

## Lofsdalen 1:300 m.fl. Dagvattenutredning inför planskede



Handling upprättad: 2024-03-25

Upprättad av: Rickard Olofsson och Christoffer Eriksson

## Sammanfattning

Rubricerad utredning beskriver hur dagvattensituationen ser ut i dagsläget och hur den förändras i samband med detaljplaneskede för Lofsdalen 1:300 med flera. Planområdet har delats in i tre utredningsområden för dagvattenutredningen. Dagvattenflödena ökar i samband med den planerade förändringen av markanvändningen. För ett 10-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,25 i efterläget) ökar flödena för utredningsområde 1 från 110 l/s till 150 l/s, för utredningsområde 2 från 130 l/s till 420 l/s och för utredningsområde 3 från 95 l/s till 290 l/s.

Den erforderliga fördröjningsvolymen (våtvolum) uppgår till 52 m<sup>3</sup> för utredningsområde 1, för utredningsområde 2 uppgår volymen till 450 m<sup>3</sup> och för utredningsområde 3 uppgår volymen till 210 m<sup>3</sup> för att uppnå en flödesneutralitet mellan nuläge och efterläge.

Dagvattenåtgärder som föreslås är bland annat planerad höjdsättning, fördröjningsåtgärder och översilning samt genomledning av opåverkat dagvatten från ovanförliggande områden.

Utifrån genomförda beräkningar och framarbetade förslag till dagvattenåtgärder bedöms att en god dagvattenhantering kan uppnås. Detta under förutsättning att de föreslagna åtgärderna implementeras i planen. Den erforderliga fördröjningsvolymen bedöms kunna inrymmas i planen om dessa volymer fördelas ut inom respektive delområde.

## Innehållsförteckning

### Innehåll

<b>1. Inledning</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund och Syfte	5
<b>2. Förutsättningar</b>	<b>5</b>
2.1 Allmänt om dagvatten	5
2.2 Underlag	5
2.3 Riktlinjer, dagvatten	6
2.4 Skyddade områden	6
2.5 Områdets recipienter och dess miljö kvalitetsnormer	7
<b>3. Befintliga förhållanden</b>	<b>7</b>
3.1 Områdesbeskrivning och orientering	7
3.2 Geoteknik	11
3.3 Befintlig avvattning	12
3.4 Befintliga ledningar	13
<b>4. Beräknade flöden för nuläget</b>	<b>14</b>
4.1 Markanvändning	14
4.2 Flödesberäkning	15
<b>5. Framtida förhållanden</b>	<b>15</b>
5.1 Markanvändning	15
5.2 Flödesberäkningar	18
5.3 Fördröjningsvolym	19
5.4 Föreningar	19
<b>6. Förslag till dagvattenhantering</b>	<b>20</b>
6.1 Planerad höjdsättning	22
6.2 Skyfallshantering	22
6.3 Stuprörsutkastare	22
6.4 Översilning och infiltration	23
6.5 Öppna vegetationstäckta diken (svackdiken)	24
6.6 Snöupplag	24
6.7 Trumgenomföringar	24
6.8 Fördröjningsåtgärder	24
6.9 Omhändertagande av dagvatten under byggtiden	25

<i>6.10 Drift och skötsel</i>	25
<b>7. Bedömning av den föreslagna dagvattenhanteringen</b>	<b>26</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund och Syfte

Ett detaljplanearbete för Lofsdalen 1:300 är under upprättande. Detaljplanens syfte är att undersöka möjligheten för planmässigt skapa förutsättningar för lägenhets- och stugområden, enskilda tomter samt flerbostadshus vid Lofsens Fjällby. Även funktioner såsom gång, cykel och skidstråk samt camping och ytor för avfall planeras.

Mot bakgrund av detta har Arcstan AB, på uppdrag av Berg-Härjedalens kommun, tagit fram rubricerad utredning. I analysen har nuvarande och planerad markanvändning översiktligt studerats för att se hur avrinningsmönstret förändras och vilka dagvattenflöden som kan förväntas från området. Utifrån det har sedan erforderliga fördröjningsvolymerna beräknats. Lämpliga dagvattenåtgärder för den aktuella planen har föreslagits och anpassats utifrån de givna plats-specifika förutsättningarna och den planerade strukturen på exploateringen.

## 2. Förutsättningar

### 2.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten är tillfälliga flöden som uppträder vid exempelvis regn, snösmältning eller tillfälligt framträngande grundvatten. Dagvattnets sammansättning och flöden avspeglas av det aktuella områdets markanvändning och terrängförhållanden. Hårdgjorda branta ytor ger en snabb och plötslig dagvattenavrinning medan flacka och vegetationsrika områden ger upphov till trög avrinning. Vid en exploatering förändras dagvattnets avrinningsmönster och plötsliga flödestoppar kan bli resultatet om andelen hårdgjorda ytor ökar. Uppförande av exempelvis fler byggnader, anläggande av nya vägar och parkeringsytor samt eventuella förändringar av naturliga avrinningsstråk (diken och bäckar) med mera påverkar också hur dagvattnet rinner av från området.

Dagvattenflödet kan på sin väg orsaka problem som dämning, översvämning och erosionsskador. Det kan även utgöra en miljörisk i och med att föroreningar och sediment riskerar att följa med dagvattnet ut i recipienten. Risken för transport av sediment är som störst innan nyanlagd mark hunnit "sätta sig" och vegetation etablerats.

En framarbetad dagvattenutredning med plats-specifika åtgärder minskar risken för dämning, markskador och påverkan på recipient.

### 2.2 Underlag

Följande underlag har använts vid upprättande av denna rapport:

- Dwg-underlag erhållet från Berg-Härjedalens kommun (planområdesgräns, Detaljplan för Lofsdalen 1:300, 1:391 m.fl).
- Gis-underlag tomtindelning
- Ortofoto Berg-Härjedalens kommun.
- Naturvärdesinventering av Lofsens Fjällby, Härjedalens kommun. Naturföretaget 2021-08-30.
- Avropsförfrågan, Berg-Härjedalens kommun.
- Geoteknik. Markteknisk undersökningsrapport, MUR. DP Lofsdalen 1:300 m.fl Bergs kommun. WSP 2021-07-09.
- Geoteknik. PM Geoteknik. Lofsdalen 1:300 m.fl Bergs kommun. WSP 2021-07-09.

- Geoteknik. PM Geoteknik. Lofsdalen 1:300 m.fl Bergs kommun. WSP 2021-07-09.
- Geoteknik. PM Geoteknik. Lofsdalen 1:300 m.fl Bergs kommun. WSP 2024-03-21.
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS), webbaserat verktyg ([viss.lansstyrelsen.se](http://viss.lansstyrelsen.se)).
- Scalgo live.
- StormTac Web (v24.1.2) Webbaserad recipient- och dagvattenmodell.
- Svenskt Vatten P110. Avledning av dag- drän och spillvatten. Svenskt Vatten AB, 2016.
- Svenskt Vatten P105. Hållbar dag- och dränvattenhantering. Svenskt Vatten AB, augusti 2011.
- Personlig kontakt Berg-Härjedalens Kommun.

### 2.3 Riktlinjer, dagvatten

Styrdokument för krav på dagvattenhanteringen är under framtagande inom kommunen men finns i dagsläget inte antaget. För att hitta en lämplig kravställande för detta projekt har områdets förutsättningar, skyddade områden/recipienter, den planerade exploateringen samt områdets gröna struktur varit vägledande. Dialog har förts med kommunen för att definiera vilka riktlinjer som bör vara styrande i den specifika planen. Dialog kring detta har också förts med kommunen i samband med arbeten i andra liknande fjällnära områden. En målsättning, utöver flöden och rening, är också att dagvattenåtgärderna bör i möjligaste mån passas in i området och dess omgivning som utgörs av en fjällnära karaktär.

Följande riktlinjer bedöms gälla för dagvattenhanteringen i den aktuella planen:

- Sträva efter öppen och robust dagvattenhantering (öppna system).
- Minimera risken för sedimenttransport i både bygg- och driftskede.
- Minimera föroreningstransporten med hänsyn till områdets recipient Tännadalssjön.
- Minimera flödesökningen mellan nuläge och efterläge.
- Naturliga system, vegetationsytor samt planerad exploatering ska nyttjas för en god dagvattenhantering.
- Säker avledning av dagvatten.
- Dagvattenåtgärder som vidtas ska vara tekniskt och ekonomiskt rimliga sett till planens givna förutsättningar.
- Dimensioneringsförutsättningar enligt Svenskt Vatten P110, återkomsttid 10 år och klimatfaktor 1,25.

### 2.4 Skyddade områden

Sveriges länsstyrelser statusklassificerar Sveriges sjöar och vattendrag med avseende på ekologisk och kemisk status. Dessa miljö kvalitetsnormer anger vilken status vattenförekomsten har i nuläget, vilken status den har som mål att ha och när det senast ska ha uppnåtts. Den ekologiska statusen bedöms utifrån en femgradig skala som hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig. Kemisk status klassas som god eller uppnår ej god status. Gällande den kemiska statusklassningen finns undantag för kvicksilver, kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter då gränsvärdet för dessa ämnen överskrids i alla Sveriges ytvattenförekomster.

I det webbaserade verktyget VISS (Vatteninformationssystem Sverige)<sup>1</sup> finns dessa klassningar och kartor över alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten.

Alla större vatten är indelade i enheter som benämns som vattenförekomster. Riskbedömningen i VISS baseras på en analys per miljöproblem av betydande påverkandekällor och dess förväntade utveckling. Samt klassificering av status av relevanta kvalitetsfaktorer, dess tillförlitlighet och säkerhet. Det är viktigt att påpeka att exploateringen på planområdet inte får försvåra arbetet med att uppnå målen med kvalitetsnormerna.

Identifierade skyddat områden som via dagvatten kan komma att påverkas av den aktuella planen bedöms vara vattenförekomsten Lofssjön (SE688275-137932).

## 2.5 Områdets recipienter och dess miljö kvalitetsnormer

Lofssjön är planområdets direkta recipient, närmsta avståndet mellan planområdesgräns och recipienten är ca 150 m.

I tabell 1 har en sammanställning av statusklassningen av vattenförekomsten Lofssjön gjorts utifrån VISS. Tabellen visar att den ekologiska statusen bedöms som otillfredställande och uppnår ej god för den kemiska statusen. Det föreligger också en risk i att god status (varken ekologisk eller kemisk) inte uppnås till 2027.

Tabell 1. Sammanställning av nuvarande miljö kvalitetsnorm att uppnå för vattenförekomsten Lofssjön. Tabellen redovisar beslutad klassning för Lofssjön 2021-12-20 (förvaltningscykel 3 2017-2021) och för risk 2021-05-26 (förvaltningscykel 3 2017-2021).

Lofssjön	Ekologisk potential	Kemisk status	Tillkomst/härkomst	Risk
Bedömd status	Otillfredställande	Uppnår ej god status	Kraftigt modifierad	En bedömd risk föreligger för att MKN för ekologisk status och morfologiska förändringar inte ska kunna uppnås. För miljögifter är detta osäkert.
Senast beslutade miljö kvalitetsnorm att uppnå	Måttlig ekologisk potential 2039	God kemisk ytvattenstatus undantag (mindre strängt krav) för kvick-silver och PBDE.		

Kända betydande påverkanskällor för Lofssjön är punktkällor från reningsverk, punktkällor förorenade områden, diffusa källor så som atmosfärisk deposition samt förändring av konnektivitet genom upprättande av dammar, barriärer och slussar.

## 3. Befintliga förhållanden

### 3.1 Områdesbeskrivning och orientering

Planområdet omfattar drygt 31 hektar och är beläget i Lofsens fjällby i Lofsdalen. Området ligger strax norr om Lofssjön samt ovan Lofsdalsvägen, se figur 1.

Markanvändningen inom Lofsdalen 1:300 utgörs idag främst av skogsmark med vissa inslag av myrmarker och inslag av mindre grusvägar. Inom området bedöms det finnas flera mer eller mindre framträdande rinnvägar. I områdets östra och västra del finns en del bebyggelse.

<sup>1</sup> Vatteninformationssystem Sverige (VISS), webbaserat verktyg (viss.lansstyrelsen.se)

Naturföretaget har utfört en naturvärdesinventering av området<sup>2</sup>. Sammanfattningsvis består det inventerade området av medelålders produktionspåverkad barrskog med inslag av fuktstråk och myrmark. Inom området identifierades 17 naturvärdesobjekt varav ett område håller ett högt naturvärde (klass 2), 12 områden håller ett påtagligt naturvärde (klass 3) och fyra områden håller ett visst naturvärde (klass 4). De flesta naturvärdesobjekten utgörs av öppna till halvöppna fuktstråk på torvrik mark och skogsbäckar. För att ta del av inventeringen i sin helhet, se Naturföretagets inventering.

Området lutar i sin helhet i sydvästlig riktning. Marknivån i områdets sydöstra del ligger på ca +614 m och marknivån i områdets nordvästra del ligger på ca +670 m.



Figur 1. Orientering med planområdesgränsen illustrerad med röd linje. Lofssjön ligger strax söder om planområdet.

För att få en bild av hur området ser ut i dagsläget, se figur 2–5.

<sup>2</sup> Naturvärdesinventering av Lofsens Fjällby, Härjedalens kommun. Naturföretaget 2021-08-30.





Figur 2. Vy väster ut längs Lofsdalsvägen. Områdets nuvarande karaktär för skogsmarken. Skärmlapp google earth.



Figur 3. Skogsbäck som rinner ned för sydvästsluttning. Foto från naturvärdesinventeringen.



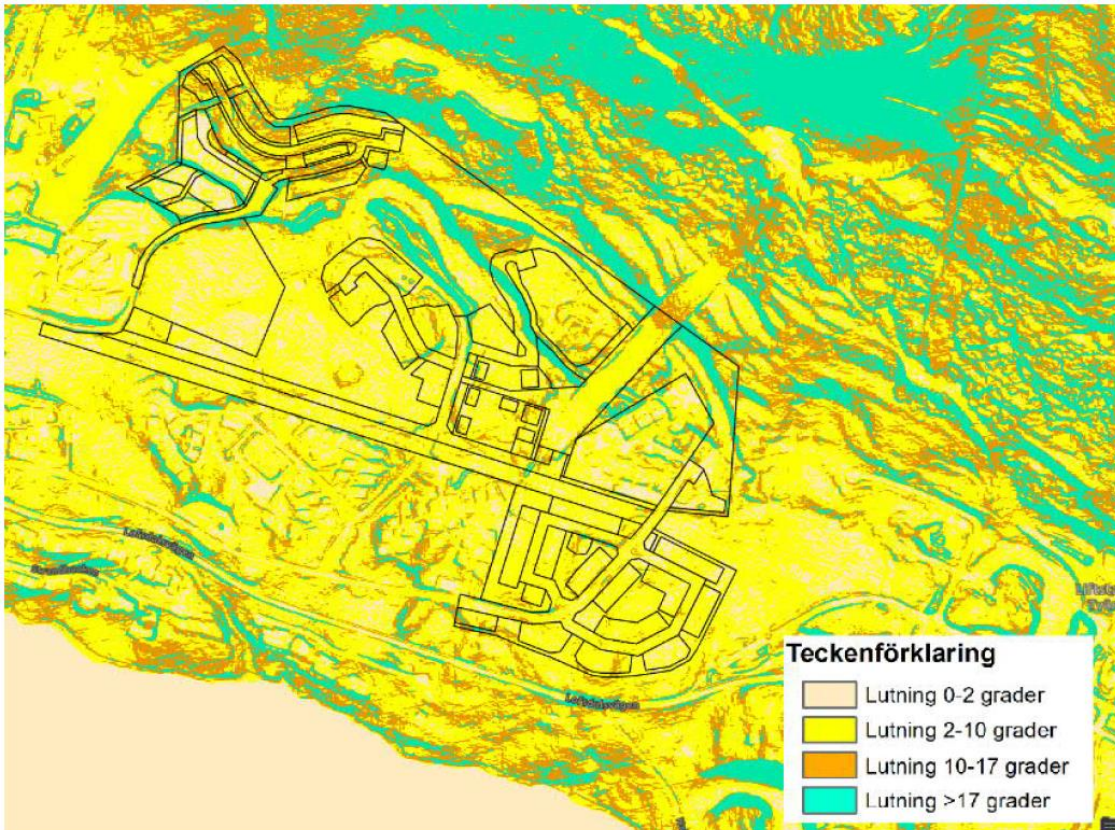
*Figur 4. Myr med tall och björk. Foto från naturvärdesinventeringen.*



*Figur 5. Bäck med tidvis höga vattenflöden. Foto från naturvärdesinventeringen.*

### 3.2 Geoteknik

WSP har tagit fram en geoteknisk undersökning för det aktuella området. PM tar upp att MSB tidigare har utfört en översiktlig stabilitetskartering av förutsättningarna för ras och slamströmmar inom bebyggda områden i Härjedalens kommun. Lofsdalen ingick inte då stabiliteten i områden för befintlig bebyggelse ansågs tillfredsställande. I karteringen ingår en plankarta med redovisning av släntlutningar. Dessa visar att släntlutningarna inom området generellt är små. I framtagna lutningskarta framgår att det finns stråk med lutning över 17 grader inom planområdet, se figur 6.



Figur 6. Plankarta med lutningskartering (PM Geoteknik WSP, 2024-03-21).

Området domineras av stenig morän. Jordartsbedömning från skruvprovtagningar påvisar stenig grusig sand överst i jordprofilen. Hfasonderingarna har nått till mellan 0,5 och 7 m under markytan innan de ej kunnat neddrivas längre (punkt 21W103 är dock avbruten innan stopp). I lågparti områden återfinns torv som vid sticksondering uppvisat mäktigheter mellan 0,4–1,8 m. Djup till berg bedöms enligt SGU:s jordjupskarta vara mellan 5–20 m. Nordost om området finns berg i dagen.

Mindre bäckar avbördar området ner mot söder. I områdets nordöstra del går en bäck i en mindre ravin ner mot sydost. Inom området finns myrområden i västra delen. Myren ligger utanför planerad bebyggelse i detaljplan. Grundvattennivån har mätts i ett grundvattentrör i undersökningsområdet södra del vid ett tillfälle. Den avlästa vattennivån ligger i befintlig marknivå inom ett lågparti område. PM Geoteknik rekommenderar att ytterligare avläsningar av grundvattennivåer utförs men bedömningen är ändå att vatten tidvis kan stå i markytan inom lågpartier.

De geotekniska rekommendationerna tar bland annat upp:

- Vid etablering nedanför slänter skall avskärande diken utföras för att minska ytvatten in mot byggnaderna.
- Om torv påträffas rekommenderas utskiftning av torven innan grundläggning sker.
- För uppförande av byggnader etc. rekommenderas att dessa inte uppförs närmare än 10 m från eventuellt släntkrön. Byggnader kan etableras närmare släntkrön om en specifik undersökning visar tillfredställande stabilitet.
- I områdets östra del planeras en ny väg upp för en brant slänt. Fyllningen för vägen utförs mot slänten som mothåll mot den branta slänten.
- Uppfyllnad utförs med packad fyllning av krossmaterial.
- Grundvattenmätning bör utföras under en längre period för att se hur grundvattennivåerna i områdets lågpartier varierar under året. Mätningar ska förslagsvis ske kontinuerligt för att få en överblick över årstidsförändringar.
- Vid detaljprojektering skall utredningar utföras för varje enskilt objekt.

För att ta del av den geotekniska undersökningen i sin helhet hänvisas till PM Geoteknik<sup>3</sup>

### 3.3 Befintlig avvattningsanalys

En översiktlig avrinningsanalys har utförts i Scalgo Live för att få en bild av områdets nuvarande avrinningsmönster.

Planområdet berörs i huvudsak av tre relativt stora ovanförliggande avrinningsområden. Två av dessa avrinningsområden påverkar endast delar av planområdets nordöstra spets och planområdets sydvästra spets medan det tredje avrinner in i planområdets mer centrala del. Dessa avrinningsområden avvattnar främst skogsmark och områdets ovanförliggande pistsystem.

Utifrån Scalgoanalysen kan tre till fyra mer framträdande rinnvägar konstateras inom området. Den västra rinnvägen kommer in i området i två stråk som sedan i områdets mer centrala delar rinner samman. Detta stråk rinner i nord-sydlig riktning. Det centrala mest framträdande rinnstråket avrinner till stor del öster ut och övergår i en dämningssyta strax väster om befintlig bebyggelse. Det östra rinnstråket avrinner också till stor del öster ut längs områdets norra gräns för att sedan snedda ned mot och ut genom områdets östra planområdesgräns. I avrinningsanalysen kan det konstateras att de mer framträdande och även övriga rinnvägar inom området till viss del styrs av strukturer såsom befintlig bebyggelse, vägar och vägdiken samt skogsbilvägar och områden där skogen tidigare avverkats. Det kan konstateras att dämningssytor kan uppstå framför allt i planens östra del vid skid- och friluftsanläggningen samt den befintliga bebyggelsen. För redovisning av rinnvägar och dämningssytor se figur 7.

---

<sup>3</sup> PM Geoteknik Lofsdalen 1:300 med flera. WSP Samhällsbyggnad, 2024-03-21.



Figur 7. Redovisning av mer framträdande rinnstråk och tendenser till dämningområden (cyan färg), planområdesgräns (röd färg), avrinningsmönster inom planområdet samt identifierade huvudsakliga släpppunkter (gröna cirklar).

Det är viktigt att beakta att avrinningsanalysen i Scalgo inte tar hänsyn till markens infiltration eller ev. dagvattentrummor och/eller ledningssystem. Analysen bör därför betraktas som att allt vatten avrinner ytligt vilket kan liknas vid att marken är mättad som en följd av kraftig nederbörd/skyfall.

### 3.4 Befintliga ledningar

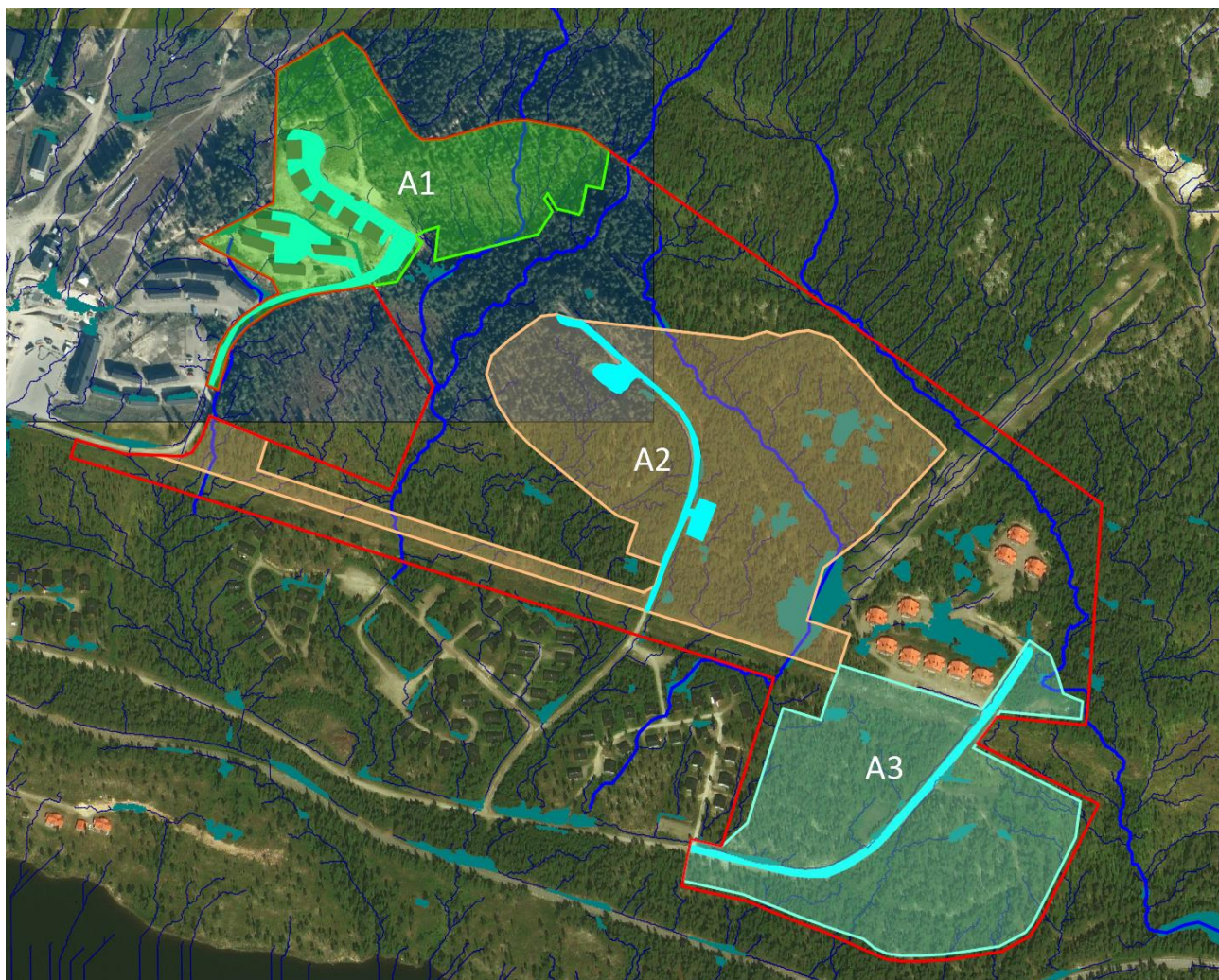
Det finns inget verksamhetsområde för dagvatten och därför ingen känd kommunal dagvattenanläggning inom planområdet. Däremot bedöms det exempelvis finns ett antal dagvattentrummor för genomledning av vägar och infarter. Ytterligare markförlagd infrastruktur i mark bedöms finnas varpå identifiering och markering av befintlig markförlagd infrastruktur ska utföras i god tid innan markarbeten påbörjas.

VA-utredning för det aktuella området har ännu inte tagits fram.

## 4. Beräknade flöden för nuläget

### 4.1 Markanvändning

De nuvarande förhållandena har översiktligt studerats utifrån ortofoto och grundkarta. Planen har delats upp i tre delområden (utredningsområden) enligt figur 8. Detta har gjorts utifrån nuvarande topografi (befintliga avrinningsvägar), befintlig struktur samt den planerade strukturen.



Figur 8. Uppdelningen av utredningsområden (A1-A3) och redovisning av markanvändningar. Ej färgsatta ytor är identifierade som naturmark (skogsmark), cyan ytor är grusytor (körytor och uppställningsytor) och mörkgrå ytor är takytor. I planens nordöstra del har fem hus med sedumtak identifierats. Ortofoto i bakgrunden.

I tabell 2 redovisas nulägets karterade markanvändningar, ytor för respektive markanvändning och avrinningskoefficienter. Avrinningskoefficienterna är hämtade från StormTac (v24.1.2) och grundar sig på Svenskt Vattens publikation P110<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Svenskt Vatten P110. Avledning av dag- drän och spillvatten. Svenskt Vatten AB, 2016.

Tabell 2. Nuvarande markanvändning inom planområdet med avrinningskoefficienter med dimensionerande avrinningskoefficienter, yta per markanvändning samt total yta per delområde.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	A1 (ha)		A2 (ha)		A3 (ha)	
Naturmark	0,10	3,467		7,747		5,552	
Grusade vägar	0,40	0,557		0,292		0,267	
Grönt tak	0,60	0,118		-		-	
Dimensionerande avrinningskoefficient* och total yta (ha)		0,17	4,2	0,11	8,0	0,11	5,8

\*Dimensionerande avrinningskoefficient för dimensionering av transport och flödesutjämning

## 4.2 Flödesberäkning

För beräkningar av förväntade flöden för nuläget har den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac Web (v24.1.2) använts. Ytorna för respektive markanvändning har i modellen bearbetats tillsammans med det dimensionerande regnet. I tabell 4 redovisas dimensionerat flöde för respektive område i nuläget. 10-årsregn och 20-årsregn har redovisats tillsammans med ett scenario med ett 100-årsregn för att påvisa flödessituationen vid ett skyfall. 10-årsregnet bedöms vara det dimensionerande regnet för området (fetmarkerat).

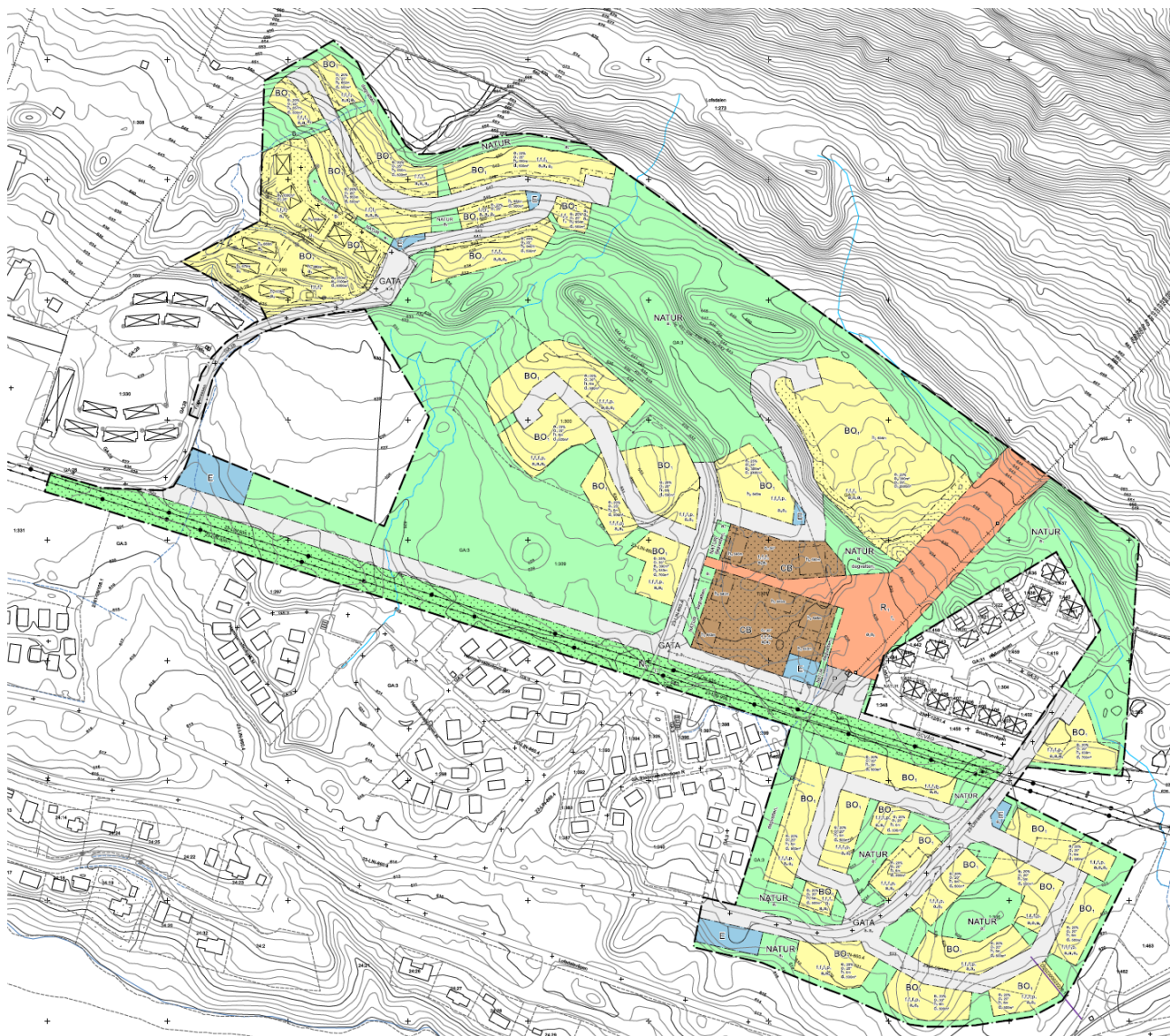
Tabell 4. Beräknat dimensionerande flöde (10-, 20- och 100-årsregn) för utredningsområde (A1-A3) i nuläget.

Område	Flöde nuläge 10-årsregn (l/s) (exkl. klimatfaktor)	Flöde nuläge 20-årsregn (l/s) (exkl. klimatfaktor)	Flöde nuläge 100-årsregn (l/s) (exkl. klimatfaktor)
A1	<b>110</b>	140	230
A2	<b>130</b>	160	270
A3	<b>95</b>	120	200

## 5. Framtida förhållanden

### 5.1 Markanvändning

Detaljplanens syfte är att tillskapa nya byggrätter för lägenhets- och stugområden, enskilda tomter samt flerbostadshus vid Lofsens Fjällby. Även funktioner såsom gång, cykel och skidstråk samt camping och ytor för avfall planeras. För redovisning av planens planerade markanvändning se figur 9.



Figur 9. Detaljplan för Lofsdalen 1:300, 1:391 m.fl. Plankarta med föreslagna markbestämmelser. Berg-Härjedalens kommun.

Planens markanvändningar för efterläget grundar sig på det framarbetade planbestämmelserna i figur 8 som erhållits av Berg och Härjedalens kommun tillsammans med erhållit GIS-underlag avseende tomtindelning mm. Förslag till planbestämmelser där bestämmelsen om byggnadsarea per fastighet (e1 och e2) har varit dimensionerande för möjlig maximal exploatering av området. Samtliga vägar och parkeringar har räknats som grusade. För E-områdena har asfalt ansatts. För vägområdet har det antagits att 40% kommer utgöras av vegetationstäckta diken.

I tabell 5 redovisas markanvändningar, avrinningskoefficienter och yta per markanvändning för identifierade delområden efter ett plangenomförande (efterläget).

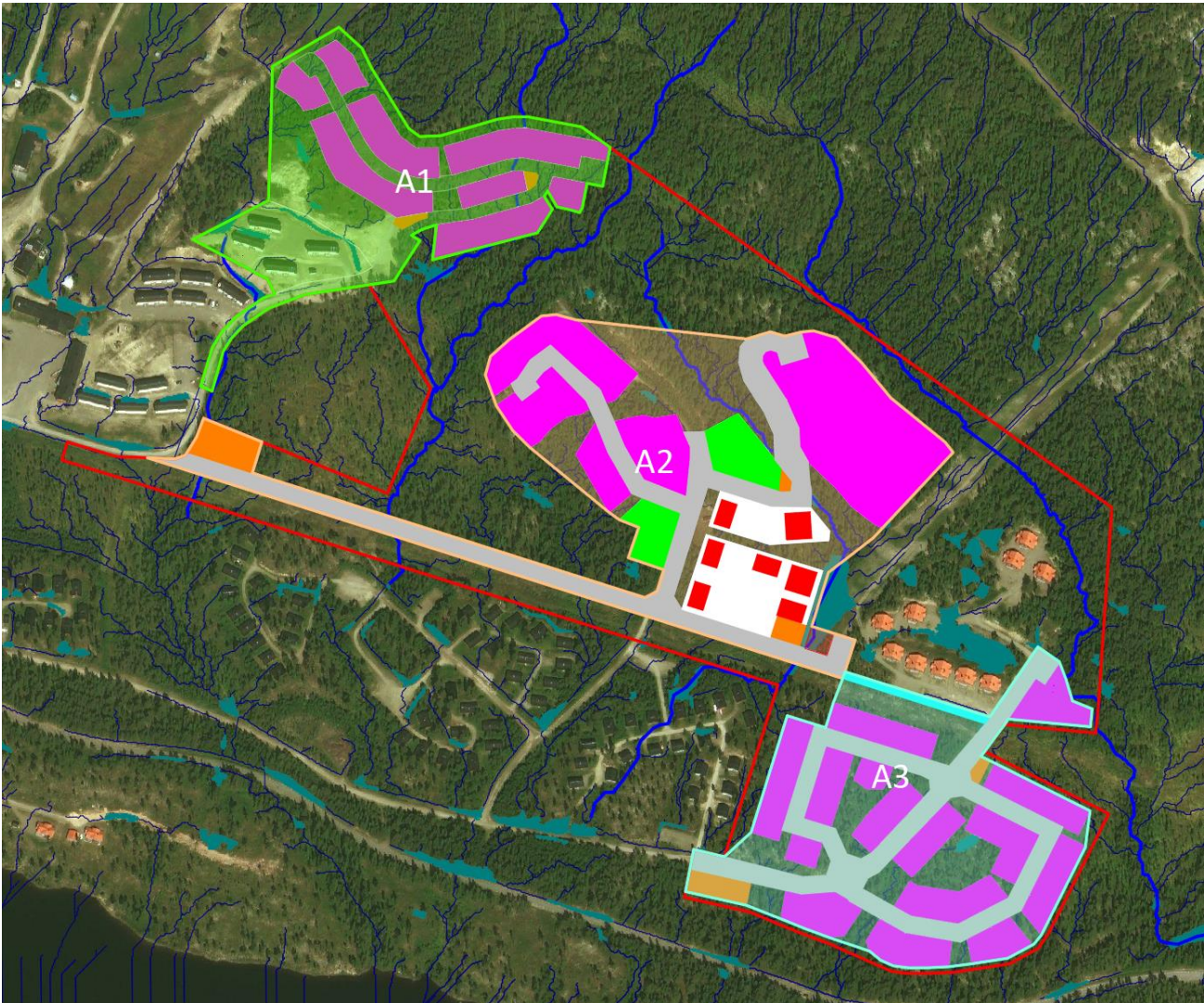


Tabell 5. Planerad markanvändning för utredningsområdena (A1-A3) med dimensionerande avrinningskoefficienter, yta per markanvändning samt total yta per delområde.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	A1 (ha)		A2 (ha)		A3 (ha)	
Naturmark	0,10	2,796		4,148		3,520	
Grönt tak	0,60	0,118		-		-	
Tak	0,90	0,414		0,881		0,535	
Grusade vägar	0,40	0,530		1,233		0,929	
Gräsyta (väglänter)	0,10	0,353		0,822		0,619	
Asfaltsyta (e-ytor inräknade)	0,85	0,036		0,956		0,131	
Dimensionerande avrinningskoefficient* och total yta (ha)		0,24	4,2	0,31	8,0	0,24	5,8

\*Dimensionerande avrinningskoefficient för dimensionering av transport och flödesutjämning

För att tydliggöra de markanvändningar för efterläget som använts i utredningen har nedanstående illustration tagits fram, se figur 10.



Figur 10. Illustration av karterade markanvändningar för efterläget. Grå yta avser grusvägar (med 40% antagna vegetationstäckta diken), magenta och grön yta avser kvartersmark, orange yta avser E-område, Svarta ytor avser takyta (röda inom centrumdelen). Nya takytor inom kvartersmark är inte redovisade eftersom lägen för dessa är okända (taktytor enligt planbestämmelser är ansatta).

## 5.2 Flödesberäkningar

För att ge en bild av hur flödena förändras som en följd av den planerade exploateringen har flödesberäkningar utförts för efterläget, se tabell 6. Motsvarande beräkningsmetod som för nulägesituationen har använts för att beskriva efterläget. Hänsyn har tagits till förväntade klimatförändringar för efterläget genom att det dimensionerande flödet räknats upp med en klimatkfaktor på 1,25. I tabell 6 redovisas dimensionerat flöde för respektive område i efterläget. 10-årsregn och 20-årsregn har redovisats tillsammans med ett scenario med ett 100-årsregn för att påvisa flödessituationen vid ett skyfall. 10-årsregnet bedöms vara det dimensionerande regnet för området (fetmarkerat).

De beräknade flödena för nuläge och efterläge för det dimensionerande 10-årsregnet ligger sedan till grund för de beräknade erforderliga fördröjningsvolymerna.

Tabell 6. Beräknat dimensionerande flöde (10-, 20- och 100-årsregn) för utredningsområdena (A1-A3) i efterläget.

Område	Flöde efterläge 10-årsregn (l/s) (inkl. klimatfaktor)	Flöde efterläge 20-årsregn (l/s) (inkl. klimatfaktor)	Flöde efterläge 100-årsregn (l/s) (inkl. klimatfaktor)
A1	150	190	320
A2	420	530	900
A3	290	360	610

### 5.3 Fördröjningsvolym

I tabell 7 har erforderliga fördröjningsvolym redovisats. Dessa volymer krävs för att en flödesneutralitet ska uppnås mellan nulägesituationen och efterläget. I den första kolumnen i tabellerna är en våtvolymer redovisad där hela volymen finns tillgänglig i magasinet. I andra kolumnen i tabellerna har ett ytanspråk redovisats i ett scenario där magasinen anläggs med ett krossmaterial med en porvolymer på 40 % samt ett djup på 1 m. Nedanstående volymer ska avrundas uppåt vid anläggandet.

Tabell 7. Erforderliga volym för fördröjning av 10-års regnet inkl. klimatfaktor till nuläget för planen som helhet.

Område	Magasinsbehov (m <sup>3</sup> )	Magasinsbehov (m <sup>2</sup> ). Antaget en porvolymer på 40 % samt 1 m djupt magasin.
A1	52	130
A2	450	1125
A3	210	525

### 5.4 Föroreningar

Föroreningsberäkningar har modellerats i den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac Web (v24.1.2). I modellen finns statistiskt underlag (modellen uppdateras kontinuerligt) för respektive markanvändnings förväntade föroreningstransport. Resultaten ger en översiktlig bild av respektive utredningsområdes föroreningssituation. Detta då modellens data är schablonmässiga och vissa markanvändningar innehåller större mängd underliggande data. Vidare utförs karteringar av markanvändningar utifrån erhållna illustrationer samt vissa antaganden vad gäller höjdsättning och markanvändning.

För scenariot "efterläge med rening" har det ansatts fördröjning motsvarande den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen för flödesneutralitet i krossmagasin och en uppskattad tillgänglig yta för efterföljande översilning.

I nedanstående tabell redovisas den förväntade föroreningstransporten från de marktytor som planeras att förändras inom planen, se tabell 7. I tabellen för föroreningshalterna finns också en jämförelse mot framarbetade riktvärden<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionala dagvattennätverket i Stockholms län, 2009.

Tabell 7. Föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) (dagvatten+basflöde) för nuläget, efterläget utan rening och efterläget med rening samt reningseffekt.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Utredningsområde 1, nuläge	52	760	4.0	9.8	25	0.21	5.0	4.6	30000	0.015
Utredningsområde 1, efterläge utan rening	60	1000	4.1	12	35	0.29	4.5	4.4	28000	0.015
Utredningsområde 1, efterläge med rening	36	580	1.5	5.0	9.2	0.064	1.9	2.0	9700	0.0035
Reningseffekt (%) utredningsområde 1	40	42	64	59	74	78	57	54	65	76
Utredningsområde 2, nuläge	22	440	3.7	7.3	19	0.14	3.7	4.1	26000	0.0090
Utredningsområde 2, efterläge utan rening	59	1200	4.6	13	35	0.31	5.3	4.4	25000	0.018
Utredningsområde 2, efterläge med rening	23	450	0.94	3.2	5.0	0.037	1.3	1.0	5300	0.0025
Reningseffekt (%) utredningsområde 2	61	64	80	76	86	88	76	76	79	86
Utredningsområde 3, nuläge	23	460	3.8	7.4	20	0.14	3.9	4.2	27000	0.0097
Utredningsområde 3, efterläge utan rening	53	1100	4.3	12	35	0.30	5.0	4.5	29000	0.017
Utredningsområde 3, efterläge med rening	22	510	0.79	4.0	5.0	0.029	1.5	0.72	5500	0.00100
Reningseffekt (%) utredningsområde 3	59	53	82	67	86	90	69	84	81	94
Riktvärde*	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

\* Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionala dagvattennätverket i Stockholms län, 2009.

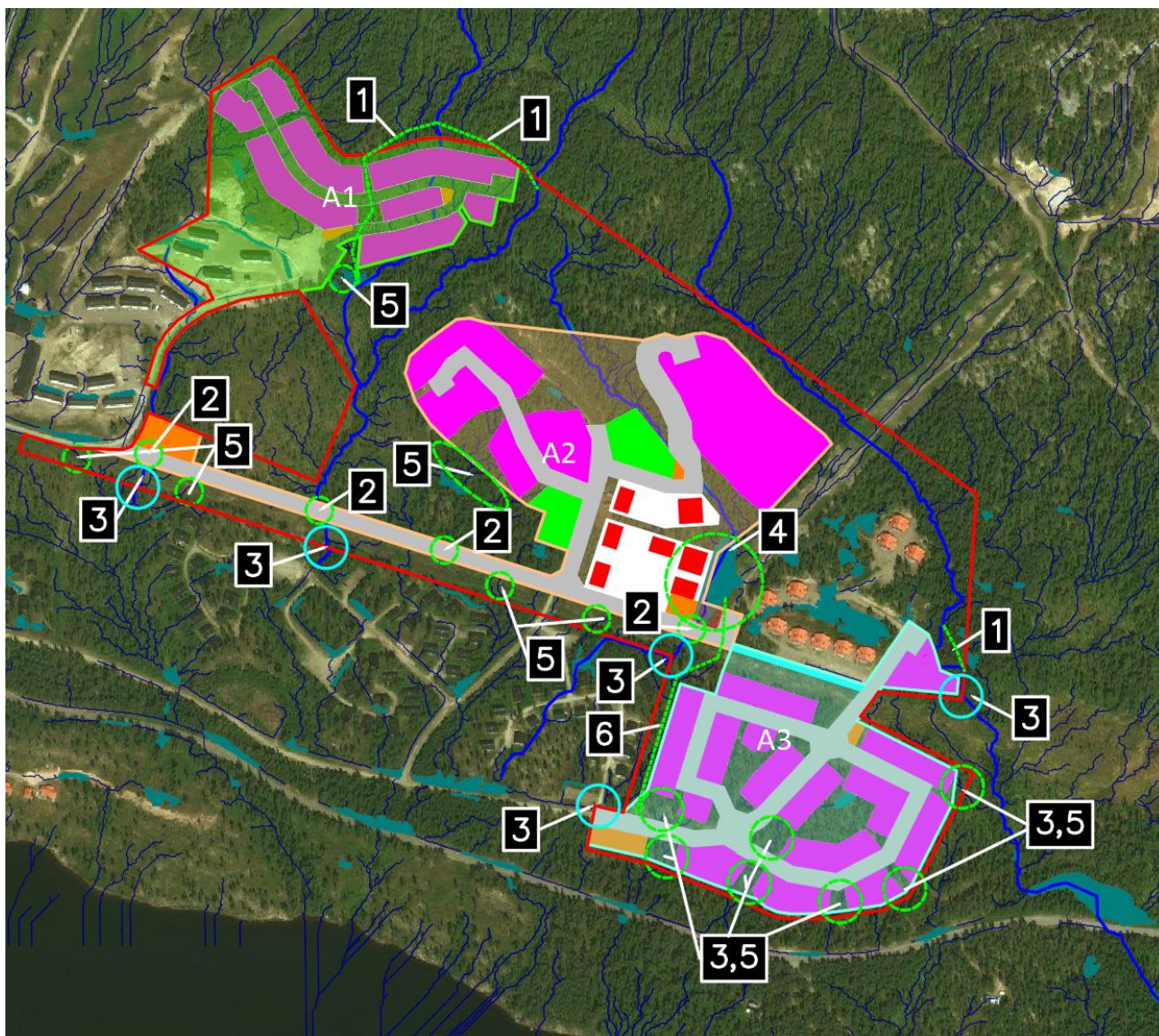
## 6. Förslag till dagvattenhantering

I nedanstående avsnitt redovisas de dagvattenåtgärder som bedöms lämpliga för området. Åtgärderna är principiellt beskrivna och föreslås att tas med och implementeras i det fortsatta planarbetet. Slutliga val med detaljerade utformningar och exakta placeringar bestäms i samband med kommande detaljprojekteringar.

Utöver de förslag till dagvattenhantering som framarbetats i rubricerad utredning så ska även de rekommendationer avseende dagvatten, avskärande åtgärder, slänter, uppfyllnad mm i PM geoteknik också följas.

Planområdet ska, förutom att ha en god dagvattenhantering för det dagvatten som skapas inom planen, även ha ett avrinningsområdesperspektiv med hänsyn till ovanförliggande områden. Utifrån avrinningsanalysen i Scalgo har två stora avrinningsområden konstaterats avrinna genom den aktuella planen. Resultatet i Scalgo kan liknas vid en skyfallssituation då modellen inte tar hänsyn till markens tröghet eller möjlighet till infiltration. Vidare visar modellen inte effekter av eventuella trummor, ledningar eller anläggningar. Detta ställer särskilda krav på planens höjdsättning ur ett avrinningsområdesperspektiv.

För att förtydliga systemlösningen för den föreslagna dagvattenhanteringen har en illustration med översiktligt placerade dagvattenåtgärder tagits fram, se figur 11. Figuren redovisar planens illustrerade struktur, nuvarande avrinningsmönster (blå tunna linjer), större uppsamlade rinnvägar (blå tjocka linjer), och förslag till åtgärder inom planen (numrerade markeringar). Nedanstående avsnitt läsas med fördel tillsammans med denna figur.



Figur 11. Illustration över föreslagna dagvattenåtgärder.

Två större avrinningsområden rinner genom planen från norr. Dessa rinnvägar föreslås leva kvar och hållas separerade från planområdets dagvattenhantering. Dessa rinnstråk kolliderar med planerad bebyggelse i två punkter. I dessa punkter (markerat med 1 i figur 11) föreslås omledning av rinnvägen runt planerad bebyggelse. I det norra läget för omledning har två alternativa dragningar föreslagits. För den planerade vägen inom planområdet som går i väst-östlig riktning bedöms att flera genomföringar krävs i (markerat med 2 i figur 11) för att släppa igenom de identifierade avrinningsstråken samt för att fördela dagvattnet i många punkter. Om möjligt kan dagvatten hanteras i prickmarken nedan vägen under förutsättning att detta inte hamnar i konflikt med kraftledningsgatan.

Cirklar markerade med siffran 3 redovisar förslag på lämpliga utsläppspunkter från planen för respektive delområde.

Inringat område vid punkt 4 är ett identifierat lågområde där dagvatten norrifrån dämmer innan det tar sig vidare söderut. Denna lågpunkt behöver byggas bort för att inte riskera vattenansamlingar i planerat centrumområde. Scalgoanalysen visar att detta dagvatten sedan letar sig vidare till ett befintligt

stugområde söder om planen där ytterligare lågpunkter har identifierats. För att minska risken för översvämningar i den befintliga bebyggelsen utanför planområdet visar punkt 6 på ett förslag av omledning av denna avrinningsväg.

Slutligen har lämpliga platser för större uppsamlade åtgärder för fördröjning av dagvatten markerats med cirklar och siffran 5.

### 6.1 Planerad höjdsättning

Höjdsättningen inom planen ska planeras utifrån perspektivet att avleda dagvattnet vid dimensionerande regn för att på ett effektivt och avsett sätt styra dagvattnet till de föreslagna dagvattenåtgärderna. Höjdsättningen bör utgå från hur den befintliga topografin ser ut och målsättningen bör vara att göra så få ingrepp som möjligt samt i möjligaste mån få en massbalans. Vissa justeringar av marknivåer kommer dock att krävas och då ska principerna för en planerad höjdsättning gälla.

En planerad höjdsättning syftar också till att skapa förutsättningar för generell översilning och infiltration i många lägen. Det är viktigt att höjdsättningen inte tillskapas instängda lågpunkter. Vidare ska avrinningen generellt ske bort från byggnader. Höjdsättningen bör utföras så att flera släppunkter av hanterat dagvatten tillskapas.

Omkring tre huvudsakliga släppunkter har identifierats utifrån avrinningsanalysen men generellt ska så många släppunkter som möjligt eftersträvas för att på så vis sprida ut dagvattnet i så många lägen som möjligt (därav har flera punkter för detta illustrerats i figur 11). Detta för att efterlikna nuvarande avrinningsmönster och undvika ihopsamling till enstaka punkter som då tenderar till att bli mer kritiska.

Höjdsättningen ska också ta hänsyn till områdets skyfallshantering vilket beskrivs närmare under avsnitt "Skyfallshantering".

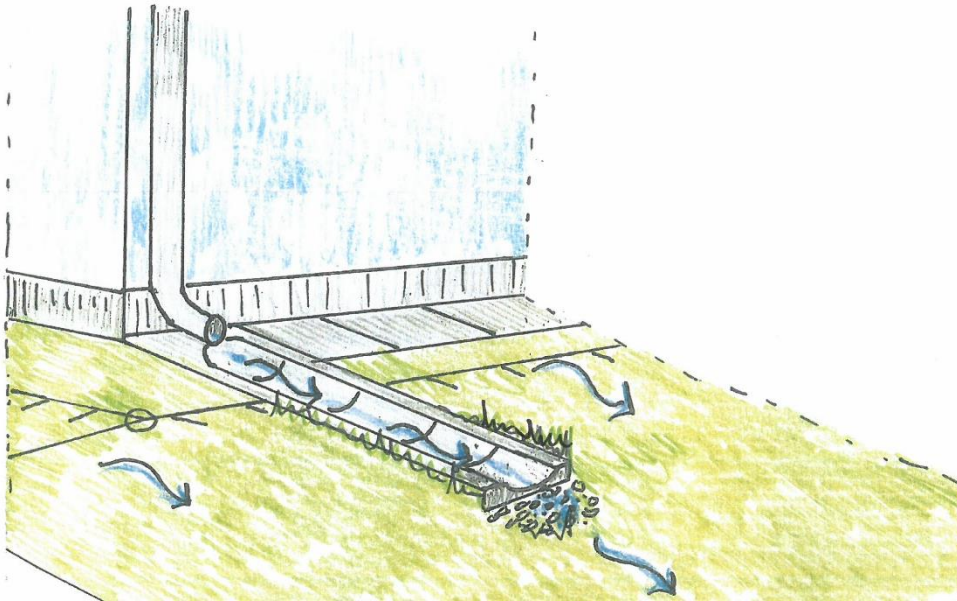
### 6.2 Skyfallshantering

Området ska även planeras höjdmässigt utifrån ett skyfallsperspektiv. Det är viktigt att skilja på dimensionerande regn och skyfall. Det dimensionerande regnet utgår från mer normala regnhändelser och skyfallet utgår från en mer extrem situation. Detta eftersom regn över det dimensionerande regnet kommer att resultera i att dagvattnet uteslutande avrinner på markytan. Markprofilen blir mer mättad och anlagda dagvattensystem kommer att gå fulla. I händelse av skyfall är dagvattenåtgärden planerad höjdsättning av mark och byggnader helt avgörande.

Höjdsättningen ska anpassas så att dagvattnet rinner från byggnader och inga instängda områden får tillskapas där större dämningdjup riskerar att skapas. Vattnet ska obehindrat kunna ta sig via säkra rinnvägar mot recipienten. Det bör förutsättas att även omkringliggande områden har samma principer för detta.

### 6.3 Stuprörsutkastare

I planens planerade områden för byggrätter bör stuprör med utkastare i möjligaste mån användas. Detta skapar förutsättningar för robust omhändertagande av takavvattningen samt till viss del styra takvattnet. Dessa kan med fördel anordnas i flera lägen runt byggnader för att kontrollerat sprida ut dagvattnet i flera strategiska lägen. För att undvika erosionskador på mark och få bort vattnet från byggnaden kan stensatta rännor eller dyl. anläggas närmast byggnaden. Rännan ska avslutas med ett erosionskydd innan vattnet mynnar ut över vegetationsytor. I figur 12 illustreras principen för stuprörsutkastare.



Figur 12. Illustration översilning, illustration Rickard Olofsson.

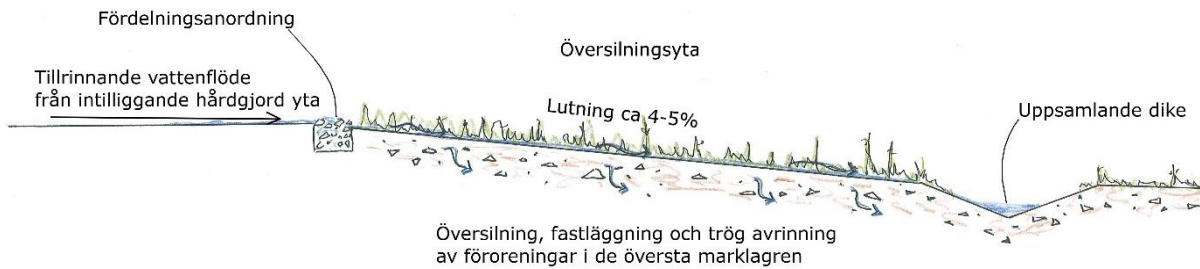
#### 6.4 Översilning och infiltration

Enligt det erhållna utkastet av planen bedöms planen till stor utgöras av vegetationsytor vilket är positivt. Aktiva materialval (såsom exempelvis grus i stället för asfalt) bör beaktas och en ambition bör vara att generellt uppmuntra gröna områden inom planen.

Översilning bedöms vara en effektiv, relativt enkel och robust lösning. Där mer eller mindre hårdgjorda ytor (vägar, parkeringsytor, E-ytor och takytor mm) ligger i anknytning till vegetationsytor kan den hårdgjorda ytan höjdsättas så att dagvattnet översilar den intilliggande vegetationen. Genom denna princip kan översilning, trög avrinning och möjliggörande av infiltration tillskapas i flera lägen och genomgående där dagvattnet uppstår.

En översilningsyta kan beskrivas som en svagt sluttande växtbäddad yta där dagvatten långsamt kan avrinna fördelat över ytan. Översilningsytor bidrar med rening genom att partiklar fastläggs och nedbrytning av föroreningar sker över tid i växtligheten.

Denna åtgärd kopplar också till "planerad höjdsättning" med tanke på att de anlagda ytorna på ett planerat sätt ska avrinna till den närmaste tillgängliga vegetationsytan jämnt fördelat och på bred front. I det fall en mer definierad anordning krävs för översilning kan exempelvis nedanstående princip nyttjas. En fördelningsanordning anläggs för att sprida dagvattnet i gränsen ut mot vegetationsytan. Exempelvis ett makadamfyllt mindre dike/fåra. Efter fördelningsanordningen avrinner vattnet vidare för översilning, se illustration i figur 13.



Figur 13. Illustration översilning. Illustration: Rickard Olofsson.

### 6.5 Öppna vegetationstäckta diken (svackdiken)

Principen med svackdiken bedöms kunna nyttjas i de lägen där exempelvis vägdiken eller diken intill övriga hårdgjorda ytor blir aktuellt. Anläggande av svackdiken längs vägar bedöms dock endast vara möjligt längs flackare partier eller där vägarna följer höjdkurvor. Att arbeta med öppna system och i möjligaste mån med principen svackdiken går i linje med kommunens ambitioner om en robust dagvattenhantering där öppna system förordas.

Svackdiken kan även utföras "förstärkta" där botten utgörs av en krossfyllning som fördröjningsåtgärd. Vid detta utförande kan volymer tillskapas både synligt i diket samt under diket i krossmagasin. I vegetationstäckta svackdiken kan sedimentering, fastläggning av föroreningar samt volymer tillskapas.

### 6.6 Snöupplag

Upplagsytor för snö ska planeras och förläggas på grönytor inom planen. De föreslagna vegetationstäckta svackdikena är också lämpliga ytor att förlägga snö. Här kan fastläggning av föroreningar och sedimentering ske av den koncentrerings som kan ske i lägen för snöupplag.

Snöupplag ska helt undvikas i direkt anknytning till tidvisa eller permanenta rinnvägar och bäckar eftersom dessa möjliggör en snabb avrinningsväg till recipienten.

### 6.7 Trumgenomföringar

Eftersom de planerade vägarna inom planområdet kommer att skära av områdets avrinningsvägar ska trumgenomföringar anläggas i strategiska lägen. För att tillskapa ytterligare fastläggning av partiklar kan trumgenomföringar förläggas något över dikesbotten. På så vis kan mindre sandfång/sedimentfällor tillskapas i flera lägen inom planen.

### 6.8 Fördröjningsåtgärder

Fördröjningsåtgärder ska tillskapas för att kompensera för den flödesökning som den planerade strukturen tillskapar.

Genom upprättande av fördröjningsåtgärder kan flödesneutralitet eftersträvas mellan nuläget (nuvarande markanvändning) och efterläget (framtida exploatering utifrån vad planen medger). Förutom fördröjning uppnås även en reducering av föroreningar i dessa åtgärder.

De erforderliga volymerna har beräknats genom att ett utflöde motsvarande beräknat dimensionerande flöde för nuläget (se erforderliga fördröjningsvolymerna i tabell 7) har ansatts. Detta kan anordnas med en strypt utloppsledning dimensionerat för det önskade utflödet motsvarande nuläget. En ytlig bräddfunktion ska också alltid anläggas.



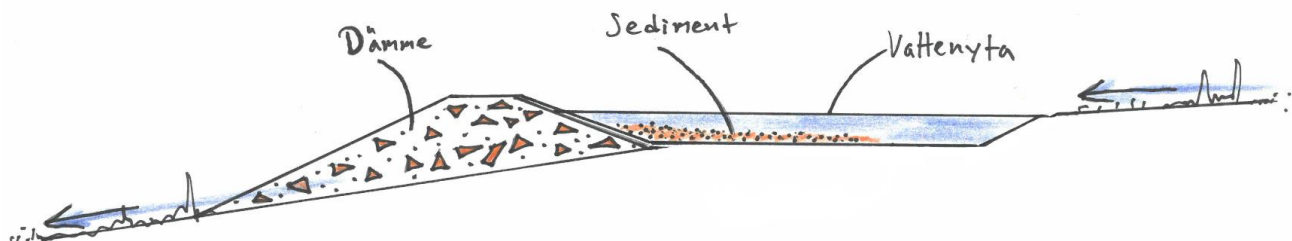
Det finns många tekniska lösningar för att fördröja dagvatten. Valet av teknisk lösning ska göras utifrån de platsgivna förutsättningarna. Det bedöms dock vara styrande att fördröjningsåtgärderna i denna typ av område bör harmonisera med planens huvudsakliga karaktär. Med detta menas att enklare och robusta lösningar och/eller samordning med exempelvis förstärkta krossdiken längs vägar kan nyttjas för att fördela ut den erforderliga fördröjningsvolymen inom planen. Det är viktigt att skötselaspekten särskilt beaktas i fördröjningsåtgärderna. Med detta avses att fördröjningsåtgärderna ska vara försedd sandfångsförsedda inloppsbrunnar, inspektionsrör samt möjliggörande av spolning och inspektion.

Det bedöms att de beräknade fördröjningsvolymerna ska fördelas till flera lägen inom respektive delområde. Detta är särskilt viktigt inom delområde 2 på grund av delområdets form då vägen är inkluderad samt att den beräknade erforderliga volymen är relativt stor i detta delområde.

### 6.9 Omhändertagande av dagvatten under byggtiden

För att minimera risken för sedimenttransport vid markarbeten (byggskedet) kan dagvattenåtgärder för byggskedet upprättas. I samband med att markarbetena utförs så ökar risken för ökad sedimentationstransport till recipienten. Under bygg- och etableringsfasen kan därför tillfälliga lokala sedimenteringsfällor anordnas inom planområdet. Dessa kan också vid behov samordnas med ev. länshållning av schaktgropar. Målsättningen bör vara att anlägga sedimenteringsfällor i strategiska lågpunkter som kombineras med efterföljande översilning över naturmark. Uppehållstiden, djup och möjligheten att sakta ned vattenhastigheten genom att anlägga en långsträckt form är avgörande för avsedimenteringens funktion.

Det är viktigt att dessa fällor kontrolleras och töms utifrån uppsatta rutiner för att få en god funktion över tid. Åtgärderna för omhändertagande av dagvatten vid byggskedet ska finnas på plats innan övriga markarbeten påbörjas. I figur 14 illustreras principen för tillfällig sedimentfälla.



Figur 14. Illustration tillfällig mindre sedimentationsfälla. Dämnet anläggs med stenkross. Efterföljande steg kan med fördel vara översilning. Illustration: Rickard Olofsson.

### 6.10 Drift och skötsel

Det är positivt ur ett längre perspektiv om drift- och skötselanvisningar arbetas fram för de dagvattenanläggningar som slutligen byggs i området. Drift- och skötselaspekten bör lyftas upp som en dagvattenåtgärd eftersom detta skapar förutsättningar för god funktion över tid. Anvisningarna kan sedan överlämnas vid överlämnandet av driftansvaret när området står klart.

Exempel på drift- och skötselinsatser är exempelvis ronder där exempelvis trumgenomföringar kontrolleras och rensas. Att svackdiken rensas från skräp, grenar eller annat som kan leda till oönskade dämningssituationer. Samt att sandfång i exempelvis inloppsbrunnar till fördröjningsåtgärder slamsugs mm.

## **7. Bedömning av den föreslagna dagvattenhanteringen**

De framarbetade åtgärderna har tagits fram utifrån planens utformning och de platsspecifika förutsättningarna. Vidare har både ett flödesperspektiv och ett föroreningsperspektiv varit styrande med en målsättning om att minimera tillkommande flöden och föroreningar med hänsyn till recipienten samt en säker avledning i området. Detta även med hänsyn till de ovanförliggande områdena där genomledning av opåverkat dagvatten i befintliga avrinningsvägar/bäckar varit styrande.

Utifrån genomförda beräkningar och framarbetade förslag till dagvattenåtgärder bedöms att en god dagvattenhantering kan uppnås. De erforderliga fördröjningsvolymen bedöms kunna inrymmas i planen om dessa fördelas ut samt ges utrymme i de lågpunkter som pekats ut i figur 11. Detta under förutsättning att de föreslagna åtgärderna implementeras i planen.