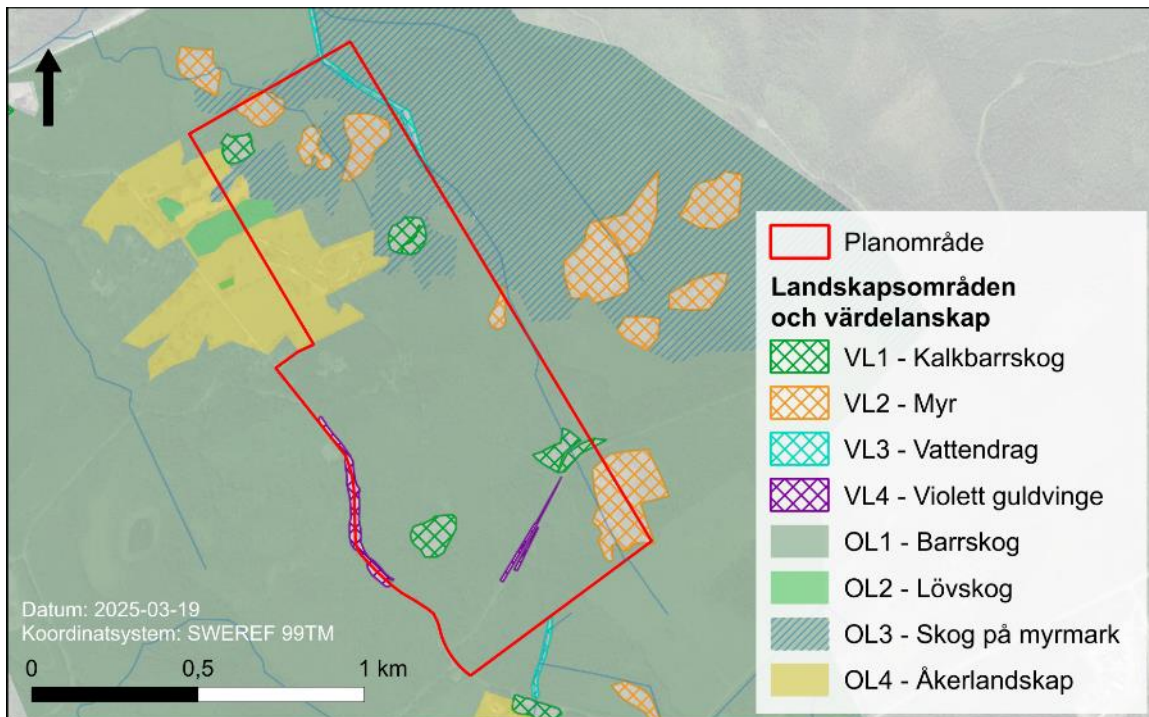
Figur 3-3. Jordarter inom planområdet och dess närområde (SGU:s digitala kartverktyg).

Planområdet ligger inom två olika genomsläpplighetszoner enligt SGU:s genomsläpplighetskarta där majoriteten av området har en låg genomsläpplighet. Ett mindre parti medelhög genomsläpplighet återfinns dock inom de centrala samt nordvästra delarna. Dränering utav planområdet sker idag främst genom jordens mullager. Även diken längs med kringliggande vägar leder bort vatten. Eftersom jorden består av främst lermorän är infiltrationskapaciteten, precis som SGU:s kartering visade, låg (Sweco, 2023b).

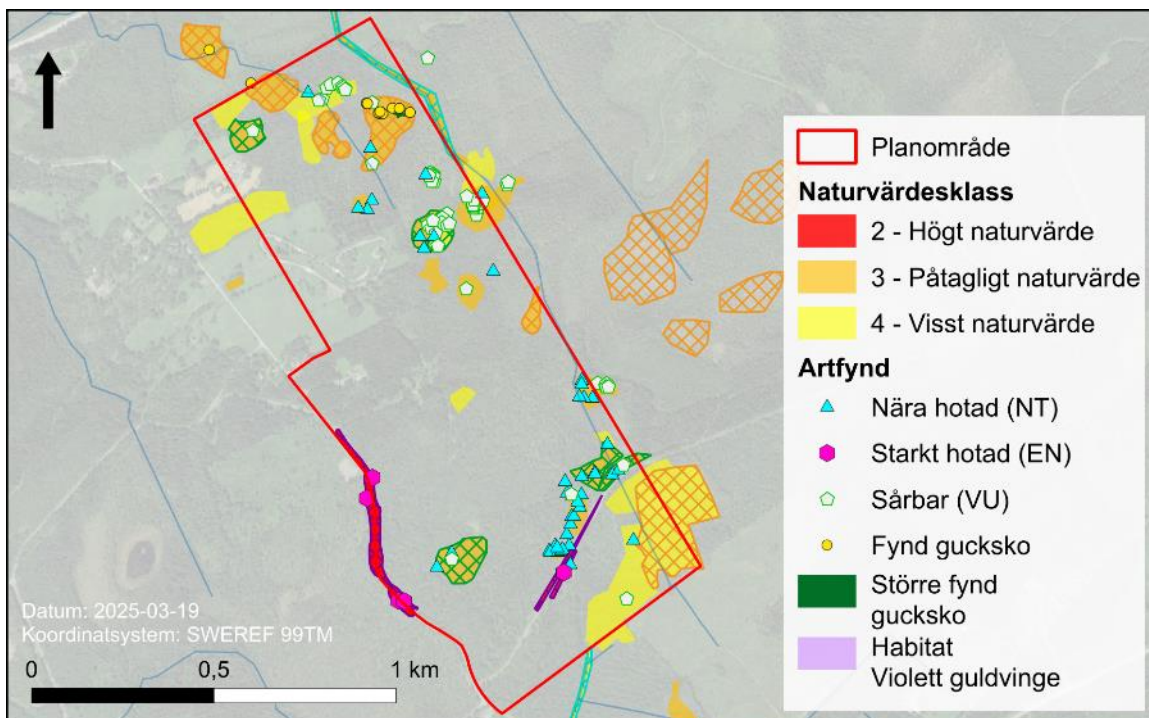
Inom planområdet finns det flertalet grundvattenrör installerade för att mäta variationerna i grundvattennivå. Grundvattenytan varierar i olika punkter och ligger i vissa delområden långt under markytan medan den i andra punkter ibland ligger ovan markytan. Manuell mätning av grundvattennivåerna visar att grundvattenytan generellt är lägre i den södra delen av området, medan de högre grundvattennivåerna återfinns inom den norra delen av planområdet (Sweco, 2025c). Detta stämmer även väl överens med de jordarter som identifierats inom området där de högre grundvattennivåerna sammanfaller med områden med torv.

3.3 Naturvärden

I samband med detaljplanearbetet har ett antal naturvärdesinventeringar och andra relaterade utredningar genomförts i området. I Figur 3-4 och Figur 3-5 visas resultatet av de olika utredningarna.



Figur 3-4. Landskapsområden (OL) och värdelandskap (VL) i anslutning till planområdet



Figur 3-5. Naturvärdesobjekt samt artfynd i anslutning till planområdet.

Vid utformning av skyfallshantering behöver hänsyn tas framförallt till områden med höga naturvärden, samt fynd av gucksko, knärot^{VU} och violett guldvinge^{EN}, samt de habitat som är viktiga för arterna.

4 Analys

4.1 Metod

För att utreda markens lämplighet för exploatering ur ett skyfallsperspektiv och hur exploateringen kan komma att påverka skyfallssituationen i framtiden används dels resultat från Östersund kommuns skyfallsmodell (WSP, 2021), dels resultat från terränganalys ur ett ytvattenperspektiv i Scalgo Live.

Östersund kommuns skyfallsmodell är framtagen i MIKE 21, som är ett tvådimensionellt hydrodynamiskt beräkningsprogram. Modellen finns beskriven i detalj i *Skyfallskartering Östersund* (WSP, 2021). Resultaten, som har använts som underlag i föreliggande utredning, visar maximalt vattendjup samt maximalt flöde som uppstår för varje enskild cell.

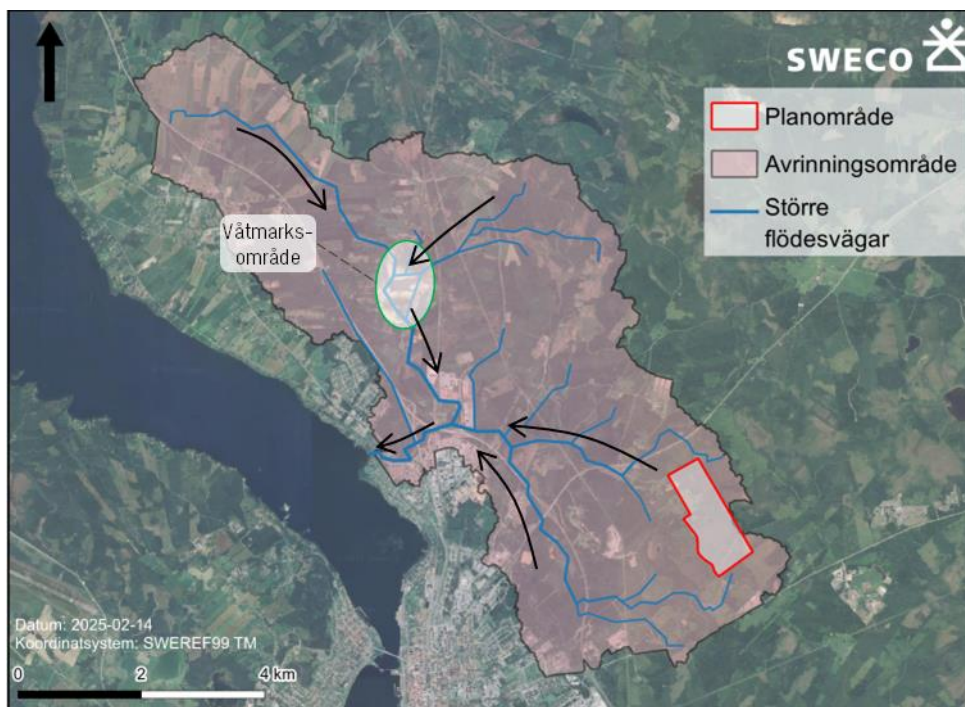
Scalgo Live är ett statiskt verktyg som visar hur vatten inställer sig och rinner i terrängen vid en specifik nederbördsvolym. Då modellen är statisk finns inte någon tidsaspekt med och flöden och varaktigheter på översvämningar kan således inte analyseras. I verktyget kan inte heller trumdimensioner eller kapacitet i diken analyseras. Infiltration kan översiktligt inkluderas i bedömningen genom Scalgo Lives egen infiltrationsmodul, där typ av markyta kombineras med underliggande jordart för att få en estimering på infiltrationskapaciteten. Scalgo Live har använts som komplement till Östersund kommuns skyfallsmodell.

Då Scalgo Live är statisk går det inte att studera hur flöden från området förändras vid en etablering. En bedömning av ökningen i avrinning från planområdet har gjorts baserat på förändrad höjdsättning, nederbördsvolym och förändrad markanvändning.

4.2 Nuläge

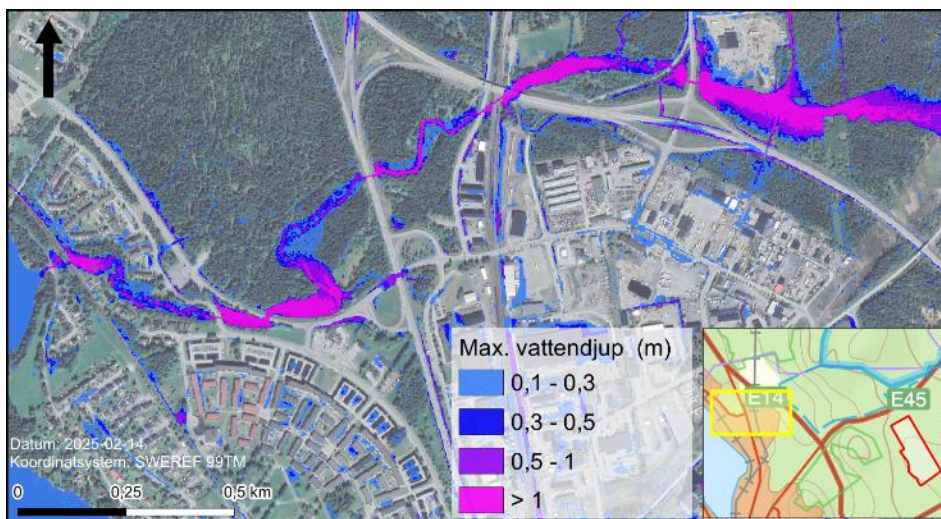
4.2.1 Avrinningsområdet

Planområdet avrinner mot Semsån/Rannåsbäcken med utlopp i Storsjön, cirka 5,5 km nedströms området. Planområdet ligger långt upp i avrinningsområdet och tar inte emot avrinning från uppström områden. Hela avrinningsområdet är cirka 45 km². Den norra delen av avrinningsområdet har ett våtmarksområde som första recipient, där vattnet samlas upp och naturligt fördröjs innan det rinner vidare söderut mot Semsån/Rannåsbäcken (se markering i Figur 4-1).



Figur 4-1. Avrinningsområde till Storsjön inom vilket planområdet ingår. Svarta pilar markerar huvudsakliga avrinningsriktningar.

Från planområdet och övriga södra delar av avrinningsområdet sker avrinningen till Semsån/Rannåsbäcken, via naturmark och mindre diken. Cirka 3 km nedströms planområdet rinner Semsån/Rannåsbäcken genom mer tätbebyggda områden innan utloppet i Storsjön. I dessa områden finns ett par passager under vägar där trummor begränsar flödet och viss dämning sker uppströms trummorna enligt Östersund kommuns skyfallsmodell (Figur 4-2). Skyfallsmodellen visad dock att översvåmningsutbredningen inte påverkar några byggnader eller vägar, utan sker på grönytor i anslutning till åfåran.

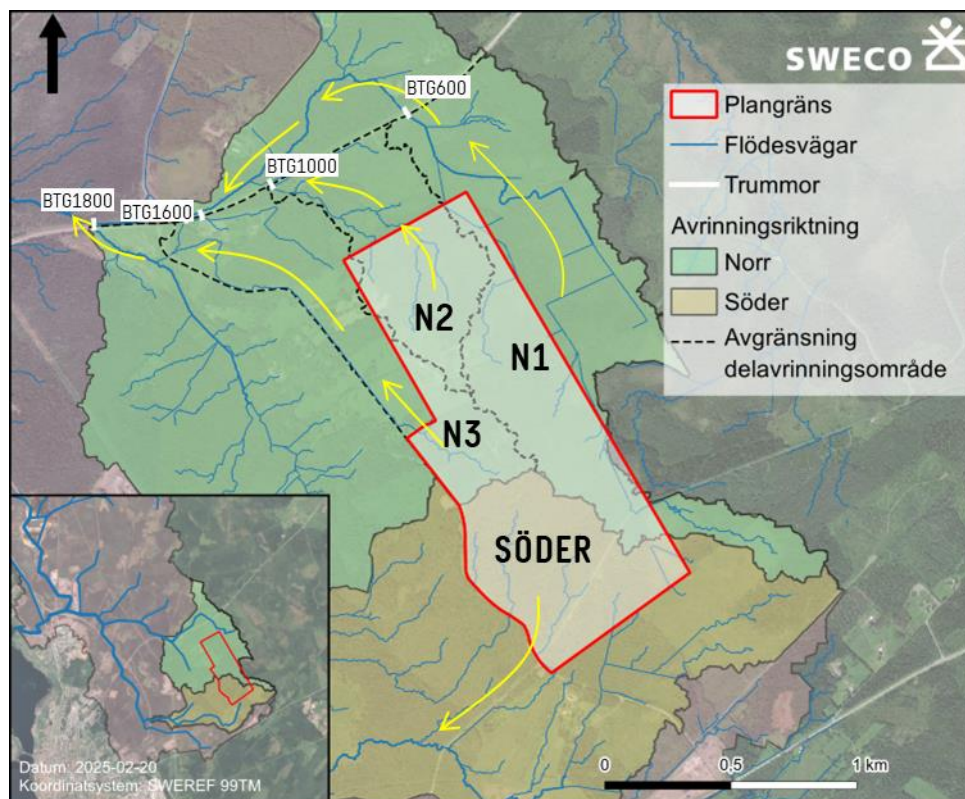


Figur 4-2 Maximalt vattendjup nedströms planområdet enligt Östersund kommuns skyfallsmodell. Viss dämning sker bakåt vid trånga passager.

4.2.2 Planområdet

Inom området finns något mindre dike. I övrigt sker avrinningen via lågstråk i terrängen. Det sydvästra hörnet avrinner söderut medan resterande områden avrinner norrut (Figur 4-3).

Inom planområdet finns ett par mindre naturliga lågpunkter, samtliga med vattendjup mindre än 30 cm. I norr, strax öster om motorbanan finns en något större lågpunkt, som också är ett kärrliknande område, med en volym om cirka 400 m³. Volymen i övriga lågpunkter varierar mellan cirka 10–70 m³.



Figur 4-3. Delavrinningsområden inom planområdet. En mindre del i sydväst avrinner söderut, resterande ytor avrinner norrut. Från den norra delen sker avrinning åt tre huvudsakliga riktningar/diken (område 1, 2 och 3).

Precis väster om planområdet går en flödesväg tätt inpå en bostadsfastighet. I nuläget bedöms inte den som ett riskområde, men i samband med etableringen behöver det säkerställas att ytterligare avledning av avrinning vid skyfall inte sker längs detta stråk.

4.2.3 Vägtrummor nedströms planområdet

Avrinningen norrut från planområdet leds under E45 i vägtrummor (Figur 4-3). Område Norr 1 (N1) leds under E45 i en BTG600-trumma cirka 500 meter norr om planområdet. Område N2 leds under E45 i en BTG1000-trumma och går därefter ihop med avrinningen från N3 i ett mindre vattendrag norr om E45. Avrinningen från N1 och N2 leds därefter återigen under E45 åt söder via en BTG1600-trumma. Strax nedströms om denna trumma ansluter avrinningen från N3 till vattendraget och leds under vägen in till Torråsen och vidare norrut under E45 i en BTG1800-trumma.

4.2.4 Slutsatser nulägesanalys

Planområdet ligger långt uppströms i avrinningsområdet och det föreligger ingen risk att avrinning från uppströms områden orsakar problem inom planområdet. Den södra delen av planområdet avrinner åt söder, medan den norra åt norr, där avrinningen passerar under E45. Inom planområdet finns inga stora lågpunkter eller riskområden ur ett översvämningssperspektiv. I samband med höjdsättning av planområdet bör vikten ligga på att bibehålla de generella avrinningsriktningarna, för att undvika att koncentrera flödet åt ett håll och därmed riskera att påverka vägtrummor negativt.

Längre nedströms i avrinningsområdet passerar avrinningen mer tätbebyggda områden. Enligt Östersund kommuns skyfallsmodell uppstår inga stora problem vid skyfall i dessa områden. Dock bör fokus för utformning av planområdet ligga på att möjliggöra anläggandet av skyfallsytor för att skapa ett fördröjt avrinningsförlopp. Detta för att inte riskera att bidra till problem nedströms.

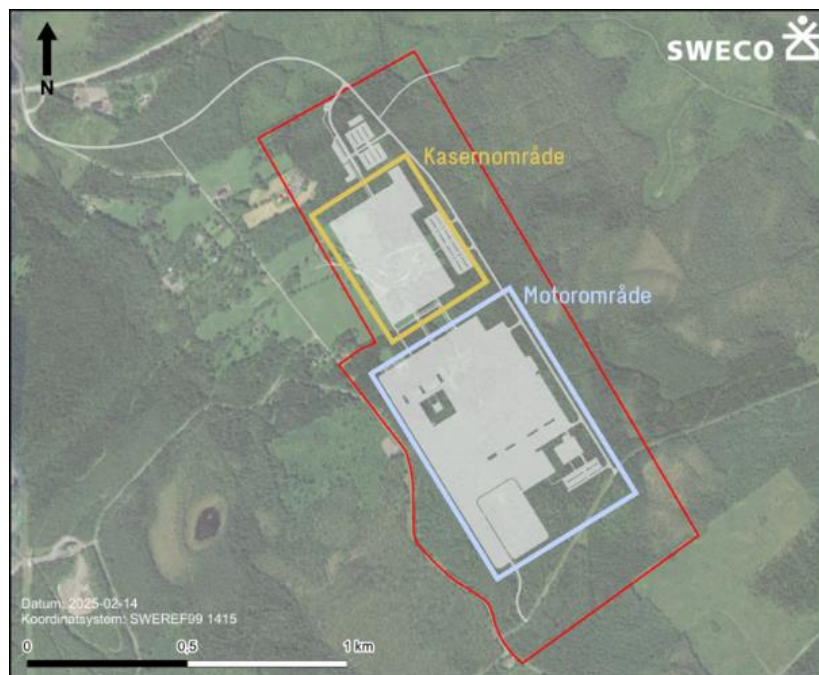
4.3 Framtida exploatering och påverkan

4.3.1 Planerad utbyggnad

Vid planerad exploatering av området kommer en stor del av marken få en förändrad användning och höjdsättning. Förändringen i markanvändning innebär att en stor del skogs- och naturmark övergår till hårdgjord yta med byggnader, vilket i sin tur påverkar mängden ytlig avrinning vid ett skyfall.

Figur 4-4 presenterar de ytor som till följd av den planerade exploateringen får en förändrad markanvändning. Planområdet består av *kasernområdet* och *motorområdet*, där den senare innefattar större asfalterade ytor.

Hårdgöringsgraden inom planområdet kommer att bero på slutlig struktur med byggnader och planerade asfaltsytor. Efterföljande beräkningar baseras på inplacering från 2024-12-04.

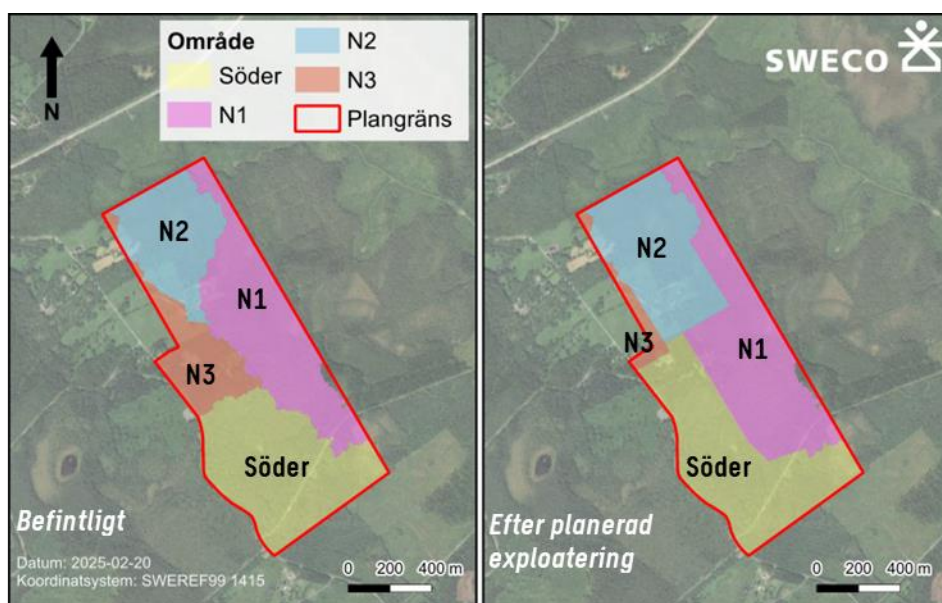


Figur 4-4. Planerad exploatering av planområdet. Området kan delas upp i det norra Kasernområdet och södra Motorområdet.

4.3.2 Framtida avrinningsområde och flödesvägar

I samband med exploateringen kommer de befintliga höjderna förändras inom planområdet. Marken planeras att jämnas ut, vilket förändrar de befintliga avrinningsområdena.

En övergripande höjdsättning har tagits fram av Sweco (2025b), som är framtagen i samverkan mellan dagvatten, skyfall och höjdsättning/massbalans. Baserat på höjdsättningen kan planområdet delas in i fyra olika avrinningsområden; N1, N2, N3 och Söder, se Figur 4-5 för översiktlig indelning i avrinningsområden. I Tabell 4-1 presenteras hur avrinningsområdenas storlek förändras jämfört med nuläget. Den framtagna höjdsättningen innebär att området som avrinner åt nordväst (N3) minskar i storlek, medan övriga ökar i storlek. Inom N3 planeras ingen exploatering, varför detta område inte beaktas i vidare beräkningar.



Figur 4-5. Förändring av avrinningsområde till följd av förändrad höjdsättning.

Tabell 4-1. Förändring i storlek på avrinningsområden inom planområdet

	Före		Efter		Skillnad	
	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)
N1	36,7	11,0	40,3	19,9	3,6	8,9
N2	22,7	6,8	29,2	13,7	6,5	6,9
N3	15,7	4,7	4,0	1,2	-11,7	-3,5
Söder	39,7	11,9	41,2	20,6	1,6	8,7
Totalt	114,8	34,4	114,8	55,4	0,0	21,0

Enligt framtagna höjdsättning skapas inga instängda områden som kan orsaka översvämningar vid skyfall som riskerar att påverka byggnader eller verksamheten.

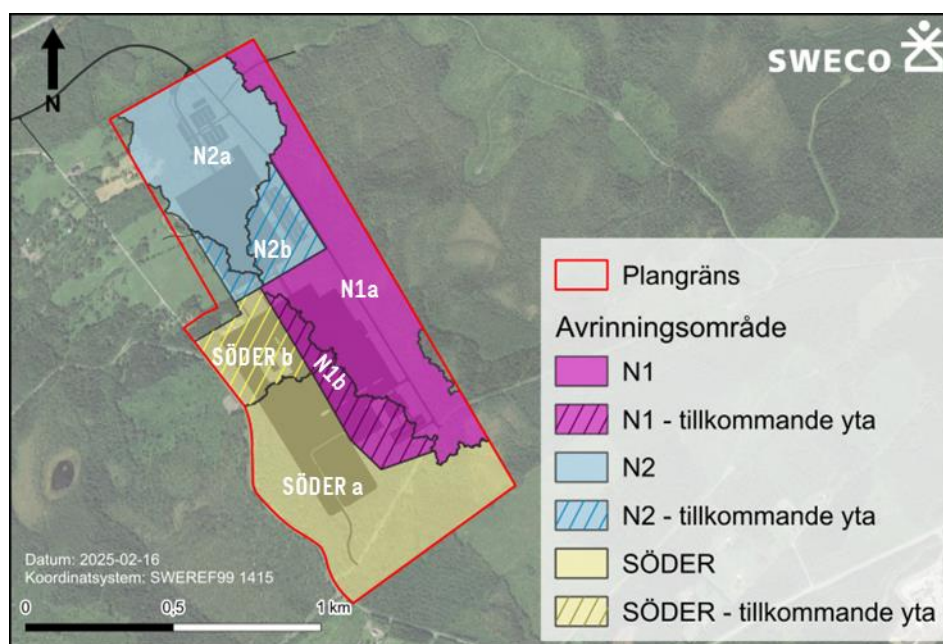
4.3.3 Ökning i avrinning och framtida fördröjningsbehov

I samband med exploateringen kommer markanvändningen inom planområdet förändras från naturmark till övervägande hårdgjorda ytor, vilket kommer att

generera en ökning av ytlig avrinning vid skyfall för avrinningsområde N1, N2 och Söder. I tillägg medför den förändrade höjdsättningen att avrinningsområdena till trummor nedströms utökas. För att inte riskera att öka belastningen nedströms bör ökningen av avrinning inom de tre delområdena N1, N2 och Söder behöva fördröjas.

Beräkningarna av ökningen baseras på nederbördsvolym, avrinningsområdets storlek och avrinningskoefficienter. Nederbördsvolymen har hämtats från *Skyfallsstatistik: Regional statistik för extrema korttidsregn* (2025), och utgår från ett **100-årsregn med varaktighet 6 h, år 2100 och RCP8,5** för mellersta Sverige, vilket motsvarar **85 mm**. Avrinningskoefficienterna är schablonvärden kopplade till olika typ av markanvändning. För att ta hänsyn till ökad ytlig avrinning vid skyfall, samt att marken inom planområdet har en låg genomsläpplighet, har avrinningskoefficienten för naturmark/grönyta ökat jämfört med Svenskt Vattens publikation P110 (2019), från 0,1 till 0,3.

För de områden där avrinningsriktningen inte förändras, det vill säga de områden som ingår i samma avrinningsområde före och efter planerad exploatering, utgörs fördröjningsbehovet av ökningen i avrinning som kommer från förändrad markanvändning. För de områden där avrinningsriktningen förändras uppgår fördröjningsbehovet till den totala avrinningen från området. I Figur 4-3 illustreras förändringen i avrinningsområdenas storlek. Områden som får en ändrad avrinningsriktning visas som streckade ytor. Till exempel utökas avrinningsområde Söder a med det gulstreckade området (Söder b).



Figur 4-6. Förändring i avrinningsområden inom planområdet. Det ofärgade området i planområdet nordvästra hörn motsvara avrinningsområde N3, där ingen exploatering planeras.

I Tabell 4-2 - Tabell 4-5 presenteras beräkningar och totala fördröjningsbehovet för respektive område. Totalt uppgår fördröjningsbehovet för hela området till cirka 23 700 m³.

Tabell 4-2. Beräkningar för avrinningsområde N1

Beräkningar N1 (Motorområdet)					
Markanvändning		Area [ha]	ϕ	Reducerad area [ha]	Avrinning [m³]
N1a - Ökning i avrinning					
Befintligt	Naturmark	7,5	0,3	2,2	1 900
Planerat	Hårdgjort/byggnad	7,5	0,9	6,7	5 700
Ökning i avrinning från N1a					3 800
N2b - Avrinning från tillkommande ytor					
	Naturmark	2,8	0,3	0,9	700
	Hårdgjort/byggnad	5,5	0,9	5,0	4 200
Totalt tillkommande ytor		8,4		5,9	4 900
Totalt fördröjningsbehov					8 700

Tabell 4-3 Beräkningar för avrinningsområde N2

Beräkningar N2 (Kasernområdet)					
Markanvändning		Area [ha]	φ	Reducerad area [ha]	Avrinning [m³]
N2a - Ökning i avrinning					
Befintligt	Naturmark	5,8	0,3	1,7	1 500
Planerat	Hårdgjort/byggnad	4,1	0,9	3,7	3 200
Planerat	Grusyta	1,7	0,5	0,8	700
Ökning i avrinning från N2a					2 400
N2b - Avrinning från tillkommande ytor					
	Naturmark	4,2	0,3	1,3	1 100
	Hårdgjort/byggnad	2,9	0,9	2,6	2 200
	Grusyta	0,7	0,5	0,3	300
Totalt tillkommande ytor		7,7		4,2	3 600
Totalt fördröjningsbehov					6 000

Tabell 4-4. Fördelning av volymbehov inom N2

Fördelning av volymbehov inom N2 (Kasernområdet)	
Kasernområde	3 500 m³
Vakt	400 m³
Parkering Norr	500 m³
Hinderbana	100 m³
Parkering Öst	1 500 m³

Tabell 4-5 Beräkningar för avrinningsområde Söder

Beräkningar Söder (Motorområdet)					
	Markanvändning	Area [ha]	ϕ	Reducerad area [ha]	Avrinning [m³]
Söder a - Ökning i avrinning					
Befintligt	Naturmark	9,4	0,3	2,8	2 400
Planerat	Hårdgjort/byggnad	9,4	0,9	8,5	7 200
Ökning i avrinning från Söder a					4 800
Söder b - Avrinning från tillkommande ytor					
	Naturmark	3,6	0,3	1,1	900
	Hårdgjort/byggnad	4,3	0,9	3,9	3 300
Totalt tillkommande ytor		7,9		5,0	4 200
Totalt fördröjningsbehov					9 000

En avrinningskoefficient på 0,3 för naturmarken kan sannolikt vara något låg för området vid skyfall, då marken har låg genomsläpplighet. Som en jämförelse skulle en avrinningskoefficient på 0,6 innebära ett totalt fördröjningsbehov om cirka 20 600 m³ (jämfört med 23 700 m³). Dock påverkar markens infiltrationskapacitet av förutsättningar som varierar över året och vegetationen bidrar också till att minska den ytliga avrinningen. Föreslagen princip för skyfallshantering nedan utgår därför från ett totalt fördröjningsbehov om 23 700 m³.

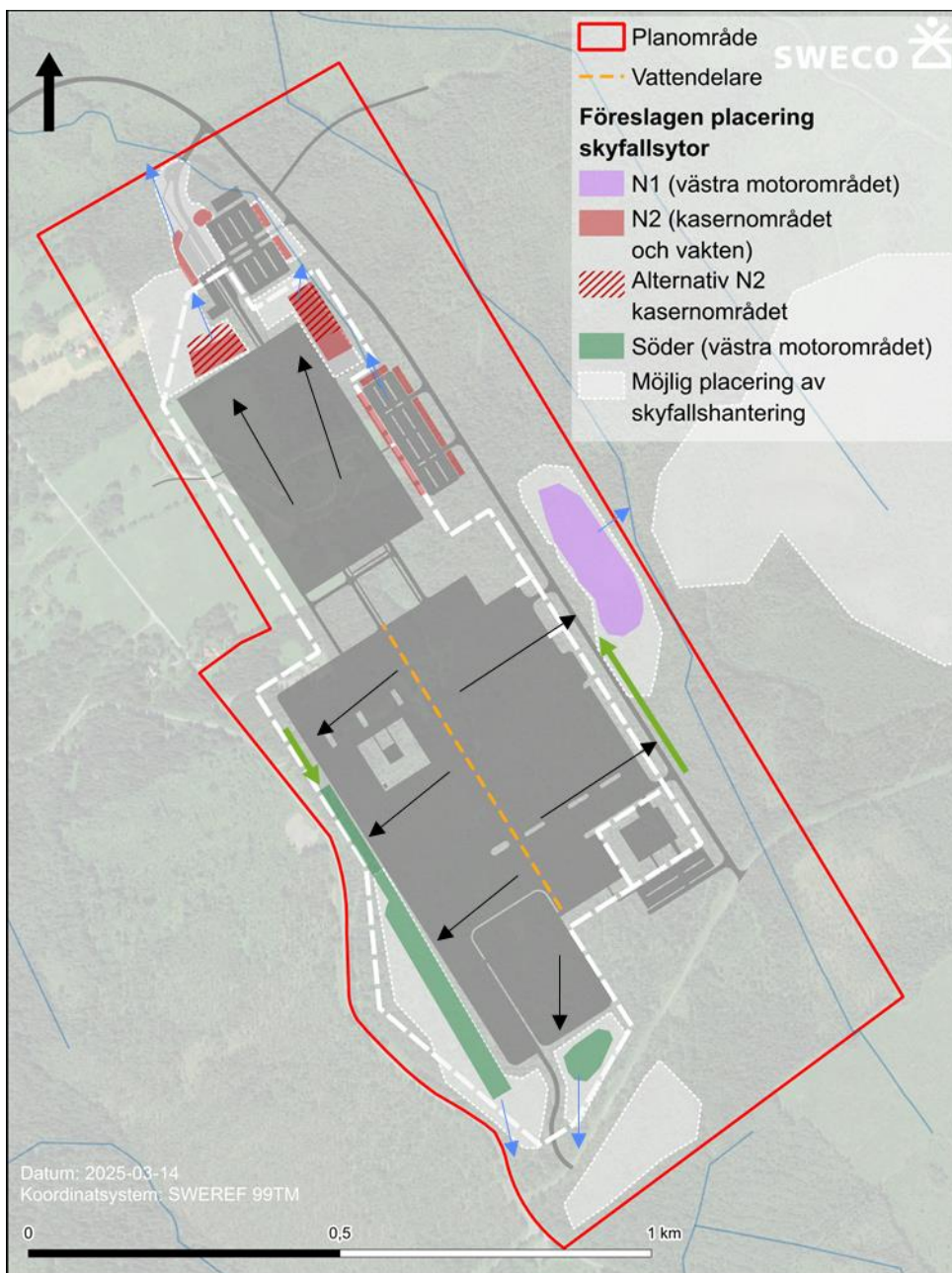
Hur den ökade avrinningsvolymen påverkar nedströms områden och trummor går inte att analysera i Scalgo Live, då verktyget inte har en dynamisk aspekt. En ökad mängd avrinning i systemet ökar generellt risken för nedströms området, exempelvis genom att trummor däms och flöden ökar. För att hantera ökningen i avrinning och undvika att nedströms områden påverkas negativt rekommenderas det att skyfallsytor skapas inom planområdet som kan fördröja en volym motsvarande ökningen, se vidare under avsnitt 5.

5 Föreslagen princip för skyfallshantering

För att hantera ett eventuellt skyfall inom området samt inte riskera att påverka skyfallssituationen negativt i nedströms områden rekommenderas åtgärder i form av skyfallsytor och styrning av avrinningen inom området, samt en höjdsättning som möjliggör ytlig avrinning till skyfallsytorna och inte skapar några instängda områden där problem kan uppstå. Principerna kan sammanfattas med:

- Ökningen i avrinning för respektive avrinningsområde omhändertas och fördröjs i nedsänkta skyfallsytor för att inte öka belastningen på nedströms områden
- Avrinningen från hårdgjorda områden styrs via diken och/eller gator till skyfallsytorna
- Byggnader anläggs med fall från fasad för att undvika att vatten blir stående mot fasad
- Området ska även i kommande detaljprojektering höjdsättas så att instängda områden som medför översvåmningsrisk för byggnader och kritiska vägar undviks.

Motorområdet i söder höjdsätts med en vattendelare från norr till söder, där den östra delen av område generellt lutar österut och den västra åt väst. Kasernområde höjdsätts med ett generellt fall åt norr enligt framtagna höjdsättning (Sweco, 2025b). I Figur 5-1 presenteras ett översiktligt förslag på principlösning för skyfallshantering och nedan beskrivs respektive avrinningsområde. De ytorna som presenteras som möjliga skyfallsytor har generellt antagits ha ett djup på 0,5 m och en slätlutning på 1:6. Om djup eller slätlutning förändras påverkas även ytanspråket. Samtliga skyfallsytor behöver utformas med ytliga bräddvägar mot närliggande lågstråk eller vattendrag.



Figur 5-1. Förslag på översiktlig skyfallshantering. Gröna pilar illustrerar möjlig avledning i diken och svarta pilar yttlig avrinningsriktning. Blå pilar visar möjliga yttliga bräddväggar till vattendrag eller vägdike. De vitskuggade ytorna visar på var skyfallshantering kan placeras i förhållande till bl.a. naturvärden.

Avrinningsområde N1 (motorområde öst)

Fördröjningsbehovet vid studerat 100-årsregn uppgår till cirka 8 700 m³. Ytorna inom motorområdet lutar åt öst. För att samla upp avrinningen rekommenderas ett längsgående dike längs motorområdets östra kant. Öster om motorområdet, innanför plangräns finns en mindre befintlig myr. Föreslagen skyfallshantering innebär att myren nyttjas som skyfallsåtgärd och ytterligare volymer skapas i anslutning till myrområdet.

En alternativ hantering för det östra motorområdet (område N1) är att nyttja det större skogsområdet med myrmark öster om planområdet (det större vita fältet i öster i Figur 5-1) för att hantera avrinningen vid skyfall. Området är cirka 35 ha

stort och består av myrar och skog på myrmark. Denna lösning är dock beroende av åtgärder utanför planområdet och kräver att ett dike eller liknande skapas till myrområdet från motorområdet.

Tabell 5-1. Sammanställning över volymbehov och ytanspråk med föreslagen princip för område Söder. Ytanspråk om skyfallsytorna utformas med ett djup om 0,5 m och släntlutning 1:6.

Område	Fördröjningsbehov (m³)	Ytanspråk, djup 0,5 m, slänt 1:6 (m²)
N1 - motorområde öst	8 700	~19 300

Avrinningsområde SÖDER (motorområde väst)

Volymbehovet vid stoderat 100-årsregn uppgår till cirka 9 000 m³. Ytorna inom motorområdets västra del lutar åt väster och söder, och avrinningen inom området kommer primärt att ske på hårdgjorda ytor. För att samla upp avrinningen kan ett långsgående svackdike anläggas längs motorområdets västra kant. I den norra delen är utrymmet begränsat mellan motorområdet, perimeterskyddet samt habitat för violett guldvinge längs vägen. Bredden mellan perimeterskyddet och motorområdet är ca 22 m. I beräkningar har en total dikesbredd på 18 m använts för den norra delen av diket. Längre söderut finns det mer utrymme har en total bredd på 35 m använts i beräkningar, se Figur 5-1 för placering av svackdiken.

För att samla upp avrinning från körplanen i sydöst inom avrinningsområde Söder kan en nedsänkt yta anläggas. Innanför plangränsen i de södra delarna av delområde söder finns en flexibilitet i var skyfallsåtgärder kan placeras, se vita fält i Figur 5-1. Ytorna bör utformas med ytliga bräddvägar till närliggande vägdiken. Vid anläggande av ny väg behöver trummor anläggas för att inte hindra avrinningen.

I Tabell 5-2 presenteras en sammanställning över volymbehov samt ytanspråk för föreslagna skyfallsåtgärder.

Tabell 5-2. Sammanställning över volymbehov och ytanspråk med föreslagen princip för område Söder. Ytanspråk om skyfallsytorna utformas med ett djup om 0,5 m och släntlutning 1:6.

Söder (motorområde väst)	Fördröjningsbehov (m³)	Ytanspråk, djup 0,5 m, slänt 1:6 (m²)
Totalt	9 000	~20 200
Svackdike längs motorområdets västra kant	7 300	16 200
Nedsänkt yta söder om körplan	1 700	4 000

Avrinningsområde N2 (Kasernområdet)

Det totala volymbehovet för område N2 (kasernområdet med parkering och vakt) uppgår till cirka 6 000 m³. Skyfallshanteringen för området föreslås fördelas på olika ytor. För själva kasernområdet, som lutar åt norr, föreslås att gator eller mindre diken inom området avleder vattnet norrut till två nedsänkta ytor där den ena placeras mellan vakten och kasernområdet och den andra utgörs av hinderbanan. Beroende på vidare höjdsättning av kasernområde kan volymbehovet för respektive yta variera, men totalt behov uppgår till cirka 3 600 m³. Genom att nyttja hinderbanan som skyfallsyta minskar behovet av att ta ytterligare mark i anspråk.

Avrinning från den östra parkeringen hanteras i svackdiken längs med parkeringsytorna och utformas med ytlig bräddväg till diket/bäcken norrut. Avrinningen från den norra parkeringen kan hanteras i en nedsänkt yta nordväst om parkeringen samt två ytor öster om parkeringen, som utformas med ytliga bräddvägar till närliggande dike/bäck. Avrinning från vakten kan hanteras i en skyfallsyta väster om vakten, med ytlig bräddväg längs vägdike till diket/bäcken i norr. Även för område N2 finns en flexibilitet i var skyfallshanteringen kan placeras, se vita fält i Figur 5-1. En sammanställning över volymbehov och ytanspråk med föreslagen princip presenteras i Tabell 5-3.

Tabell 5-3. Sammanställning över volymbehov och ytanspråk med föreslagen princip för område N2.

Område	Fördröjningsbehov (m³)	Ytanspråk, djup 0,5 m, slänt (m²)
Kasernområde, hinderbana	3 600	~8 900
Parkering Öst	1 500	~4 200
Parkering Norr	500	~1 600
Vakt	400	~1 100

Planområdet som helhet

Sammanfattningsvis hanteras de olika avrinningsområdena skilt från varandra. Principen är dock densamma, avrinningen vid skyfall leds på markytor inom motorområdet (genom höjdsättning), längs planerade gator eller i diken till svackdiken och lågpunkter.

Beroende på hur ytorna utformas i detaljprojekteringen och hur marklutningen förhåller sig till ytorna kan det finnas möjlighet att tillskapa de skyfallsvolymer som krävs utan att avverka skog, exempelvis genom att valla in ytorna. Om skog behöver tas ner behöver dock inte ytan vara en kal lågpunkt, utan de kan med fördel utformas för att smälta in i landskapet. Inspiration kan hämtas från omkringliggande vegetation och myrmarker.

Samtliga skyfallsytor kan med fördel utformas som multifunktionella, dvs. att de kan nyttjas till andra ändamål, så som rekreation, när de inte fungerar som skyfallsyta. Exempelvis, om större dagvattenanläggningar planeras kan dessa terrasseras, och den yta som krävs för skyfallet utformas som multifunktionell, se Figur 5-2. Vid detaljprojektering av dagvatten- och skyfallsåtgärder är det viktigt att säkerställa att funktionen av reningsanläggningar inte påverkas negativt vid kraftig nederbörd, exempelvis genom att anlägga separata renings- och fördröjningsanläggningar för dagvatten (se *Dagvattenutredning – Detachement I21*, (Sweco, 2025a) för ytterligare detaljer).



Figur 5-2. Illustration över terrasserad dagvattendamm för skyfallsvolymer (illustration: Sweco).

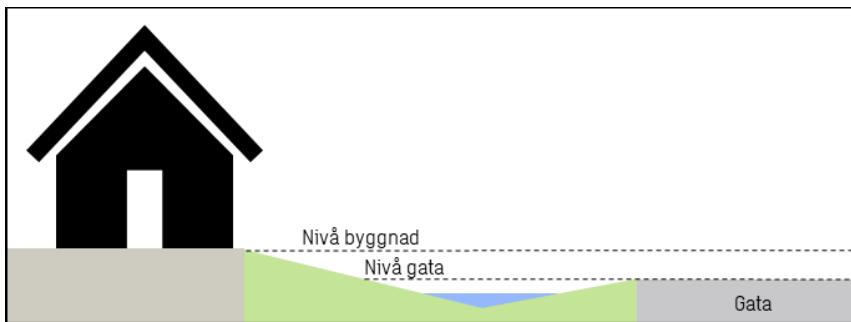
I senare skede av detaljprojekteringen kan volymbehovet för de olika skyfallsåtgärderna minskas, genom att kombinera dessa med dagvattenhanteringen. I beräkningar i föreliggande rapport har det inte tagits hänsyn till fördröjningsbehovet för dagvatten. Denna är dock mindre än volymbehovet för att hantera avrinningen vid skyfall, varför det kommer att behövas ytterligare åtgärder utöver dagvattenanläggningarna.

5.1 Rekommendationer till höjdsättning

En övergripande höjdsättning har tagits fram av Sweco (2025b). Denna har legat till grund för principen av indelning i delavrinningsområden inom planområdet och översiktligt kontrollerats i Scalgo Live. Den övergripande höjdsättningen visar att det inte skapas några instängda områden som kan skapa problem vid kraftig nederbörd.

Inför mer detaljerad höjdsättning är det viktigt att säkerställa principerna för skyfallshantering inom planområdet:

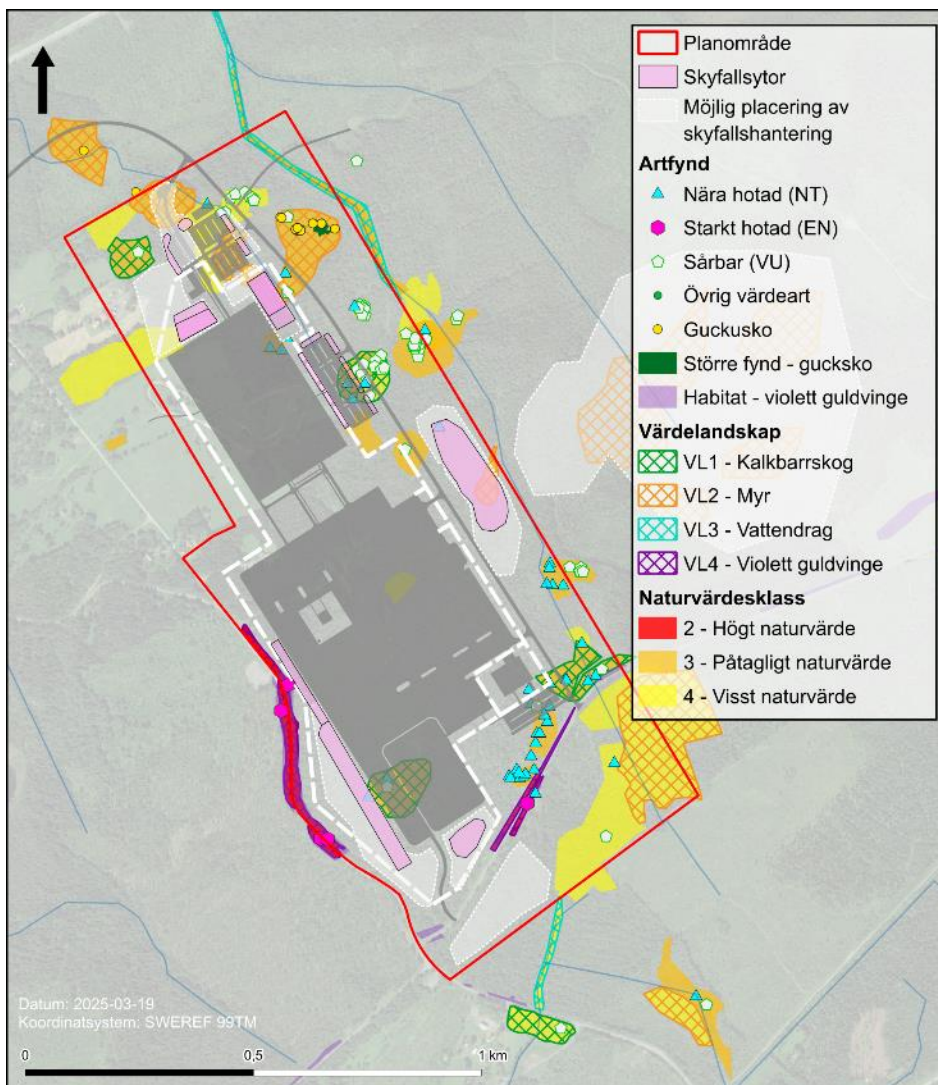
- Instängda områden där vatten kan ansamlas och utgöra en risk för etableringen ska undvikas.
- Byggnader bör anläggas med fall från fasad mot närmsta gata eller annan yta som fungerar som flödesväg vid skyfall. För att få ett tillräckligt skydd rekommenderas byggnader ligga minst 30 cm högre än intilliggande lågpunkter. Enligt Svenskt Vatten P105 (2011) bör marken luta minst 5 % (1:20) de första 3 metrarna. En flackare lutning på 1–2 % (1:50 – 1:100) kan tillämpas efter 3 m. Det är inte alltid möjligt eller lämpligt att utforma marken med ovan lutning (Boverket, 2023), exempelvis vid entréer eller gångbanor i anslutning till fasad finns andra tillgänglighetskrav att ta hänsyn till, varför marken här måste utformas med en flackare lutning (se Övergripande massbalansering och höjdsättning – I21 Detachment Östersund (Sweco, 2025b) för detaljer).
- Slänter bör erosionsskyddas och utformas med avledande dike vid släntfot.
- Vägar behöver utformas med vägdiken för att hantera avrinningen från vägbana.
- Gator inom kasernområdet bör utformas för att avleda yttlig avrinning. Om vägdiken anläggs längs med gator bör gatorna utformas för att möjliggöra avrinning längs dessa när diken går fulla, se Figur 5-3 för princip.



Figur 5-3. Schematisk skiss över princip för att höjdsättning av gata.

5.2 Skyfallsytornas placering i förhållande till naturvärden

I Figur 5-4 presenteras hur föreslagen placering av skyfallshantering förhåller sig till inventerade naturvärden och artfynd.



Figur 5-4. Placering av skyfallsåtgärder i förhållande till inventerade naturvärden och artfynd.

Inga av ytorna står i direkt konflikt med höga natuvärden eller artfynd av gucksko, violett guldvinge^{EN} eller knärot^{VU}.

5.3 Lämplighetsbedömning

Följande avsnitt kopplar till de krav som finns i lämplighetsbedömning med hänsyn till risken för översvämning enligt PBL. Kraven för skyfall kan sammanfattas som att ny sammanhållen bebyggelse inte bör ta skada, området och byggnaderna ska vara tillgängliga för räddningstjänst, samt att situationen för upp- eller nedströms områden inte får försämrats.

Ny bebyggelse

Den framtagna höjdsättningen bedöms inte innebära någon risk för planerad bebyggelse då inga instängda områden skapas i anslutning till byggnader. Höjdsättningen är framtagen i ett tidigt skede, och i vidare skede är det viktigt att området fortsatt utformas för att undvika instängda områden i anslutning till byggnader samt att skyfallsleder skapas längs exempelvis diken, gator eller lågstråk för att säkert kunna avleda vatten vid ett skyfall. Byggnader bör också generellt utformas med fall från fasad.

Framkomlighet till planområdet

Varken resultaten från Östersund kommuns skyfallsmodell eller analyser i Scalgo Live pekar på att tillfartsvägar till planområdet översvämmas eller på annat sätt påverkas vid ett skyfall.

Nedströms områden och objekt

Östersund kommuns skyfallsmodell och analysen i Scalgo Live visar att det inte förekommer några direkt översvämningsdrabbade områden nedströms planområdet i dagsläget. Avrinningen sker till största del via diken och bäckfåror ner till Storsjön. Utredningen visar på att det finns utrymme inom planområdet för att tillskapa skyfallsåtgärder som kan hantera den ökning i avrinning som exploateringen ger upphov till. Således förväntas exploateringen inte påverka nedströms områden negativt.

6 Slutsatser

Förutsättningarna ur ett skyfallsperspektiv för utveckling av nytt Detachment I21 inom det utpekade planområdet är generellt goda. Området ligger långt uppströms i avrinningsområdet, och således finns inga stora flödesvägar inom området som kan utgöra en risk för etableringen. Fokus för skyfallshanteringen inom området bör ligga på att minska risken att nedströms trummor under E45 samt områden i utkanten av Östersund får en ökning i avrinning vid skyfall som kan orsaka problem, tillsammans med säkra flödesvägar inom planområdet som kan avleda större regn till skyfallsytor.

Vid utbyggnad av regementet bedöms risken för att ny bebyggelse inom planområdet tar skada vid skyfall som låg, då analys av den övergripande framtagna höjdsättningen visar på att inga nya instängda områden skapas.

Avrinningen har estimerats med översiktliga beräkningar för att få en indikation på hur stor ökning som kan förväntas i samband med exploateringen och framtida klimatförändringar. Sammanfattningsvis bedöms ökningen vara ca 23 700 m³ för ett klimatkompenserat 100-årsregn (RCP8,5, motsvarande klimatkompensationsfaktor 1,4), 6 timmar varaktighet, konservativt räknat. Avrinningen från området sker åt olika riktningar, varför ökningen även har beräknats för respektive delområde inom planområdet.

Ökningen för de olika avrinningsområdena hanteras skilt från varandra. Principen är dock densamma, avrinningen vid skyfall leds på markytor inom motorområdet (genom höjdsättning), längs planerade gator eller i diken till svackdiken och lågpunkter. Beroende på hur ytorna utformas i detaljprojekteringen och hur marklutningen förhåller sig till ytorna kan det finnas möjlighet att tillskapa de skyfallsvolymer som krävs utan att avverka skog, exempelvis genom att valla in ytorna. Om skog behöver tas ner behöver dock inte ytan vara en kal lågpunkt, utan de kan med fördel utformas för att smälta in i landskapet. Inspiration kan hämtas från omkringliggande vegetation och myrmarker.

För de områden där även större dagvattenanläggningar krävs för fördröjning kan dessa med fördel kombineras med skyfallsytor för att optimera markanspråket. De volymer som krävs för att hantera ökningen i avrinning vid ett 100-årsregn kan exempelvis skapas genom att anlägga en nedsänkt yta som kan agera skyfallsyta vid högre nederbörd eller genom att terrassera planerad dagvattendamm. Genom att terrassera dagvattendammen kan den yta som krävs för fördröjning av skyfall utnyttjas till andra ändamål då den inte används. I vidare arbete med etableringen och detaljprojektering är det viktigt att säkerställa de ytliga avrinningsvägarna till skyfalls-/dagvattenytorna implementeras.

7 Referenser

- Boverket. (2022). *Tillsynsvägledning naturolyckor*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/
- SGU. (u.å.). *Kartvisare - Jordarter 1:25000 - 1:100000*.
- SMHI. (2021). *Kunskapsbanken*. Hämtat från Återkomsttider: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085>
- SMHI. (2021). *Återkomsttider*. Hämtat från Kunskapsbanken: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085>
- SMHI. (2023). *Klimatanpassning.se*. Hämtat från Skyfall: <https://www.klimatanpassning.se/klimatanpassa/vagledning-for-klimatanpassning/hantera-risker/skyfall-1.89213>
- SMHI. (2025). *Skyfallsstatistik: Regional statistik för extrema korttidsregn*. Hämtat från Framtidens klimat.
- Svenskt Vatten. (2011). *P105: Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utformning*.
- Svenskt Vatten. (2019). *P110 - Avledning av drän-, dag- och spillvatten*.
- Sweco. (2023a). *Projekterings-PM Geoteknik GU Torråsen*.
- Sweco. (2023b). *Markteknisk undersökningsrapport, Torråsen*.
- Sweco. (2025a). *Dagvattenutredning - Torråsen, Detachement I21, Östersund*.
- Sweco. (2025b). *Övergripande massbalansering och höjdsättning – I21 detachement Östersund*.
- Sweco. (2025c). *PM Grundvattennivåer*.
- Väg & Miljö. (2022). *Naturvärdesinventering Gräfsåsen, Östersunds kommun*.
- Väg & Miljö. (2023). *Naturvärdesinventering, Torråsen, Östersunds kommun*.
- WSP. (2021). *Skyfallskartering Östersund*.
- Östersunds kommun. (u.å.). *Skyfallshantering*. Hämtat från Teknisk handbok.