Orsa Grönklitt

VELIT Activities AB



2024-11-04

Dagvattenutredning – detaljplan delområde 1–2, Orsa Grönklitt, Orsa kommun

Magnus Hagström, Gustaf Gagge Lif & Andreas Johansson

HAGSTRÖMS VATTENVÅRD & MILJÖRÄTT AB

Sammanfattning

En detaljplan håller på att tas fram för två delområden vid turistanläggningen Orsa Grönklitt i Orsa kommun. Syftet med detaljplanen är att skapa byggrätter för bostadsändamål. Inom ramen för detaljplaneprocessen har denna dagvattenutredning tagits fram. Planområdet ligger inte inom något verksamhetsområde för dagvatten.

I dagvattenutredningen beräknas det dimensionerande dagvattenflödet för regn med en återkomsttid på 10 år respektive 100 år med beaktande av en klimatfaktor på 1,25. Volym vatten att infiltrera eller fördröja motsvarande 10 mm nederbörd har också beräknats. Området består av jordarter som i huvudsak har medelhög infiltration.

Utredningsområdet för den tänkta detaljplanen består idag i huvudsak av kuperad skogsmark. Inom området finns en del våtmarksyta samt en mindre tjärn. Byggrätterna planeras på två höjder där dagvattnet på grund av topografin kommer avrinna åt alla väderstreck.

Tomtmarkerna bedöms komma att i huvudsak ha karaktären av mer skogstomt än villaträdgård och avrinningskoeffecient har valts därefter. Vägar inom området kommer utgöras av grusvägar. I begreppet hårdgjorda ytor har inkluderats takytor, vägar och parkeringsytor. Tomtmark har exkluderats ur begreppet hårdgjorda ytor då den har bedömts komma att vara mycket snarlik naturmarken. Genom exploateringen så ökar hårdgörningsgraden från nuvarande ca 2 % till ca 8 %.

Tack vare topografin inom utredningsområdet så kommer dagvattnet att fördelas ut i terrängen åt alla väderstreck. Det är också i huvudsak små dagvattenflöden som tillkommer tack vare exploateringen. Dagvattnet föreslås komma att omhändertas i vägdiken med makadambotten som kommer fördröja nederbörd motsvarande 10 mm regn. Det mesta av dagvattnet kommer fördelas ut i omkringliggande naturmarks-områden och naturligt infiltrera i marken.

Utöver omhändertagande av dagvatten i dikena så finns en lämplig lokalisering av en dagvattendamm vid nuvarande vintercampingen. En sådan damm är inte nödvändig för att fördröja tillkommande dagvatten från delområde 2 men skulle fylla en funktion för

ett större område av anläggningen som avvattnas mot den punkten. Om en sådan damm ska anläggas behöver en särskild utredning ske för att dimensionera dammen.

Förväntad föroreningsbelastning inom området bedöms vara mycket låg och den förorening som kan förväntas uppstå från vägar och takytor bedöms i hög grad renas naturligt via infiltration i marken och i dikena.

Då dagvattenflödena är relativt små och dagvattnet fördelas ut i olika väderstreck tack vare utredningsområdets topografi så bedöms det inte uppstå någon uppenbar risk för översvämning vid skyfall av vare sig befintlig eller framtida bebyggelse på grund av de exploateringsplaner som finns. Det finns inga betydande lågpunkter inom området där vatten vid skyfallsliknande regn kan bli stående och leda till skada. Erosionsskador kan dock uppstå i de diken där lutningen är hög och göra så att vattnet riskerar att ta en annan väg. Sådana diken bör därför anläggas med ett grövre material i botten och sidorna för att undvika risk för erosionsskador.

Innehållsförteckning

1 Inledning 5
2 Uppdraget 5
3 Underlag för planering av dagvatten 6
3.1 Underlagsdokument dagvatten 6
3.1.1 Orsa kommuns dagvattenpolicy 6
4 Förutsättningar 8
4.1 Topografi och befintlig markanvändning 8
4.2 Geoteknik 9
4.3 Befintliga dagvattenanläggningar och verksamhetsområde för dagvatten 11
4.4 Dikningsföretag 12
4.5 Förorenad mark 12
4.6 Vattenskyddsområde 12
4.7 Recipienter och vattenförvaltning 12
5 Befintliga förhållanden - analys och beräkningar 13
5.1 Terränganalys med delavrinningsområden och rinnstråk 13
5.2 Lågpunkter 17
5.3 Marktyper och avrinningskoefficienter 18
5.3.1 Nuläges förhållanden 18
5.3.2 Framtida förhållanden 19
5.4 Beräkningar för dimensionerande dagvattenflöden 20
5.4.1 Rinntid och regnintensitet 20
5.4.2 Markinfiltration 21
5.4.3 Snösmältning 21
5.4.4 Dimensionerande dagvattenflöde 24
5.5 Erforderlig fördröjningsvolym 27

5.5.1 Beräkning erforderlig fördröjningsvolym 28
5.5.2 Resultat 30
6 Förslag till dagvattenhantering 31
6.1 Övergripande 31
6.2 Skyfall 33
6.3 Åtgärdsförslag - Vägdiken med makadambotten 34
6.3.1 Infarter/parkeringsyta tomter 34
6.3.2 Dimensionering makadambotten 36
6.4 Dagvattendamm 37
6.5 Redogörelse för åtgärdsförslag per delområde 38
6.5.1 Delområde 1 38
6.5.2 Delområde 2 40
7 Bilagor 44

1 Inledning

Hagströms Vattenvård & Miljörätt AB har av Orsa Grönklitt Friluftsanläggning AB fått i uppdrag att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inom ramen för arbete med detaljplanprocess inom Orsa Grönklitt.

2 Uppdraget

En dagvattenutredning ska tas fram för att skapa sig en bättre bild av dagvatten-situationen inom aktuellt utredningsområde och bland annat få reda på dimensionerande dagvattenflöden och extra tillkommande dagvattenflöde med anledning av utbyggnadsplanerna. Inom utredningen kartläggs delavrinningsområden, rinnstråk, lågpunkter och befintliga och framtida dagvattenflöden samt storleken på erforderlig fördröjningsvolym av 10 mm regn. I samråd med kommunen och Nodava ska utredningen också föreslå åtgärder för att fördröja dagvattnet. Infiltration, fördröjning och rening ska ske inom fastigheten. Påverkan på miljökvalitetsnormerna ska också redovisas.

Ett 10 och 100 års regn ska beräknas med en klimatfaktor på 1,25 (enligt Svenskt Vatten P110).

Ett skyfall har tidigare ansetts utgöra ett 10 års regn men idag räknar man normalt på ett 100 års-regn. Någon vedertagen definition av ett skyfall saknas. Länsstyrelsen har i undersökningssamrådet påtalat att de önskar att utredningen tar höjd för skyfall i kombination med snösmältning.

I uppdragsbeskrivningen så lyfts några tänkbara frågeställningar rörande skyfall; hur ska exploateringsområdets grönytor utformas för att ny och befintlig bebyggelse inte ska översvämmas? Kan exploateringen orsaka översvämningar på närliggande platser och hur ska det motverkas?

3 Underlag för planering av dagvatten

3.1 Underlagsdokument dagvatten

Flertalet dokument har använts som ledning vid bedömning av dagvattensituationen och för de förslag till åtgärder vilka presenteras i utredningen. Utöver uppdragsbeskrivningen så finns Orsa kommuns dagvattenstrategi och policy. Andra underlag som har använts är bland annat branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110. Publikationen ger bland annat vägledning i hur nya exploateringsområden ska uppfylla de angivna funktionskraven för skydd av anläggningar och bebyggelse. Svenskt Vatten rekommenderar exempelvis att man vid utformningen av dagvattenlösningar räknar med att framtida klimatförändringar kommer innebära en 25-procentig ökning av nederbördsintensiteten (klimatfaktor 1,25). Ytterligare viktigt underlag för utredningen har varit *Skyfallskarteringar i Orsa kommun*, 2024-04-16. Sweco Sverige AB.

3.1.1 Orsa kommuns dagvattenpolicy

Orsa kommun har tagit fram en policy och en riktlinje för dagvatten.

Orsa kommuns målsättning är en långsiktig och hållbar dagvattenhantering genom att arbeta enligt följande (Orsa kommun, 2020, s. 6):

- Dagvatten tas om hand så nära källan som möjligt. I första hand infiltreras och i andra hand fördröjas innan det leds till anvisad förbindelsepunkt eller recipient.
- Avledning i öppna system ska prioriteras före ledningssystem. Tillgänglighet behöver alltid värderas och vägas mot säkerhet.
- Hänsyn tas till behov och möjligheter att ta hand om och rena dagvatten samt skapa estetiska och ekologiska mervärden.
- Dagvattenanläggningar planeras utifrån möjligheten till effektivt drift- och underhållsarbete.
- Recipientens känslighet och skyddsvärde i kombination med dagvattnets innehåll av föroreningar är styrande för behovet av rening.

I Orsa kommuns riktlinjer för dagvatten (s. 9) kan man bland annat utläsa:

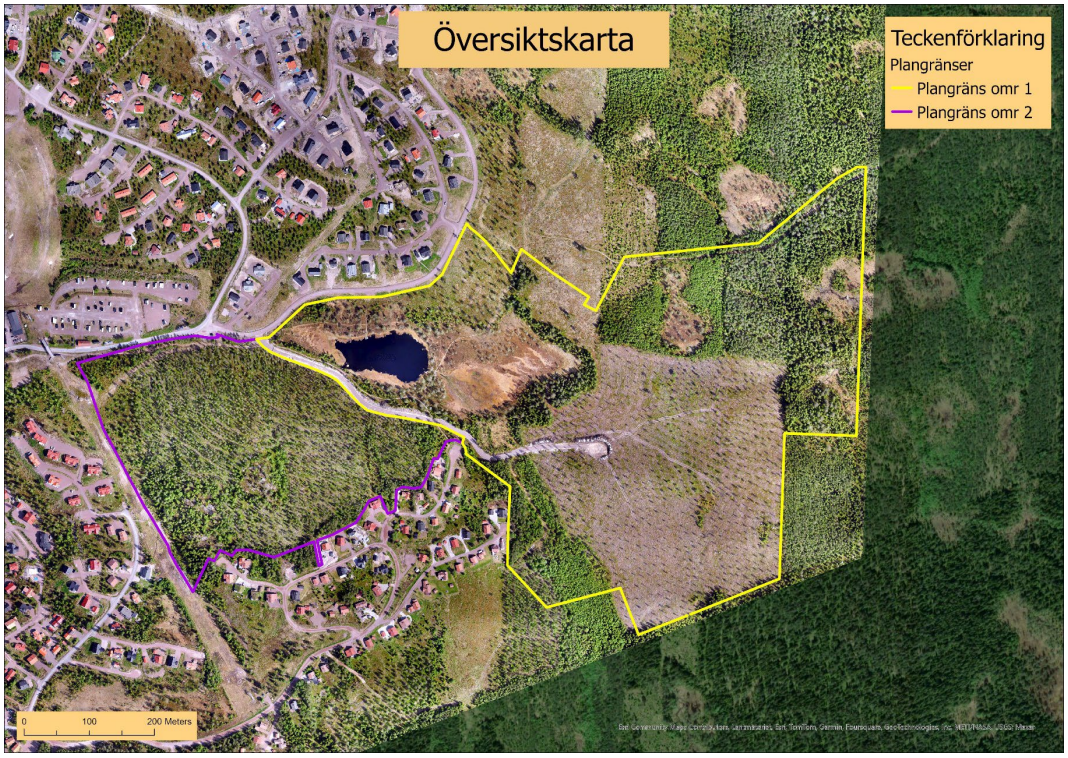
I en detaljplan regleras hur mark och vatten ska användas och hur bebyggelsen ska se ut inom ett visst område. I detaljplanen regleras sådana frågor som har stöd i 4 kap. PBL och syftet med regleringen måste vara förenligt med de syften som anges i lagens 2 kapitel. En detaljplan gäller från det att den vinner laga kraft tills den upphävs, ändras eller ersätts av en ny detaljplan.

Detaljplanen ska ange hur dagvattenfrågan ska lösas och vem som har ansvaret för att genomföra detta. Om detaljplaneområdet ligger utanför verksamhetsområde för avlopp eller dagvatten kan dagvattenanläggningen behöva regleras i form av till exempel en gemensamhetsanläggning.

4 Förutsättningar

4.1 Topografi och befintlig markanvändning

Orsa Grönklitts friluftsanläggning är belägen ca 11 km nordväst om Orsa samhälle. Berört område är högt beläget och i dess närområde finner vi befintliga stugområden, alpina nedfarter och längdskidspår. Utredningsområdet som ingår i dagvattenutredningen är kuperat med två höjder med i huvudsak skogsmark. De båda höjderna är belägna på ca +535 respektive +510 m ö h. Utredningsområdet är indelat i två delområden, delområde 1 och delområde 2. (Figur 1)



Figur 1. Översiktskarta över delområde 1 och 2 (se bilaga 3 för A3-format).

Öster om delområde 2 ligger ett våtmarksområde mer låglänt där Råtjärn är belägen. Tjärnen och myrområdet avvattnas i söder av Råtjärnsbäcken som rinner i sydlig riktning i den västligaste gränsen av delområde 1. Råtjärnsbäcken är här en mindre rännil snarare än en bäck. Marken i svackan där vattendraget rinner fram är av mer

sumpartad karaktär. Råtjärnsbäcken rinner nedför berget ca 2 km innan bäcken rinner samman med Bjusvasseln som också tar sin början uppe i Orsa Grönklitt.

Delområde 1 avgränsas mot anläggningens fastighetsgräns i syd och ostlig riktning. I norr gränsar området mot naturmark och västerut angränsar området delvis mot befintliga bebyggelse.

Delområde 2 är beläget mer mot de centrala delarna av anläggningen. Området avgränsas i söder av befintlig bebyggelse och norr mot Toppstugevägen. Till väster av området finns en alpin nedfart och i öster finner vi våtmarksområdet med Råtjärn.

4.2 Geoteknik

Sweco har genomfört två geotekniska undersökningar inom området (*PM Geoteknik, 2023-11-01* och *MUR – Markteknisk undersökningsrapport, 2023-11-01).* I PM Geoteknik kan man bland annat läsa följande:

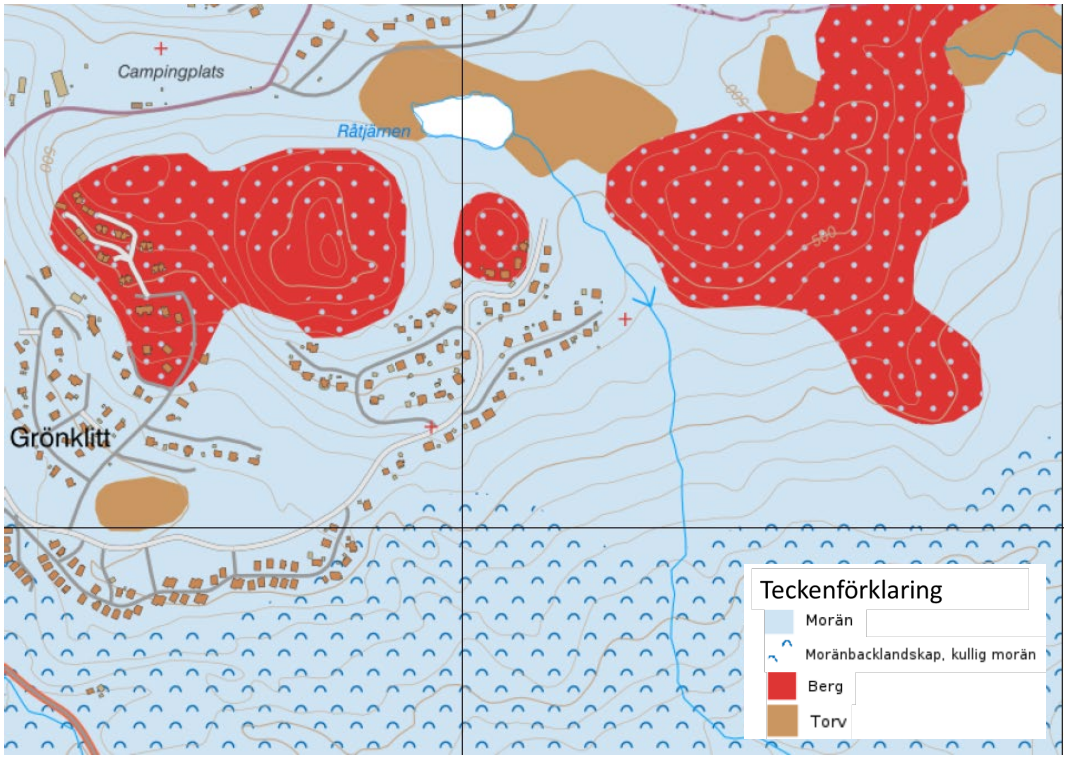
> *Inom området har flertalet platser med berg i dagen påträffats i övrigt förekommer moränjordar. Slänterna sluttar generellt relativt flackt (1:8–1:5). Lokalt förekommer dock slänter med lutningar 1:2–2,5. Mindre block har observerats i ytan.*
>
> *Området består av morän, ytnära berg samt berg i dagen. I närheten kring Råtjärnen förekommer det torv.*
>
> *Vid sonderingar utmed slänterna i område 1 och 2 har moräntäcket i de högre belägna områdena varit 0–1,5 meter som mest innan berg påträffats. Nedanför slänterna ner mot befintlig bebyggelse och vattendrag har morändjup ner till 3,5 meter påträffats som mest.*
>
> *Stora delar av området kan förväntas bestå av ytnära berg, främst inom delområde 1 och 2. Inom dessa områden har även flertalet områden med berg i dagen lokaliserats vid platsbesök.*
>
> *Inom mittersta delen av delområde 1 har ett lokalt blötare parti påträffats. Torv och vegetationsmäktigheterna i denna lokala svacka är dock inte större än 0,3–0,4*

meter innan morän påträffas. Sannolikt ligger denna del i en lokal lågpunkt där vatten blir stående. Mindre vattenförande stråk leder ut mot söder från detta område.

Moränen i området bedöms generellt vara stenig och sandig. Enligt siktprovtagningar har moränen klassats som en sandig siltig morän.

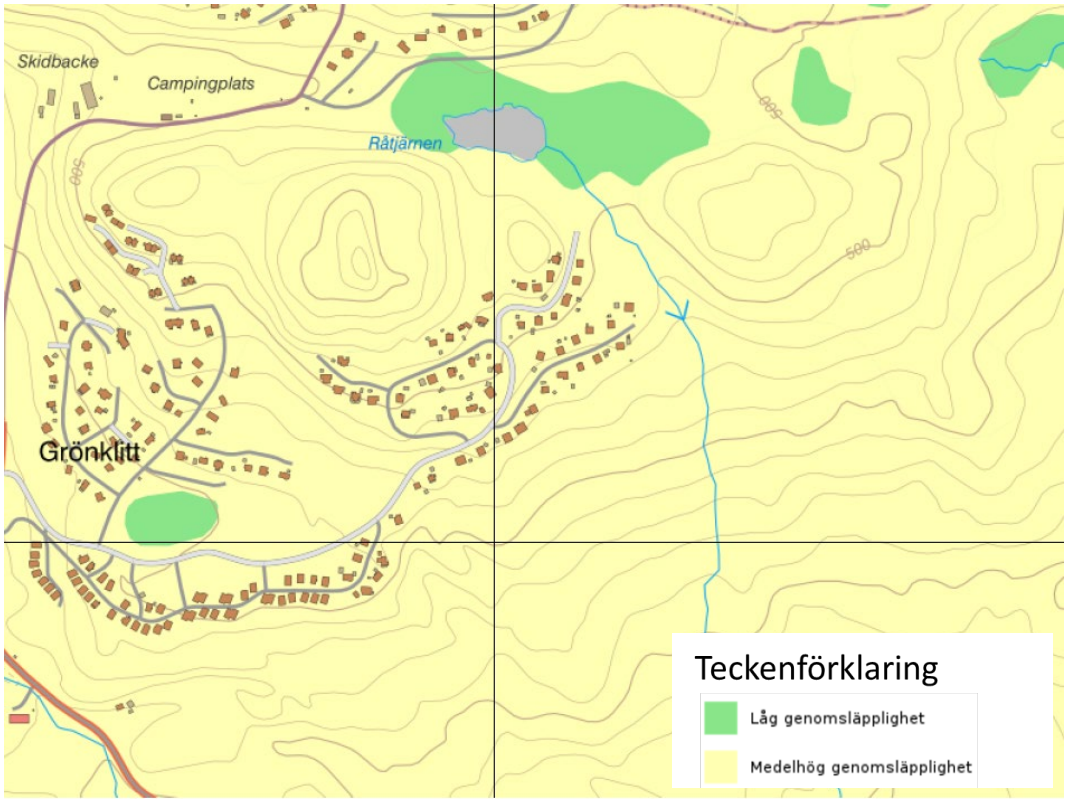
Vatten från hårdgjorda ytor ska avledas på sådant sätt att erosion inte skapas. Vatten ska därmed inte släppas direkt ut i slänterna utan i stället ledas i erosionsskyddade diken utmed slänterna alternativt i ledningar.

I de lägen där befintliga byggnader ligger strax nedanför slänter där ny exploatering planeras kan det bli aktuellt med avskärande diken för att minska risken för påtryckande vatten ovanifrån. Detta berör möjligtvis södra delen av delområde 2 och får studeras närmare när dagvattenutredningen färdigställs.



Figur 2. Utdrag ur SGU:s jordartskarta.

SGU:s kartvisare *Genomsläpplighet*[1] visar en övergripande, och mycket förenklad bild av markens genomsläpplighet (Figur 3). Genomsläppligheten säger något om markens infiltrationskapacitet. Inom delområdena har vi i huvudsak moränmark som har *medelhög* genomsläpplighet. Torven i myrområdena har *låg* genomsläpplighet.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s kartvisare *Genomsläpplighet.*

4.3 Befintliga dagvattenanläggningar och verksamhetsområde för dagvatten

Planområdet ligger inte inom något verksamhetsområde för dagvatten. Då utredningsområdet idag utgörs av skogsmark så saknas befintliga dagvattenanläggningar med undantag för vägdiken till en relativt nybruten skogsbilväg, sydväst om Råtjärn.

[1] Kartvisaren bygger på en omklassning av grundlagret Jordarter 1:25 000–1:100 000 till fyra klasser av genomsläpplighet: *låg*, *medelhög*, *hög* eller *ej bedömd genomsläpplighet*.

4.4 Dikningsföretag

Det finns inget dikningsföretag inom berört område.

4.5 Förorenad mark

Marken inom det aktuella området utgörs av skogsmark. Det har heller inte bedrivits någon verksamhet i närområdet som skulle kunna föranleda misstanke om föroreningar. I Länsstyrelsen i Dalarnas läns så kallade *Planeringsunderlag* så finns det inte några registrerade potentiellt förorenade områden i eller i direkt anslutning till utredningsområdet.

4.6 Vattenskyddsområde

Det finns inget vattenskyddsområde inom utredningsområdet. På norra sidan av turistanläggning finns ett vattenskyddsområde men det berörs inte av denna detaljplan.

4.7 Recipienter och vattenförvaltning

Recipienter för dagvatten från delområdena utgörs av Råtjärn, Råtjärnsbäcken, Bjusvasseln och Knölbäcken. Ingen av dessa utgör utpekade vattenförekomster enligt vattenförvaltningen och EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG).

Knölbäcken mynnar i Unnån som utgör en vattenförekomst (MSCD: WA11967505). Unnån har måttlig status och det beror på att de ekologiska kvalitetsfaktorerna; *fisk*, *konnektivitet i vattendrag*, *morfologiskt tillstånd i vatten* och *hydrologisk regim* är klassade som måttliga eller otillfredsställande.

Råtjärn och Råtjärnsbäcken mynnar i Bjusvasseln. Bjusvasseln allra nedersta sträcka, innan ån mynnar ut i Unnån, utgör en egen utpekad vattenförekomst (MSCD: WA90390023). Vattenförekomsten har måttlig status på grund av att de ekologiska kvalitetsfaktorerna; *fisk*, *konnektivitet i vattendrag*, *morfologiskt tillstånd i vatten* och *hydrologisk regim* är klassade som måttliga.

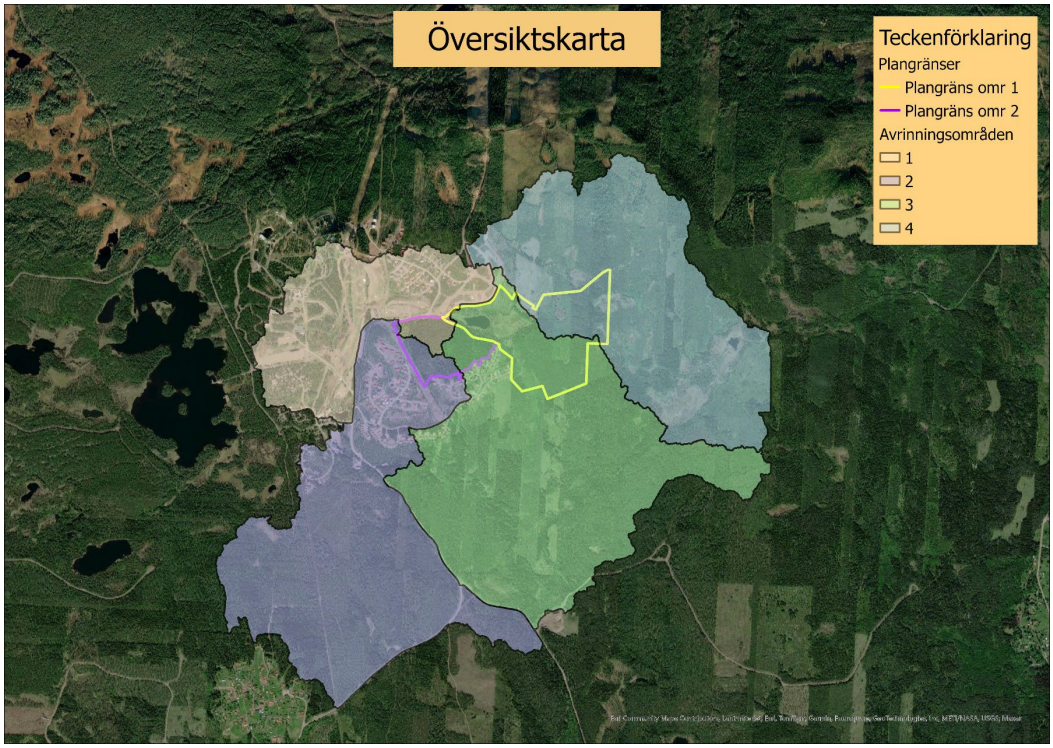
Ingen utpekad grundvattenförekomst ligger inom berörda avrinningsområden.

5 Befintliga förhållanden - analys och beräkningar

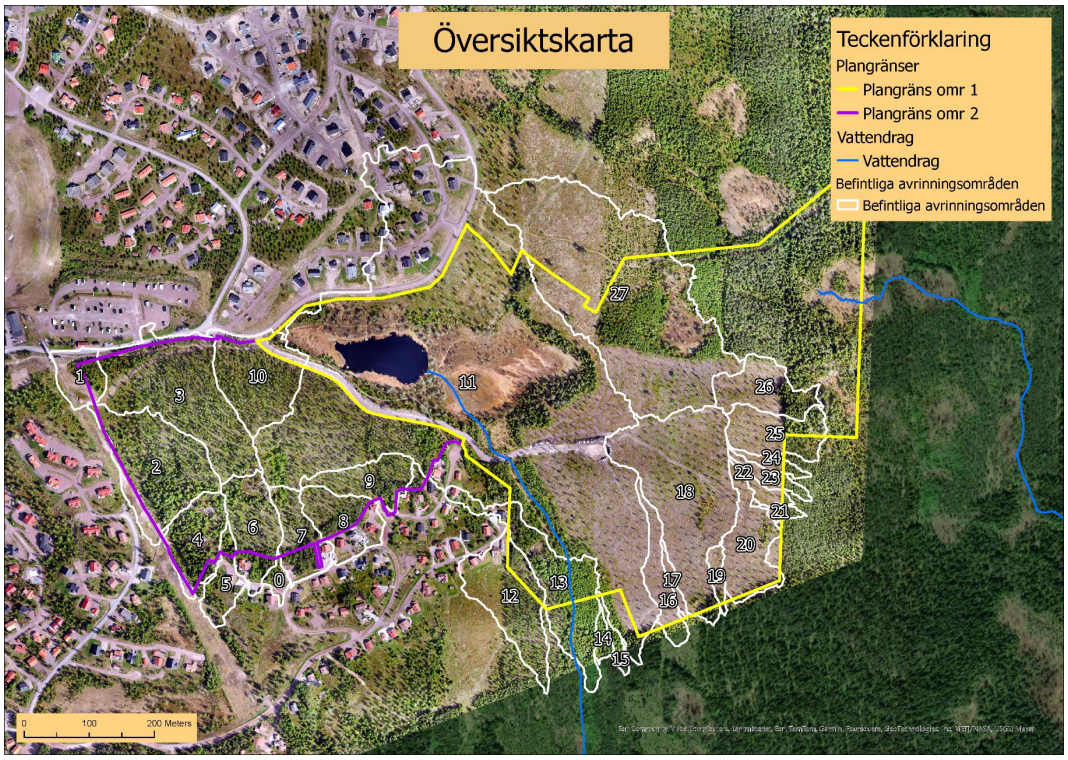
5.1 Terränganalys med delavrinningsområden och rinnstråk

Med hjälp av en digital höjdmodell har olika GIS-analyser utförts. Delavrinnings-områden har identifierats och vattnets rinnstråk kartlagts (flow accumulation). För att få mer korrekta analyser har alla vägtrummor inventerats i fält och trummorna har präglats in i höjddatat. En lågpunktsanalys har också genomförts.

Sett i en något större skala berörs utredningsområdet av fyra olika delavrinningsområden (Figur 4). I en högre upplösning så har vi 27 delavrinningsområden vilka också har legat till grund för dagvattenberäkningarna. Delavrinningsområdenas storlek varierar mellan 0,14 och 21,19 hektar (Tabell 1).



Figur 4. Översiktskarta som visar avgränsningen av de 4 avrinningsområden som berörs av exploatering inom delområden 1 och 2 (se bilaga 4 för A3-format).



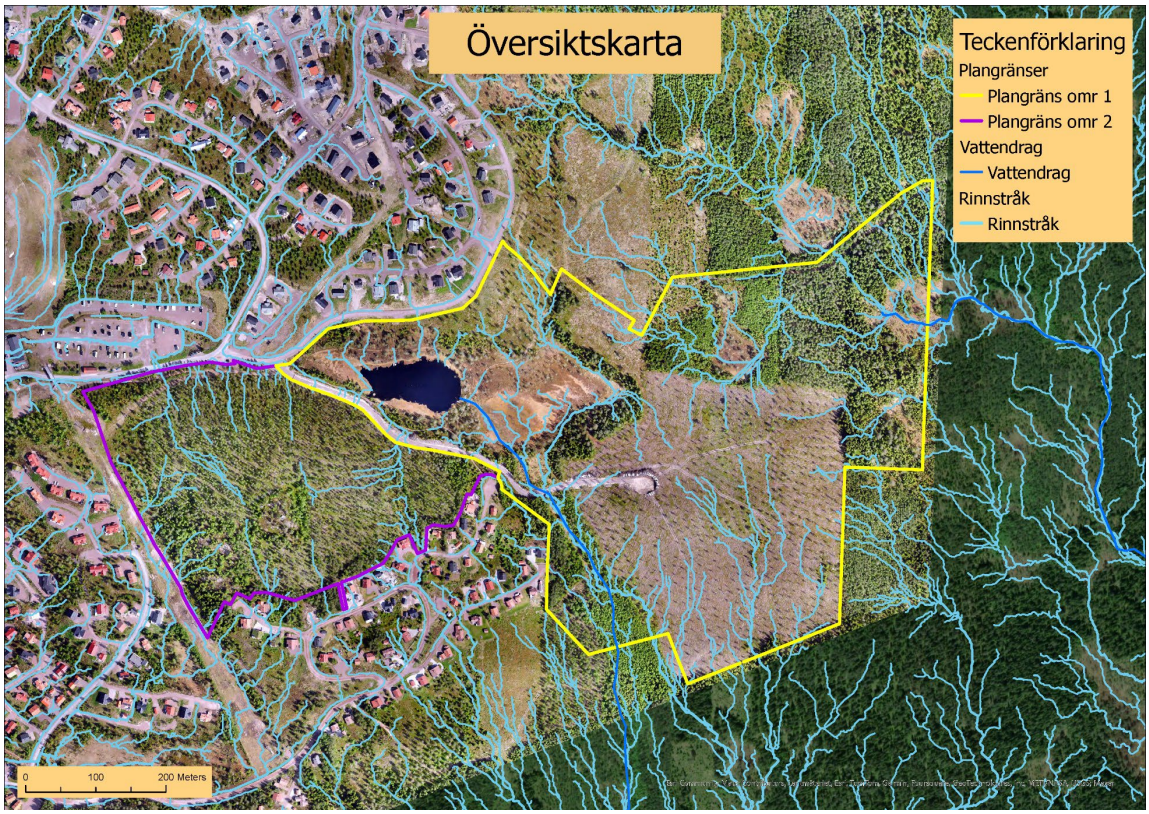
Figur 5. Kartfigur med 27 delavrinningsområden som berörs av exploatering i delområde 1 och 2 (se bilaga 5 för A3-format).

Tabell 1: Tabell med delavrinningsområdenas area.

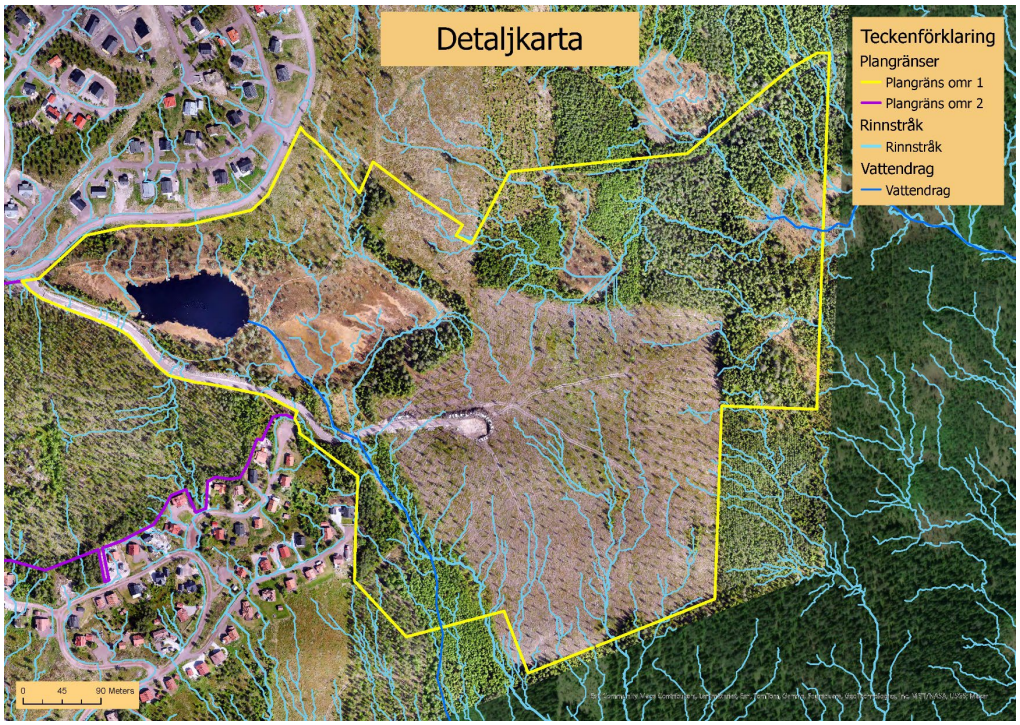
Avrinningsområdenas area (ha)												
id:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ha:	0,57	2,18	2,92	1	0,5	4,62	0,81	0,97	0,79	1,62	21,19	1,58

Avrinningsområdenas area (ha)												
id:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ha:	1,81	0,14	0,15	0,64	0,13	3,55	0,17	1,12	0,14	0,2	0,26	0,19

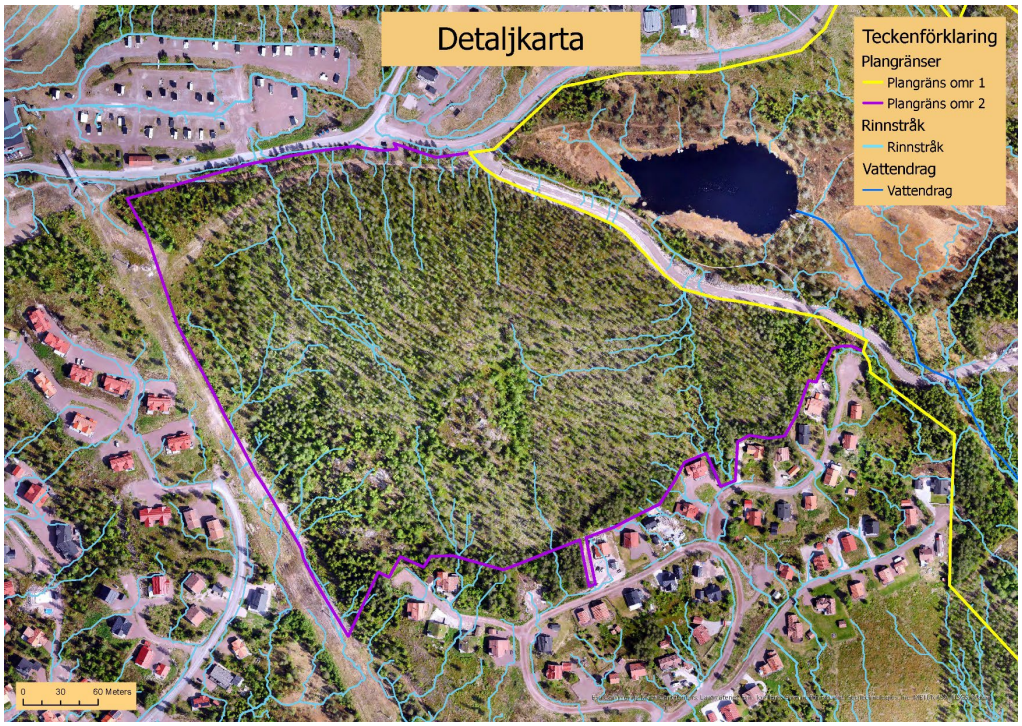
Avrinningsområdenas area (ha)			
id:	25	26	27
ha:	0,97	0,96	7,17



Figur 6. Kartfigur som redovisar vattnets rinnstråk (blåa linjer) i terrängen vid nuvarande förhållande (se bilaga 6 för A3-format).



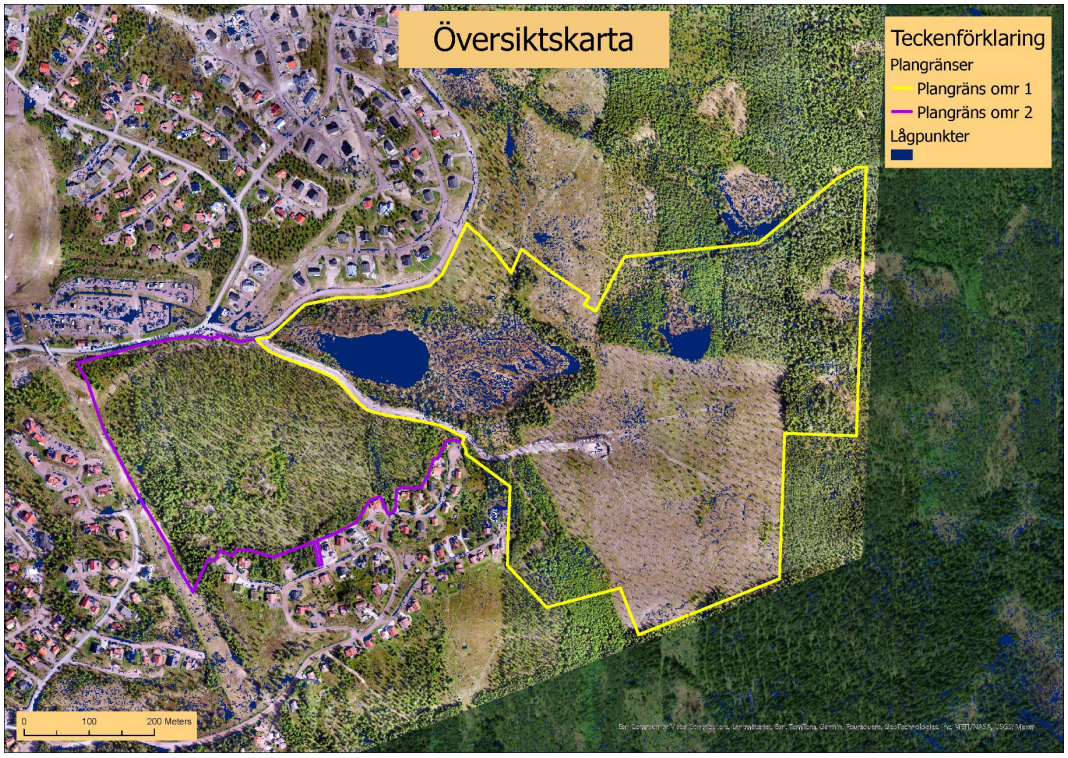
Figur 7. Detaljkarta över delområde 1 med rinnstråk (blåa linjer) (se bilaga 7 för A3-format).



Figur 8. Detaljkarta över delområde 2 med rinnstråk (blåa linjer) (se bilaga 8 för A3-format)

5.2 Lågpunkter

En lågpunktsanalys visar svackor i terrängen där vattnet kommer kunna ansamlas. Mycket på grund av att topografin inom utredningsområdet i huvudsak präglas av de två höjderna så saknar vi i stort lågpunkter. Råtjärn är en tydlig lågpunkt, likaså en mindre myr direkt norr om delområde 1 men i övrigt saknas tydliga svackor i terrängen där vattnet annars kan riskera att ansamlas vid större regnmängder. (Figur 9)

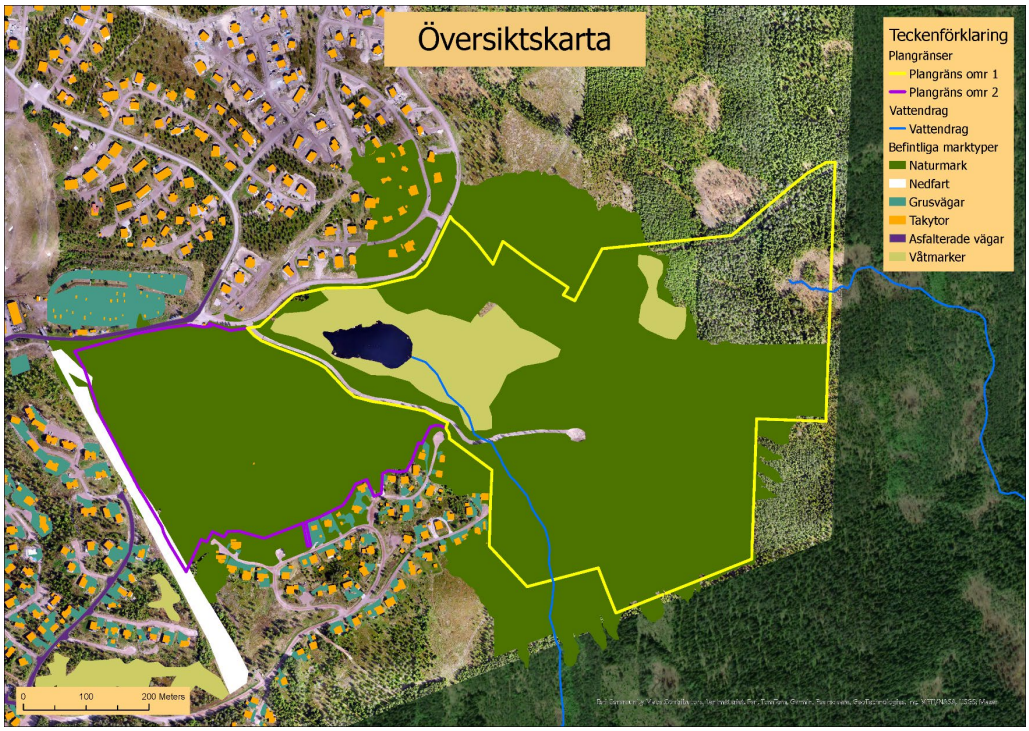


Figur 9. Översiktskarta över förekommande lågpunkter inom området. Blå områden utgör lågpunkter i terrängen där vattnet kan stängas in (se bilaga 9 för A3-format).

5.3 Marktyper och avrinningskoefficienter

5.3.1 Nuläges förhållanden

Inom respektive delavrinningsområde har arean beräknats för olika befintliga marktyper: skogsmark, myrmark, pist, vägar (grus), vägar (asfalt) takytor samt grusade ytor. I bilaga 1 och 2 finns tabeller med redovisning av marktyper och avrinningskoefficienter per delavrinningsområde för befintliga förhållanden samt framtida scenario. I Figur 10 nedan redovisas marktyper för befintligt förhållande och i Figur 11 redovisas det framtida scenariot.



Figur 10. Kartfigur med de olika marktyperna för befintligt förhållande (se bilaga 10 för A3-format).

5.3.2 Framtida förhållanden



Figur 11. Kartfigur över det framtida scenariot med olika marktyper. I och med exploateringen så kommer vattnet ta nya vägar inom området. De nya delavrinningsområden som uppstår redovisas också i figurer (vita linjer) (se bilaga 11 för A3-format).

Avrinningsområdets area som innefattar utredningsområdet uppgår till 53 ha. I och med exploatering kommer andelen hårdgjorda yta inom området att öka från ca 2 % till ca 8 %. De hårdgjorda ytorna utgörs av grusvägar, parkering (grusyta) och takytor. Tomtmarken har medvetet valts att inte ingå i begreppet hårdgjorda ytor då tomterna bedöms komma ha i huvudsak mer karaktären av naturmark än villaträdgård.

Tabell 2. Hårdgjord yta.

	Area hårdgjord yta	Andel
Befintliga förhållanden	0.96 ha	2%
Framtida förhållande	4.33 ha	8%

Vid tillkomsten av vägar och tomter så kommer avrinningsområdena att förändras jämfört med hur vattnet rinner fram i terrängen idag. I områden där hårdgjorda ytor tillkommer har nya delavrinningsområden ritats ut efter vägledning av det framtida scenariot och angivna flödesriktningar i vägdikena. Antalet nya delavrinningsområden där hårdgjorda ytor tillkommer uppgår till 17. Med utgångspunkt från det framtida scenariot har nya delavrinningsområden och de förändrade flödesvägarna legat till grund för beräkningar för dimensionering av vägdiken och åtgärder för fördröjning.

5.4 Beräkningar för dimensionerande dagvattenflöden

5.4.1 Rinntid och regnintensitet

Rinntiden styr varaktigheten och därmed intensiteten på dimensionerat regn. Med rinntid avses den maximala tid det tar för regn som faller inom ett avrinningsområde att rinna från avrinningsområdets yttersta punkt till punkten var vattnet ansamlas vid avrinningsområdets slut. Längsta rinnsträcka och lutning (S) har räknats ut för respektive delavrinningsområde (Tabell 3).

Vattenhastigheten på mark har beräknats med hjälp av Mannings formel:

v=M*R^2/3*S^0,5 (tabell 4.5 Svenskt Vatten P110)

Dimensionerande regnintensitet i(Å) har beräknats enligt ekvation 4.5 i Svenskt Vatten P110.

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

$i_{Å}$ = regnintensitet, l/s, ha,

Å = återkomsttid, månader

tr = regnvaraktighet (områdets rinntid), minuter. (om mindre än 10 min sätts varaktigheten till 10 min).

Tabell 3. Tabell med rinnsträckor, lutning, regnvaraktighet och dimensionerande regnintensitet för ett 10 års regn och 100 års regn. Exklusive snösmältning och markinfiltration.

		Rinnsträcka (m)	Höjdskillnad (m)	Lutning (m/m)	Hastighet mark, Mannings formel (M=40) (m/s)	Regnvarighet (tr), (minuter)	Dimensionerande regninstensitet (itr), 10 års regn (l/s ha)	Dimensionerande regninstensitet (itr), 100 års regn (l/s ha)
Avrinningsområden	1	109	19	0,18	0,49	10,0	227,9	488,7
	2	237	25	0,11	0,38	10,3	223,8	479,9
	3	272	32	0,12	0,40	11,2	214,1	458,9
	4	162	39	0,24	0,57	10,0	227,9	488,7
	5	145	33	0,23	0,56	10,0	227,9	488,7
	6	186	37	0,20	0,52	10,0	227,9	488,7
	7	161	25	0,15	0,46	10,0	227,9	488,7
	8	137	22	0,16	0,47	10,0	227,9	488,7
	9	159	20	0,13	0,41	10,0	227,9	488,7
	10	184	30	0,16	0,47	10,0	227,9	488,7
	11	944	70	0,07	0,32	49,5	81,8	174,0
	12	245	29	0,12	0,40	10,2	225,8	484,1
	13	412	39	0,09	0,36	19,1	155,3	332,2
	14	89	12	0,13	0,43	10,0	227,9	488,7
	15	132	16	0,12	0,41	10,0	227,9	488,7
	16	265	39	0,15	0,45	10,0	227,9	488,7
	17	125	18	0,14	0,44	10,0	227,9	488,7
	18	356	41	0,12	0,40	14,9	181,0	387,7
	19	118	15	0,13	0,42	10,0	227,9	488,7
	20	237	26	0,11	0,39	10,2	225,9	484,3
	21	85	9	0,11	0,38	10,0	227,9	488,7
	22	121	16	0,13	0,43	10,0	227,9	488,7
	23	150	21	0,14	0,44	10,0	227,9	488,7
	24	143	22	0,15	0,46	10,0	227,9	488,7
	25	154	21	0,14	0,43	10,0	227,9	488,7
	26	172	20	0,11	0,40	10,0	227,9	488,7
	27	435	15	0,04	0,22	33,0	108,5	231,5

5.4.2 Markinfiltration

Beroende på jordarter så är markinfiltrationen olika stor. Inom utredningsområdet finns morän, ytnära berg och berg i dagen. Moränen i området bedöms generellt vara stenig och sandig enligt de geotekniska utredningar som har utförts. Enligt siktprovtagningar har moränen klassats som en sandig siltig morän. Moränlagrets tjocklek längs med slutningarna är mellan ca 0–1,5 m och längre ned ca 3,5 m tjockt innan man stöter på berg.

5.4.3 Snösmältning

Normalt antas snösmältningen ske under 12 av dygnets 24 timmar.

Snösmältningsvolymer har uppskattats i enlighet med angivna referensvärden i Svenskt

Vatten P110 (2019) och tabell 4.10. I tabellen 4.10 anges maximala snösmältnings-intensiteter under en tioårsperiod för några olika orter i landet (beräknade värden för 1984–1993 enligt VA-Forsk Rapport 1996–07). Närmast belägna ort till Orsa Grönklitt är Sundsvall (som också är den ort med högsta angivna flöden). För Sundsvall är tabellvärdet för maximal snösmältningsintensitet 36,0 mm/d vilket för ett dygn motsvarar 8,3 l/s, ha.

Jämfört med det dimensionerande dagvattenflöde som beräknas uppstå vid ett 10 års med en klimatfaktor på 1,25 är effekten av snösmältningen förhållandevis försumbar.

I Tabell 4 nedan så har markinfiltration och snösmältning beaktas vid beräkning av dimensionerande regnintensitet.

Tabell 4 . Dimensionerande regnintensitet för ett 10 års och ett 100 års regn för nuläget. I tabellen är den dimensionerande regnintensiteten uppräknad med snösmältningen (8,3 l/s *ha).

			Viktad avrinningskoefficient			
		Total area hårdgjord yta (ha)	Framtida förhållande	Regnvaraktighet (tr), (minuter)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 10 års regn. (l/s ha)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 100 års regn. (l/s ha)
Avrinningsområden	1	3,44	0,33	10,0	256	517
	2	0,55	0,46	10,3	232	493
	3	0,39	0,59	11,2	231	492
	4	0,16	0,36	10,0	229	490
	5	0,10	0,51	10,0	229	490
	6	0,15	0,69	10,0	229	490
	7	0,08	0,55	10,0	229	489
	8	0,13	0,71	10,0	229	490
	9	0,02	0,69	10,0	228	489
	10	0,13	0,40	10,0	229	490
	11	2,14	0,53	49,5	246	506
	12	0,05	0,76	10,2	228	489
	13	0,07	0,64	19,1	229	489
	14	0,01	0,81	10,0	228	489
	15	0,01	0,69	10,0	228	489
	16	0,05	0,60	10,0	228	489
	17	0,00	0,40	10,0	228	489
	18	0,46	0,69	14,9	232	492
	19	0,03	0,59	10,0	228	489
	20	0,15	0,56	10,2	229	490
	21	0,02	0,51	10,0	228	489
	22	0,04	0,69	10,0	228	489
	23	0,02	0,50	10,0	228	489
	24	0,02	0,59	10,0	228	489
	25	0,08	0,57	10,0	229	489
	26	0,06	0,55	10,0	228	489
	27	0,28	0,47	33,0	230	491

5.4.4 Dimensionerande dagvattenflöde

Dimensionerande dagvattenflöde till en viss punkt i ett avrinningsområde har beräknats enligt rationella metoden i enlighet med Svenskt Vatten P110 (2019).

$$q_{dag,dim}=A\cdot\varphi\cdot i(tr)\cdot kf \qquad \text{(Ekvation 4.4)}$$

där

$q_{dag,dim}$= dimensionerande flöde [l/s]

A= avrinningsområdets area [ha]

φ=avrinningskoefficient

$i(tr)$=dimensionerande regnintensitet [l/s, ha]

kf=klimatfaktor

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats för ett 10 års och ett 100 års flöde med klimatfaktor 1,25. Beräkningar har gjorts utifrån nuläget och för det tänkta framtida scenariot. ~~Markinfiltration~~ Resultatet är uppräknat med hänsyn till snösmältning. ~~är beaktade.~~

Tabell 5. Redovisning av dimensionerande dagvattenflöde för nuläget vid ett **10-årsregn** med en klimatfaktor på 1,25. I tabellen är ~~den~~ dimensionerande regnintensiteten uppräknad med snösmältningen (8,3 l/s *ha).

			Viktad avrinningskoefficient			Dimensionerande flöde vid 10 års regn med kf=1,25		
		Total area hårdgjord yta (ha)	Framtida förhållande	Regnvaraktighet (tr), (minuter)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 10 års regn. (l/s ha)	Nuvarande förhållande (l/s)	Framtida förhållande (l/s)	**Differens (l/s)**
Avrinningsområden	**1**	3,44	0,33	10,0	256	200	369	**168**
	2	0,55	0,46	10,3	232	18	74	**56**
	3	0,39	0,59	11,2	231	13	66	**53**
	4	0,16	0,36	10,0	229	5	16	**11**
	5	0,10	0,51	10,0	229	5	15	**10**
	6	0,15	0,69	10,0	229	5	31	**26**
	7	0,08	0,55	10,0	229	3	12	**9**
	8	0,13	0,71	10,0	229	6	26	**20**
	9	0,02	0,69	10,0	228	1	4	**3**
	10	0,13	0,40	10,0	229	4	15	**11**
	11	2,14	0,53	49,5	246	77	350	**274**
	12	0,05	0,76	10,2	228	2	12	**10**
	13	0,07	0,64	19,1	229	2	13	**11**
	14	0,01	0,81	10,0	228	0	3	**3**
	15	0,01	0,69	10,0	228	0	2	**2**
	16	0,05	0,60	10,0	228	2	9	**8**
	17	0,00	0,40	10,0	228	0	1	**0**
	18	0,46	0,69	14,9	232	13	92	**79**
	19	0,03	0,59	10,0	228	1	5	**4**
	20	0,15	0,56	10,2	229	4	24	**20**
	21	0,02	0,51	10,0	228	1	3	**3**
	22	0,04	0,69	10,0	228	1	7	**6**
	23	0,02	0,50	10,0	228	0	2	**2**
	24	0,02	0,59	10,0	228	1	4	**3**
	25	0,08	0,57	10,0	229	2	13	**11**
	26	0,06	0,55	10,0	228	2	10	**8**
	27	0,28	0,47	33,0	230	8	38	**30**

Tabell 6. Redovisning av dimensionerande dagvattenflöde för nuläget vid ett **100-årsregn** med en klimatfaktor på 1,25. I tabellen är ~~den~~ dimensionerande regnintensiteten uppräknad med snösmältningen (8,3 l/s *ha).

			Viktad avrinningskoefficient			Dimensionerande flöde vid 100 års regn med kf=1,25		
		Total area hårdgjord yta (ha)	Framtida förhållande	Regnvaraktighet (tr), (minuter)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 10 års regn. (l/s ha)	Nuvarande förhållande (l/s)	Framtida förhållande (l/s)	**Differens (l/s)**
Avrinningsområden	**1**	3,44	0,33	10,0	256	404	744	**340**
	2	0,55	0,46	10,3	232	38	157	**119**
	3	0,39	0,59	11,2	231	28	140	**113**
	4	0,16	0,36	10,0	229	11	35	**24**
	5	0,10	0,51	10,0	229	11	31	**20**
	6	0,15	0,69	10,0	229	10	65	**55**
	7	0,08	0,55	10,0	229	6	26	**20**
	8	0,13	0,71	10,0	229	13	55	**43**
	9	0,02	0,69	10,0	228	1	8	**7**
	10	0,13	0,40	10,0	229	9	32	**23**
	11	2,14	0,53	49,5	246	159	722	**564**
	12	0,05	0,76	10,2	228	4	25	**21**
	13	0,07	0,64	19,1	229	5	28	**23**
	14	0,01	0,81	10,0	228	1	7	**6**
	15	0,01	0,69	10,0	228	1	4	**4**
	16	0,05	0,60	10,0	228	3	20	**17**
	17	0,00	0,40	10,0	228	0	1	**1**
	18	0,46	0,69	14,9	232	28	196	**168**
	19	0,03	0,59	10,0	228	2	10	**8**
	20	0,15	0,56	10,2	229	9	52	**42**
	21	0,02	0,51	10,0	228	1	7	**6**
	22	0,04	0,69	10,0	228	2	16	**13**
	23	0,02	0,50	10,0	228	1	5	**4**
	24	0,02	0,59	10,0	228	1	9	**7**
	25	0,08	0,57	10,0	229	5	28	**23**
	26	0,06	0,55	10,0	228	4	22	**18**
	27	0,28	0,47	33,0	230	17	82	**65**

5.5 Erforderlig fördröjningsvolym

I områden där hårdgjorda ytor tillkommer har nya delavrinningsområden ritats ut efter vägledning av det framtida scenariot och angivna flödesriktningar i vägdikena. Antalet nya delavrinningsområden där hårdgjorda ytor tillkommit uppgår till 16, Figur 12, bilaga 12 (A3-format). Inom de nya delavrinningsområdena har också det dimensionerande dagvattenflödet beräknats för befintligt förhållande för framräkning av volymen tillkommande dagvattenflöde på grund av exploateringen.



Figur 12. Kartfigur med delavrinningsområden där hårdgjorda ytor tillkommit. (Se bilaga 12 i A3-format).

Tabell 7. Redovisning av dimensionerande dagvattenflöde för ett framtida vid ett **10-årsregn** med en klimatfaktor på 1,25. I tabellen är dimensionerande regnintensiteten ~~och~~ uppräknad med snösmältningen (8,3 l/s *ha).

			Viktad avrinningskoefficient					Dimensionerande flöde vid 10 års regn med kf=1,25		
		Total area (ha)	Nuvarande förhållande	Framtida förhållande	Regnvaraktighet (tr), (minuter)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 10 års regn. (l/s ha)	Dimensionerande regnintensitet (itr), 100 års regn. (l/s ha)	Nuvarande förhållande (l/s)	Framtida förhållande (l/s)	**Differens (l/s)**
Avrinningsområden	**1**	3,44	0,11	0,25	10	256	517	117	270	**153**
	2	0,65	0,11	0,27	10	233	344	20	52	**32**
	3	0,44	0,10	0,27	10	232	342	13	34	**21**
	4	1,87	0,10	0,21	10	243	354	57	119	**62**
	5	1,59	0,10	0,25	10	241	352	48	119	**71**
	6	0,38	0,10	0,25	10	231	342	11	27	**16**
	7	0,21	0,10	0,25	10	230	340	6	15	**9**
	8	1,57	0,10	0,21	10	241	352	47	99	**52**
	9	0,37	0,10	0,21	10	231	342	11	22	**11**
	10	0,78	0,10	0,30	10	234	345	23	68	**45**
	11	1,25	0,10	0,20	10	238	349	37	74	**36**
	12	0,51	0,10	0,34	10	232	343	15	50	**36**
	13	2,61	0,10	0,23	10	250	360	81	185	**103**
	14	0,41	0,10	0,28	10	231	342	12	33	**21**
	15	1,03	0,10	0,23	10	237	347	31	70	**39**
	16	0,25	0,10	0,29	10	230	341	7	21	**14**
	17	0,16	0,10	0,25	10	229	340	4	11	**7**

5.5.1 Beräkning erforderlig fördröjningsvolym

För att beräkna erforderlig fördröjningsvolym kan två metoder användas. Dels kan erforderlig fördröjningsvolym baseras på utgångspunkten att dagvattenflödet inte får öka på grund av exploateringen. Differensen mellan befintliga och framtida scenario ska således fördröjas. Beräkningarna baseras på dimensionerade regn med återkomsttid 10 år, varaktighet 10 minuter och klimatfaktor 1,25 (*Metod 1*).

Erforderlig fördröjningsvolym kan också beräknas utifrån att de första 10 mm regn från utredningsområdets hårdgjorda ytor ska fördröjas (*Metod 2*).

Beräkningar i enlighet med metod 1

Erforderlig fördröjningsvolym är framräknad som skillnaden mellan det dimensionerande dagvattenflödet för det befintliga respektive det framtida scenariot.

Enligt metod 1 kan också fördröjningsbehovet beräknas i regnvolym uttryck i mm.

$$Fördröjningsbehov\ [m] = \frac{Erforderlig\ fördröjningsvolym\ [m^3]}{Reducerad\ area\ område\ [m^2]}$$

Beräkningar i enlighet med metod 2

Den erforderliga fördröjningsvolymen för delavrinningsområdena har beräknats enligt Ekvation 1 i Stockholms stad *PM – Dagvatten, PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*[2].

$U_i = d_r \cdot A_i \cdot \varphi_i = d_r \cdot A_{red}$

där

U_i=erforderlig fördröjningsvolym [m³]

d_r=regnvolym [mm]

A_i=avrinningsområdets area [m²]

φ_i =avrinningskoefficient

A_{red}=Reducerad area för avrinningsområdet (A_{red}=$A_i \cdot \varphi_i$)

[2] Stockholm Stad – PM Dagvatten, PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, Version 1.0, 2017-06-27.

5.5.2 Resultat

Resultaten av beräknad erforderlig fördröjningsvolym för metod 1 respektive metod 2 redovisas i Tabell 8. Skillnaden mellan volymerna framräknade antingen enligt metod 1 och 2 är marginella. Förutsättning för denna dagvattenutredning är att 10 mm regn ska fördröjas, det vill säga framräknade volymer enligt metod 2.

Tabell 8. Visar på den erforderliga fördröjningsvolymen, framräknade enligt de två olika metoderna, inom respektive delavrinningsområde.

		Metod 1 (10 års regn)	Metod 2 (10 mm regn)
		Erforderlig fördröjningsvolym (m3)	Erforderlig fördröjningsvolym (m3)
Avrinningsområden	1	93	84
	2	19	18
	3	13	12
	4	37	39
	5	42	39
	6	10	9
	7	5	5
	8	31	33
	9	7	8
	10	27	23
	11	22	25
	12	21	17
	13	62	59
	14	13	11
	15	24	24
	16	8	7
	17	4	4

6 Förslag till dagvattenhantering

6.1 Övergripande

Åtgärdsförslagen förutsätter att detaljprojektering av detaljplanens dagvattenhantering sker i kommande skeden av exploateringsprocessen. Eventuella förändringar kan påverka genomförbarheten av föreslagna åtgärder.

Huvudprincipen för hantering av dagvatten är lokalt omhändertagande, fördröjning nära källan, trög avledning och till sist samlad fördröjning. Utifrån det framtida scenariot med vägdragningar och placering av tomter har ett förslag tagits fram för hantering av dagvattnet inom utredningsområdet. Dessa åtgärder redovisas i Figur 13 samt bilaga 13 (A3-format).



Figur 13. Översiktskarta över föreslagna åtgärder för att omhänderta och fördröja uppkommande dagvatten inom utredningsområdet. (Se bilaga 13 i A3-format).

Inom utredningsområdet råder generellt gynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten med stora ytor omkringliggande naturmark och

våtmarksområden där dagvatten kan infiltrera, fördröjas och renas. Dagvattnet föreslå att i huvudsak hanteras inom de öppna vägdiken som kommer anläggas i samband med anläggande av vägarna inom utredningsområdet samt ytterligare ett antal diken för att avleda och omhänderta dagvattnet.

Alla dikena föreslås anläggas med en makadambotten där vattnet kommer infiltrera ned igenom och därmed fördröjas och renas. Vägbanken brukar också normalt byggas upp med material som kan infiltrera stora volymer vatten (ej beaktats vid beräkningarna). Diken där lutningen är något högre behöver erosionskyddas med grövre stenmaterial än i de dikena med flackare lutning. I något enstaka dike kan det också vara fördelaktigt om flödesdämpare anläggs vilket till exempel kan utgöras av rader med block i jämna mellanrum för att dämpa energin i vattnet.

På många ställen ligger vägdikena i direkt anslutning mot tomtmarken. På de tomter som kräver att marken fylls upp (makadam/kross) kommer också kunna infiltrera stora volymer vatten (ej beaktats vid beräkningarna).

På kvartersmark kan dagvattnet också fördröjas genom så kallade gröna tak. Beroende på typ av grönt tak kan upp till 5–10 mm regn fördröjas. Takdagvattnet bör också ledas ut på tomtmarken med ränndalar för infiltration på tomtmarken, ej ledas ut via rör till dikena.

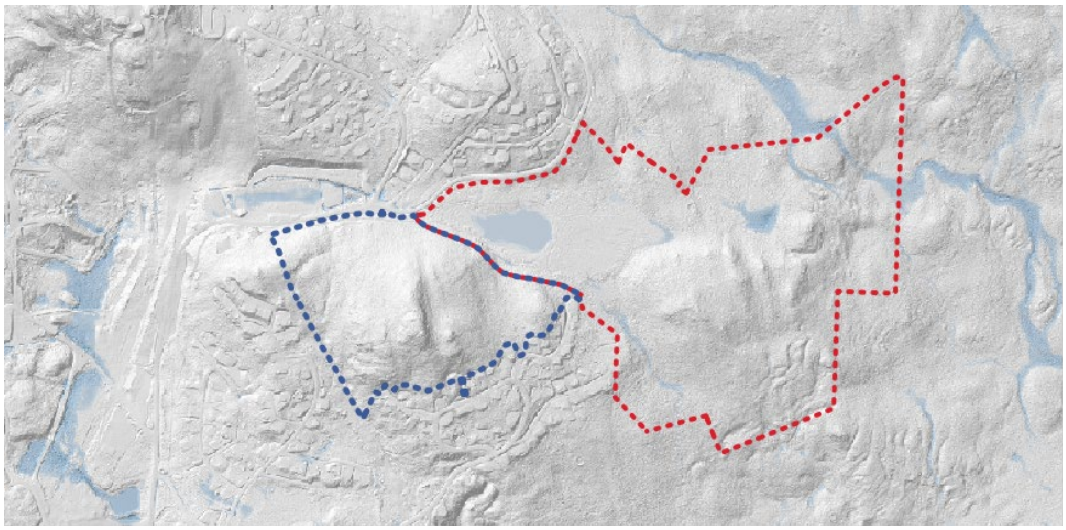
Norr om utredningsområdet föreslås att en öppen dagvattendamm anläggs med strypt utflöde som kommer kunna fördröja och rena dagvatten från ett större område än vad som ingår i denna utredning. Dammen är inte nödvändig för att fördröja erforderligt volymdagvatten från utredningsområdet men sett över ett större område så kan en sådan damm fylla en viktig funktion. Utformning och dimensionering av en sådan dagvattendamm behöver utredas särskilt.

Inom utredningsområdet avvattnas också en betydande del av dagvattnet naturligt mot Råtjärn och Råtjärnsbäcken. Där kommer dagvattnet naturligt att fördröjas och renas. Likaså det vatten som avvattnas nordost mot Knölbäcken och de våtmarksområden och den naturmark som finns där.

6.2 Skyfall

Inga instängda områden finns inom utredningsområdet som riskerar att översvämmas i samband med skyfallsliknande regn där sådant indämt vatten skulle kunna leda till skador på byggnader eller infrastruktur. Utöver att anlägga dikena med tillräckligt grovt material och i några fall med energidämpande strukturer för att förhindra erosionsskador så bedöms det inte särskilt behöva vidtas några åtgärder för att hantera skyfallsliknande regn. Vattnet vid skyfallsliknande regn bedöms inom utredningsområdet kunna avledas via vägdikena och vidare ut i områden med naturmark. Föreslagen dikesprofil avbördar ett 100-års flöde med god marginal med beaktande att makadambotten är helt vattenmättad.

Orsa kommun har låtit Sweco Sverige AB genomföra en skyfallskartering i Orsa kommun, där bland annat området för *Grönklitt-Fryksås* ingår. Syftet med utredningen var att kartera skyfall på en kommunövergripande nivå, resultat från utredningen redovisas bland annat i Figur 14 nedan. Skyfallsrapporten är bilagd utredningen (bilaga 20). Ingen bebyggelse planeras i områden som riskerar att översvämmas vid ett 100-årsregn (Figur 14).



Figur 14. Resultat från Swecos skyfallskartering över aktuellt område.

6.3 Åtgärdsförslag - Vägdiken med makadambotten

För att fördröja dagvattnet så föreslås det i huvudsak ske i vägdikena. Vägdikena föreslås anläggas som öppna diken med en fyllning av makadam i botten. Dikena blir således en kombination av ett öppet vägdike och ett makadamdike/ krossdike i botten. Beräkningar för dimensionering av åtgärder för fördröjning av dagvatten har inte beaktat eventuell fördröjning genom anläggande av gröna tak eller extra stor markinfiltration på tomtmark/ i vägbankar.

Dagvattnet inom området kommer således avleds via dikena där dagvattnet kommer fördröjas och renas genom infiltration i dikets makadambotten. Där så är möjligt leds dagvattnet ut i angränsande naturmarksområden där dagvattnet får spridas och i stor utsträckning infiltrera ned i marken.

I länsstyrelsens och Nodava:s yttranden framförs synpunkter om eventuellt behov av ytterligare avskärande diken. Utredarna har sett över om det föreligger sådant behov och bedömningen är att det inte bedöms nödvändigt med ytterligare avskärande diken. Avstämning rörande detta har gjorts med kommunen.

Dikenas magasineringskapacitet beror av makadamens porvolym, vilket oftast ligger kring ca 30 %. Makadambotten förläggs under det öppna vägdiket med en förslagsvis horisontell bottenbred på 0,5 m och med mäktighet på makadamlagret som behöver variera mellan 0,3 och 0,9 m beroende på behov av fördröjning i respektive dike. Vilket innebär att makadambotten är dimensionerad för att rymma hela fördröjningsbehovet. Nedan i Figur 15 visas en principiell tvärsektion över ett öppet dike med makadambotten. Det öppna diket föreslås anläggas med en horisontell bottenbredd på 0,5 m och med en underliggande makadamfyllning med ett varierande djup beroende på fördröjningsbehov.

6.3.1 Infarter/parkeringsyta tomter

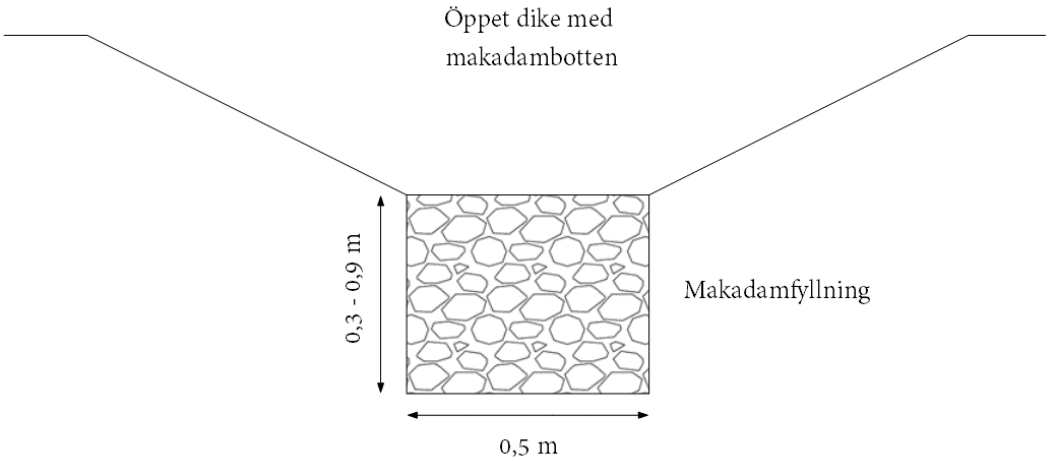
Där infart till tomt anläggs alternativt där iordningställd parkeringsyta behöver ta det öppna dikets yta i anspråk behöver en vägtrumma anläggas ovanpå makadambotten. Vägdikena inom detaljplaneområdet utgör skyfallsvägar. En vägtrumma under en

infart/parkeringsyta behöver ha en minsta diameter om 300 mm för att avbörda skyfallsflödena i dikena i ett scenario där makadambotten är mättad.

Rekommendationen är att lägga dubbla 300-trummor bredvid varandra för det fall den ena trummans sätts igen. En smalare vägtrumma relativt en med större diameter har lättare att sättas igen med skräp. Att underhålla och rensa trummorna på skräp och grus är viktigt för att bibehålla avbördningskapaciteten även i framtiden.

Ett tänkt scenario om parkering för tre bilar kommer ta i anspråk en öppen dikeslängd på ca 8 m där diket blir kulverterat. På dessa sträckor kommer regn lokalt rinna på vägbanan för att sedan rinna ned i de öppna dikesprofilerna. Ur ett vägunderhållsperspektiv vill man hålla nere den kulverterade sträckans längd men det utgör ingen begränsning i dikessystemet rent flödesmässigt, att kunna ta emot beräknade skyfallsflöden.

Där vägtrummor behöver anläggas i de avledande dikena så bör trummornas dimension vara ca 1000 mm.



Figur 15. Principskiss på en tvärsektion över ett öppet vägdike med makadambotten.

6.3.2 Dimensionering makadambotten

För att dikenas makadambotten ska fördröja erforderlig mängd dagvatten vid ett 10 mm regn så behöver makadambottens horisontella bredd uppgå till 0,5 meter med ett djup på mellan 0,3 och 0,9 m beroende på vilket dike det rör sig om. En minsta tjocklek om 0,3 m makadam har valts vilket medför att fördröjningen i vissa av dikena kommer ha en klar överkapacitet.

I Tabell 9 nedan redogörs erforderlig fördröjningsvolym framräknad enligt redogjorda metoder. I tabellen redogörs för dikenas längd inom respektive delavrinningsområde samt den totala volym som kommer fördröjas i makadambottnarna (räknat på 30 % porvolym).

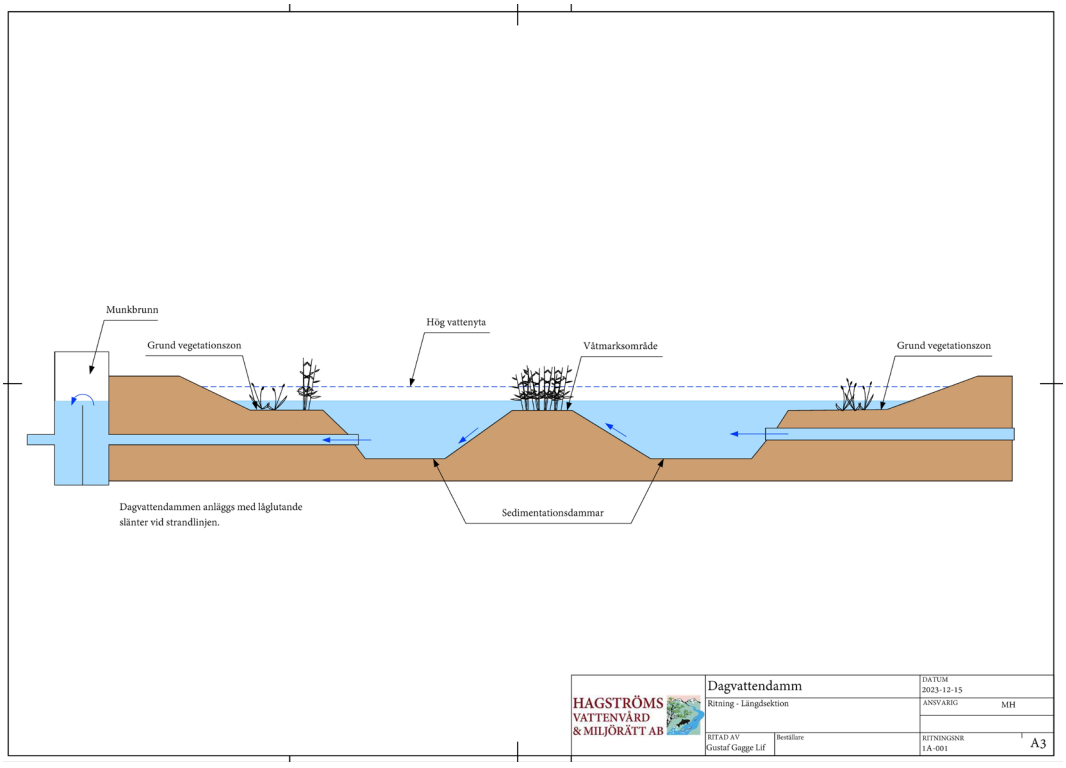
Tabell 9. Tabell över total dikeslängd inom de nya delavrinningsområden enligt det framtida scenariot. I tabellen visas den volym som dikenas makadambotten kan fördröja och den erforderliga fördröjningsvolymen framräknad enligt de båda metoderna som redogjorts för tidigare.

					Metod 1 (10 års regn)	Metod 2 (10 mm regn)
		Dikeslängd (m)	Mått makadambotten (bredd x djup (m))	Fördröjningsvolym i makadambotten (m3)	Erforderlig fördröjningsvolym (m3)	Erforderlig fördröjningsvolym (m3)
Avrinningsområden	1	1020	0,5 * 0,65	99	93	84
	2	203	0,5 * 0,65	20	19	18
	3	115	0,5 * 0,8	14	13	12
	4	577	0,5 * 0,45	39	37	39
	5	430	0,5 * 0,7	45	42	39
	6	120	0,5 * 0,55	10	10	10
	7	119	0,5 * 0,35	6	6	5
	8	957	0,5 * 0,3	43	31	33
	9	168	0,5 * 0,3	8	7	8
	10	348	0,5 * 0,55	29	27	23
	11	448	0,5 * 0,4	27	22	25
	12	158	0,5 * 0,9	21	21	17
	13	780	0,5 * 0,55	64	62	59
	14	121	0,5 * 0,7	13	13	11
	15	437	0,5 * 0,4	26	24	24
	16	94	0,5 * 0,6	8	8	7
	17	198	0,5 * 0,3	9	4	4

6.4 Dagvattendamm

På nuvarande yta för vintercampingen föreslås att en öppen dagvattendamm anläggs. Dels kommer en sådan damm kunna ta om hand det vatten som avleds mot norr i delområde 2, dels också ta omhand dagvatten från ett större, redan befintligt exploaterat område. En sådan dagvattendamm kan vara viktig för dagvattenhantering inom de mer centrala delarna av anläggningen och kommer vara viktig för att dämpa flödena nedströms i Bjusvasseln där den passerar genom anläggningen.

Rekommenderat ytbehov för en dagvattendamm är 1,5–2,5 m^2 per 100 m^2 hårdgjord avrinningsyta. Dammdjupet anpassas till dagvattenledningarnas nivå men oftast räcker ett djup på 1–2 m. Vid utformande av en dagvattendamm bör man göra den långsträckt, den bör vara några gånger längre än vad den är bred. Om en fördamm anläggs bör den vara ca 10 % av dammens totala storlek. En långsträckt damm underlättar också för underhållsinsatser.



Figur 16. Principskiss dagvattendamm.

6.5 Redogörelse för åtgärdsförslag per delområde

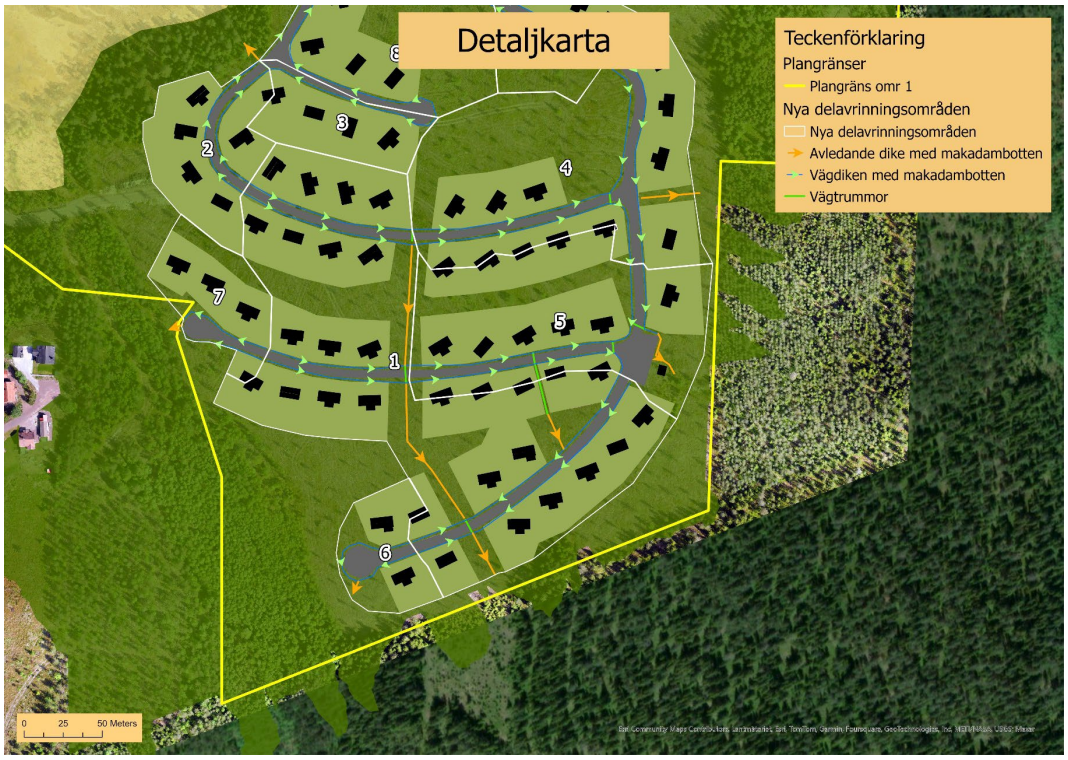
6.5.1 Delområde 1

Åtgärdsförslagen är framtagna och dimensionerade för att fördröja de första 10 mm regn som faller inom området. Dagvattnet inom de olika avrinningsområdena avrinner från omkringliggande marker och samlas upp i vägdikena. I vägdikena kommer dagvattnet att fördröjas genom infiltration ned i dikenas makadambotten. Ett antal vägtrummor kommer behöva anläggas. Från dikena avleds vattnet sen ut i befintliga naturmarksområden via korta utloppsdiken (se Figur 17, Figur 18 samt bilaga 15 och 16 (A3-format)).

En större parkeringsyta för spårcentral kommer anläggas nordost om Råtjärn, se Figur 17. Parkeringsytan utgör den enskilt största tillkommande hårdgjorda ytan (grusad yta). Längs med parkeringen anläggs vägdiken med makadambotten som avleder vattnet ner mot befintligt våtmarksområde vid Råtjärn. Våtmarksområdet kommer ytterligare att fördröja samt rena tillkommande dagvatten.



Figur 17. Delområde 1 - norra området. (Se bilaga 15 i A3-format).



Figur 18. Delområde 1 – södra delen. (Se bilaga 16 i A3-format). I det centrala diket (som den orange pilen pekar mot) som går mellan tomterna kan flödesdämpare behöva anläggas i diket för att minska vattnets energi.

6.5.2 Delområde 2

Åtgärdsförslagen är framtagna och dimensionerade för att fördröja de första 10 mm regn som faller inom området. (Figur 19, Figur 20 och Figur 21 samt bilaga 17, 18 och 19 (A3-format)). Dagvattnet nom de olika avrinningsområdena avrinner från omkringliggande marker och samlas upp i vägdikena. I vägdikena kommer dagvattnet att fördröjas genom infiltration ned i dikenas makadambotten. Från dikena avleds vattnet sen ut i befintliga naturmarksområden via korta utloppsdiken. I utredningsområdets västra kant, längs med slalompisten, anläggs ett avskärande dike som avleder vattnet söderut längs med pisten i stället för att rinna mot befintlig bebyggelse.



Figur 19. Delområde 2 - norra området. (Se bilaga 17 i A3-format). Föreslagna diken som avleder dagvattnet från delområde 2 norrut ansluts till befintligt dikessystem vid vintercampingen. Om man väjer att anlägga en dagvattendamm där (dagvattendamm=blå yta i figurens övre vänstra hörn) så avleds vattnet dit. (Se bilaga 17 i A3-format).

Diken mot norr – vintercampingen

Det dagvatten som tillkommer i delområde 2 med rinnstråk norrut leds ut mot befintligt

dikessystem vid vintercampingen. Skulle man välja att anlägga den föreslagna dagvattendammen så avleds vattnet till denna, se Figur 19. Dagvattendammen bör dimensioneras med en volym som klarar av att ta emot det dagvatten som tillkommer utanför dagvattenutrednings område samt hantera eventuella nybyggnationer. Dagvattendammen kan konstrueras med ett så kallat våtmarkssteg (grundområde) och djupare partier för sedimentation (se principförslag bilaga 14)

Det dagvatten som leds norrut mot vintercampingen kommer i sin helhet att fördröjas i de makamdiken som föreslås, vilket leder till att vi inte får ett ökat flöde i dikes-/bäcksystemet i jämförelse med nuläget.

Avskärande dike - befintlig bebyggelse söder

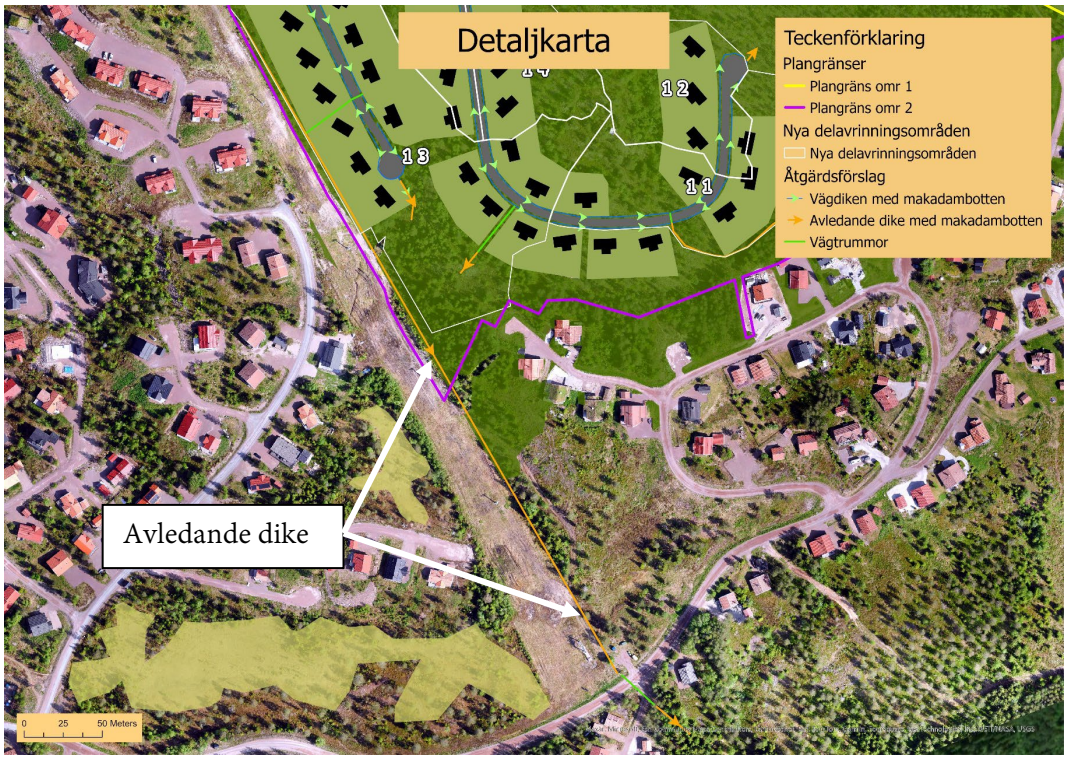
Befintlig bebyggelse söder om detaljområde 2 kommer att få en minskad tillrinning av ytvatten tack vare två vägdiken som skär av vattnets väg ner mot fastigheterna. Vattnet i dikena leds bort från fastigheterna mot Råtjärn (se Figur 20). Det vatten som tidigare runnit ner mot fastigheterna i söder kommer till stor del att avledas mot annan mark. Det innebär en avsevärd mindre mängd av vatten som kommer att nå dessa fastigheter i framtiden jämfört med nuläget.



Figur 20. Detaljkarta över södra delen av delområde 2 med de berörda fastigheterna i söder ut markerade (se orange polygon) (Se bilaga 18 i A3-format).

Avskärande dike – väster

I väster med längs med kanten av nedfarten/liftgata anläggs ett avskärande dike som avleder vattnet söderut från delområde 2. Genom anläggandet av diket kommer befintlig bebyggelse väster om nedfarten att få mindre vatten i framtiden jämfört med nuläget (se Figur 21).



Figur 21. Detaljkarta över avledande dike som förläggs längst med befintlig nedfart. Diket avleder vatten främst från delavrinningsområde 13. (Se bilaga 19 i A3-format).

7 Bilagor

1) Tabell med marktyper, area och avrinningskoefficienter (befintliga förhållanden)
2) Tabell med marktyper, area och avrinningskoefficienter (framtida scenario)
3) Översiktskarta - Delområde 1 och 2
4) Översiktskarta - Avrinningsområden
5) Översiktskarta - Delavrinningsområden
6) Översiktskarta – Rinnstråk
7) Detaljkarta – Delområde 1 – Rinnstråk
8) Detaljkarta – Delområde 2 – Rinnstråk
9) Översiktskarta – Lågpunkter
10) Översiktskarta – Befintliga marktyper
11) Översiktskarta – Framtida scenario
12) Översiktskarta – Nya delavrinningsområden
13) Översiktskarta – Åtgärdsförslag för fördröjning av dagvatten
14) Ritning – Dagvattendamm
15) Detaljkarta – Åtgärdsförslag – Delområde 1 (norr)
16) Detaljkarta – Åtgärdsförslag – Delområde 1 (söder)
17) Detaljkarta – Åtgärdsförslag – Delområde 2
18) Detaljkarta – Åtgärdsförslag – Delområde 2 (dike söder)
19) Detaljkarta – Åtgärdsförslag – Delområde 2 (dike väster)
20) Skyfallskarteringar i Orsa kommun, Sweco Sverige AB, 2024-04-16.

		Delavrinningsområden - Befintliga förhållanden																					
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area	Reducerad area	Area	Reducerad area
Skogsmark	0,1	0,345	0,034	1,925	0,192	2,829	0,283	0,892	0,089	0,402	0,040	1,054	0,105	0,691	0,069	0,762	0,076	0,778	0,078	1,507	0,151	15,426	1,543	1,479	0,148
Myrmark	0,1											3,487	0,349							0,007	0,001	4,028	0,403		
Pist	0,2	0,187	0,037	0,251	0,050			0,105	0,021	0,027	0,005	0,002	0,000			0,002	0,000								
Väg (grus)	0,4					0,010	0,004	0,000	0,000	0,042	0,017	0,019	0,008	0,033	0,013	0,024	0,010	0,002	0,001	0,102	0,041	0,752	0,301	0,014	0,006
Väg (asfalt)	0,8	0,040	0,032			0,060	0,048																		
Takytor	0,9	0,000	0,000			0,002	0,002			0,030	0,027	0,025	0,022	0,008	0,007	0,052	0,047	0,003	0,003	0,001	0,001	0,242	0,217	0,039	0,035
Grusad yta	0,2					0,016	0,003			0,021	0,004	0,025	0,005	0,075	0,015	0,131	0,026	0,004	0,001			0,034	0,007	0,044	0,009
Summa:		0,571	0,104	2,176	0,243	2,917	0,340	0,998	0,110	0,522	0,093	4,612	0,489	0,808	0,105	0,971	0,159	0,787	0,082	1,617	0,193	20,481	2,470	1,577	0,198
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,182		0,112		0,117		0,111		0,179		0,106		0,130		0,164		0,104		0,119		0,121		0,125	

		Delavrinningsområden - Befintliga förhållanden																					
		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area	Reducerad area	Area	Reducerad area
Skogsmark	0,1	1,771	0,177	0,144	0,014	0,153	0,015	0,635	0,063	0,127	0,013	3,543	0,354	0,174	0,017	1,118	0,112	0,123	0,012	0,196	0,020	0,256	0,026	0,188	0,019
Myrmark	0,1																								
Pist	0,2																								
Väg (grus)	0,4	0,003	0,001									0,002	0,001												
Väg (asfalt)	0,8																								
Takytor	0,9	0,028	0,025																						
Grusad yta	0,2	0,008	0,002																						
Summa:		1,809	0,205	0,144	0,014	0,153	0,015	0,635	0,063	0,127	0,013	3,546	0,355	0,174	0,017	1,118	0,112	0,123	0,012	0,196	0,020	0,256	0,026	0,188	0,019
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,113		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100		0,100	

		Delavrinningsområden - Befintliga förhållanden					
		25		26		27	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area
Skogsmark	0,1	0,970	0,097	0,956	0,096	6,616	0,662
Myrmark	0,1					0,551	0,055
Pist	0,2						
Väg (grus)	0,4						
Väg (asfalt)	0,8						
Takytor	0,9						
Grusad yta	0,2						
Summa:		0,970	0,097	0,956	0,096	7,167	0,717
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,100		0,100		0,100	

		Delavrinningsområden - Framtida scenario																					
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area	Reducerad area	Area	Reducerad area
Skogsmark	0,1	0,270	0,027	0,447	0,045	1,849	0,185	0,638	0,064	0,374	0,037	0,572	0,057	0,531	0,053	0,530	0,053	0,702	0,070	1,486	0,149	11,962	1,196	1,479	0,148
Myrmark	0,1											3,487	0,349							0,007	0,001	3,990	0,399		
Pist	0,2	0,187	0,037	0,251	0,050			0,105	0,021	0,027	0,005	0,002	0,000			0,002	0,000								
Väg (grus)	0,4			0,126	0,050	0,227	0,091	0,020	0,008	0,042	0,017	0,061	0,024	0,052	0,021	0,044	0,018	0,008	0,003	0,129	0,052	1,570	0,628	0,014	0,006
Väg (asfalt)	0,8	0,040	0,032			0,060	0,048																		
Takytor	0,9	0,012	0,011	0,170	0,153	0,100	0,090	0,030	0,027	0,032	0,029	0,091	0,082	0,023	0,021	0,080	0,072	0,011	0,010	0,001	0,001	0,570	0,513	0,039	0,035
Grusad yta	0,2	0,062	0,012	1,181	0,236	0,681	0,136	0,204	0,041	0,026	0,005	0,403	0,081	0,201	0,040	0,314	0,063	0,067	0,013			2,391	0,478	0,044	0,009
Summa:		0,571	0,119	2,176	0,535	2,917	0,550	0,998	0,161	0,501	0,094	4,615	0,593	0,808	0,135	0,971	0,206	0,787	0,096	1,623	0,202	20,484	3,215	1,577	0,198
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,209		0,246		0,188		0,161		0,187		0,129		0,167		0,212		0,122		0,124		0,157		0,125	

		Delavrinningsområden - Framtida scenario																					
		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area	Reducerad area	Area	Reducerad area
Skogsmark	0,1	1,686	0,169	0,075	0,007	0,098	0,010	0,359	0,036	0,087	0,009	1,274	0,127	0,074	0,007	0,602	0,060	0,080	0,008	0,048	0,005	0,151	0,015	0,099	0,010
Myrmark	0,1																								
Pist	0,2																								
Väg (grus)	0,4	0,037	0,015	0,003	0,001	0,004	0,002	0,032	0,013	0,004	0,002	0,188	0,075	0,017	0,007	0,100	0,040	0,018	0,007	0,015	0,006	0,014	0,005	0,015	0,006
Väg (asfalt)	0,8																								
Takytor	0,9	0,034	0,030	0,012	0,011	0,006	0,005	0,022	0,020			0,270	0,243	0,010	0,009	0,049	0,044	0,005	0,005	0,021	0,019	0,004	0,003	0,009	0,008
Grusad yta	0,2	0,052	0,010	0,054	0,011	0,046	0,009	0,222	0,044	0,036	0,007	1,814	0,363	0,072	0,014	0,366	0,073	0,035	0,007	0,111	0,022	0,088	0,018	0,064	0,013
Summa:		1,809	0,224	0,144	0,030	0,153	0,026	0,635	0,113	0,127	0,018	3,546	0,808	0,174	0,038	1,118	0,218	0,139	0,027	0,196	0,052	0,256	0,041	0,188	0,037
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,124		0,208		0,167		0,178		0,138		0,228		0,219		0,195		0,193		0,268		0,162		0,198	

		Delavrinningsområden - Framtida scenario					
		25		26		27	
Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area	Area (ha)	Reducerad area
Skogsmark	0,1	0,697	0,070	0,770	0,077	6,112	0,611
Myrmark	0,1					0,551	0,055
Pist	0,2						
Väg (grus)	0,4	0,054	0,022	0,045	0,018	0,244	0,098
Väg (asfalt)	0,8						
Takytor	0,9	0,027158	0,024	0,020	0,018	0,040	0,036
Grusad yta	0,2	0,192	0,038	0,121	0,024	0,220	0,044
Summa:		0,970	0,154	0,956	0,137	7,167	0,844
Sammanvägd avrinningskoefficient (ekv. 4.6, Svenskt Vatten P110)):		0,159		0,143		0,118	

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Avrinningsområden

- 1
- 2
- 3
- 4

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag

- Vattendrag

Befintliga avrinningsområden

- Befintliga avrinningsområden

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag

- Vattendrag

Rinnstråk

- Rinnstråk

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Maxar

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Rinnstråk

- Rinnstråk

Vattendrag

- Vattendrag

0 45 90 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Maxar

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Rinnstråk

- Rinnstråk

Vattendrag

- Vattendrag

0 30 60 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, FourSquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Lågpunkter

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag

- Vattendrag

Befintliga marktyper

- Naturmark
- Nedfart
- Grusvägar
- Takytor
- Asfalterade vägar
- Våtmarker

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser
- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag
- Vattendrag

Nya delavrinningsområden
- Nya delavrinningsområden

Marktyper, framtida scenario
- Takytor
- Grusvägar
- Tomtmark
- Naturmark
- Våtmark

10
8
9
15
3
2
4
14
12
13
11
7
5
1
6

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser
- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag
- Vattendrag

Nya delavrinningsområden
- Nya delavrinningsområden

Marktyper, framtida scenario
- Takytor
- Grusvägar
- Tomtmark
- Naturmark
- Våtmark

10
8
9
15
3
2
4
14
12
13
11
7
5
1
6

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Översiktskarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Vattendrag

- Vattendrag

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

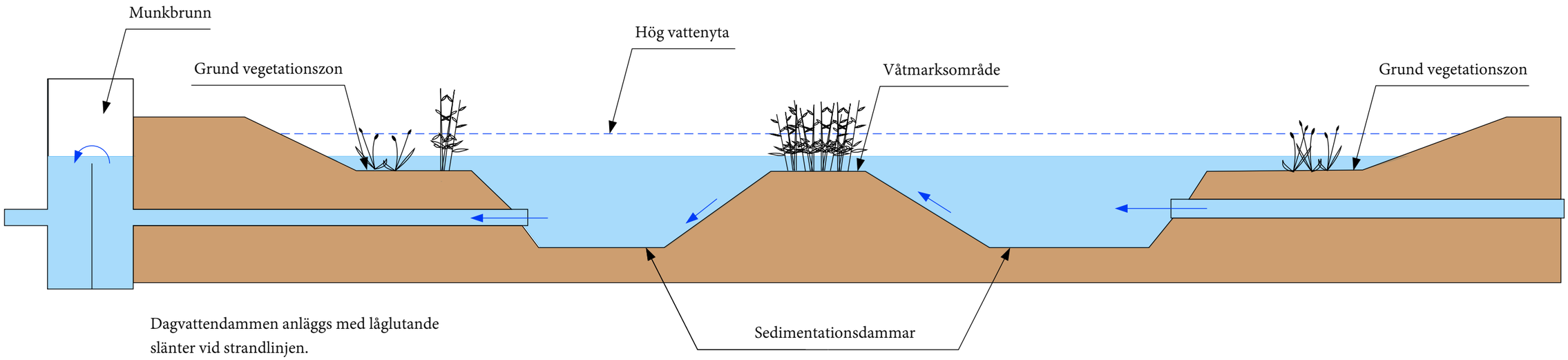
Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor
- Dagvattendamm

10
8
9
15
14
12
2
3
4
13
11
7
5
1
6

0 100 200 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar



Dagvattendammen anläggs med låglutande slänter vid strandlinjen.

HAGSTRÖMS VATTENVÅRD & MILJÖRÄTT AB

Dagvattendamm		DATUM 2023-12-15
Ritning - Längdsektion		ANSVARIG MH
RITAD AV Gustaf Gagge Lif	Beställare	RITNINGSNR 1A-001
		A3

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor

10

8

9

3

2

4

1

0 25 50 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor

1
2
3
4
5
6
7
8
9

0 25 50 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor
- Dagvattendamm

16
15
14
13
12
11

0 25 50 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäterlet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Maxar

Detaljkarta

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor

15
14
12
11
13

0 15 30 Meters

Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Maxar

Detaljkarta

1 3

2

Teckenförklaring

Plangränser

- Plangräns omr 1
- Plangräns omr 2

Nya delavrinningsområden

- Nya delavrinningsområden

Åtgärdsförslag

- Befintliga diken
- Avledande dike med makadambotten
- Vägdiken med makadambotten
- Vägtrummor

0 20 40 Meters

Maxar, Microsoft, Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

Skyfallskarteringar i Orsa kommun



SWECO

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2024-04-16	Preliminärhandling	2024-04-06	Jack Pickering

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849		
Uppdrag	Orsa Kommun Skyfallskartering		
Uppdragsnummer	30071543		
Kund	Orsa kommun		
Upprättad av	Marie Larsson Disa Barkefors Joe Stobart	**Godkänd av**	Jack Pickering
Datum	2024-04-16		
Ver	1		
Dokumentreferens	Rapport Skyfallskarteringar Orsa.docx		

Innehållsförteckning

1 Inledning 5
1.1 Underlag 6
1.2 Val av mjukvara 6

2 Metodbeskrivning 8
2.1 Modellavgränsning 8
2.2 Höjddata 9
2.3 Markytans strömningsmotstånd 9
2.4 Infiltration 10
2.5 Regn 12
2.6 Randvillkor 13
2.7 Dagvattensystem 13

3 Resultat 16
4 Begränsningar och antaganden 17
5 Rekommendationer 20
6 Leveransförteckning 21
6.1 Namnkonvention 21
6.2 GIS-filer 21
6.3 Dynamiska modellresultat (.xmdf) 22

7 Referenser 24

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Orsa kommun genomfört skyfallskarteringar av områdena Orsa tätort, Grönklitt- Fryksås samt Skattungbyn. Karteringarna har genomförts som en detaljerad analys enligt MSB:s vägledning för skyfallskarteringar av tätorter[1]. Skyfallskarteringarna har genomförts för tre olika nederbördshändelser: 100-årsregn i dagens klimat, 100-årsregn i framtida klimat år 2100 och 500-årsregn i framtida klimat år 2100 enligt klimatscenario RCP 8,5.

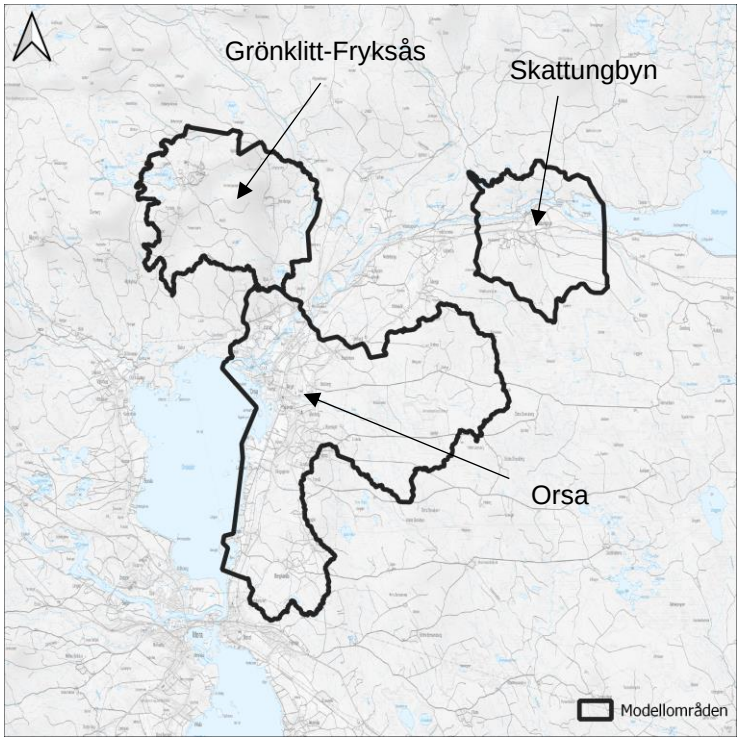
I föreliggande rapport redovisas metod, vilka underlag som legat till grund för skyfallskarteringarna samt innehåll i leverans av modell- och resultatfiler. Slutligen beskrivs även begränsningar i metoden och som bör beaktas vid användande av resultaten av skyfallskarteringarna.

[1] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2023. *Vägledning: Metod för skyfallskartering av tätorter*. ISBN 978-91-7927-435-1.

1 Inledning

Sweco har på uppdrag av Orsa kommun genomfört skyfallskarteringar av områdena Orsa tätort, Grönklitt- Fryksås samt Skattungbyn (se Figur 1). Karteringarna har genomförts som en detaljerad analys enligt MSB:s vägledning för skyfallskarteringar av tätorter[2]. Skyfallskarteringarna har genomförts för tre olika nederbördshändelser: 100-årsregn i dagens klimat, 100-årsregn i framtida klimat år 2100 och 500-årsregn i framtida klimat år 2100 enligt klimatscenario RCP 8,5.

Syftet med skyfallskarteringen är att visa vilka områden som riskerar att översvämmas vid extrema regn när markens infiltrationsförmåga och dagvattensystemets kapacitet inte räcker till. Skyfallskarteringen kommer bland annat att utgöra ett stöd för fortsatta riskanalyser, planering av åtgärder för att skydda människors liv och hälsa, samhällsviktig verksamhet och känslig infrastruktur samt för fortsatt utredning av åtgärdsbehov enligt vattentjänstplan.



Figur 1. Avgränsning av modellområden.

[2] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2023. *Vägledning: Metod för skyfallskartering av tätorter*. ISBN 978-91-7927-435-1.

1.1 Underlag

I följande Tabell 1 listas de underlag som ligger till grund för skyfallskarteringarna.

Tabell 1 Underlag för skyfallskarteringar

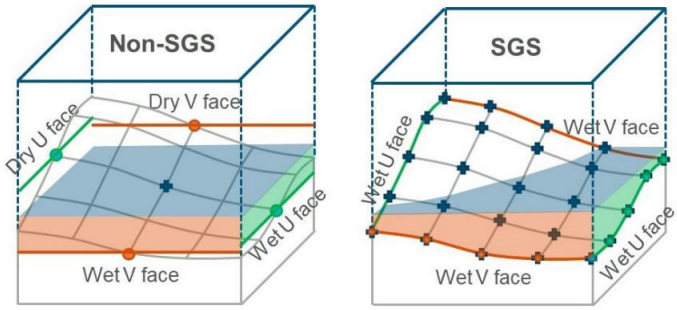
Underlag	Beskrivning	Källa	Version
Höjddata	Lantmäteriets Markhöjdmodell grid1+	Scalgo Live	Nedladdad 2024-03-08 Datum för flygscanning: 2020-07-22 - 2020-09-13
Detaljerad markanvändning	Lantmäteriets Topografi 10 Vektor	Orsa kommun	Underlag tillhandahållen 2024-03-11
Markanvändning-Hårdgjorda ytor	Scalgo Land Cover, 1x1 m	Scalgo Live	Nedladdad 2024-03-08
Dagvattenbrunnar	Shape-fil med punkter för dagvattenbrunnar och intag	NODAVA	Underlag tillhandahållen 2024-03-08
Jordarter	SGU:s jordartskarta skala 1:25 000.- 1:100 000	Scalgo Live	Nedladdad 2024-03-08

1.2 Val av mjukvara

TUFLOW är den hydrodynamiska mjukvara som har använts i detta projekt. TUFLOW kan användas för både detaljerad 2D-ytmodellering och 1D-modellering av ledningsnät och öppna kanaler.

2D-modellen är uppbyggd av topografiska höjddata, ytans råhet för olika markanvändningar, jordarters infiltrationsförmåga och markytors ogenomtränglighet. Randvillkor för 2D-ytmodellen inkluderar ett regn som har applicerats över hela modellytan och nedströms randvillkor som tillåter att vatten lämnar modellområdet.

Beräkningsnätet i TUFLOW är uppbyggt av ett fast rutnät. En funktion i TUFLOW som kallas ”Sub-Grid Sampling”, eller ”SGS", används för att kunna nyttja en högre detaljeringsgrad i modellen än vad som annars skulle begränsas av det fasta rutnätet. Med SGS-funktionen ges möjlighet till att addera beräkningspunkter inom varje beräkningselement, vilket tillåter användning av ett grövre rutnät med högre effektivitet samtidigt som det ger en noggrannheten av en lägre upplösning, i Orsas modeller på 1x1 meter. En schematisk förklaring av SGS visas i Figur 2.



Figur 2. Den traditionella metoden av fast rutnätsmodellering illustreras i den vänstra bilden där en fast höjd per cell används. Metoden för ”SGS” illustreras i den högra bilden där punkter inom cellen har valts ut och tilldelats olika höjder. Bildkälla: TUFLOW.com

2 Metodbeskrivning

Detta kapitel innehåller en detaljerad teknisk beskrivning av använd metod för modelluppbyggnad i Orsa kommun. Kapitlet riktar sig till användare av de framtagna skyfallsmodellerna.

Projektet omfattar tre separata delmodeller baserat på avgränsning av avrinningsområden. Modellerna inkluderar alla bidragande avrinningsområden till de utpekade intresseområdena beskrivna i projektplanen. Modellområdena visas i kapitel 2.1.

Samtliga delmodeller har samma modelluppbyggnadsprocess och därför utgår metodbeskrivningen från en modell som ett exempel för att beskriva processen. I modellen över Orsa tätort har dagvattenledningsnät beaktats genom att modellen dräneras vid dagvattenintag. Detta beskrivs närmare i kapitel 2.7.

2.1 Modellavgränsning

De tre modellerna har byggts upp så att de inkluderar tätorterna som visas i Figur 1. Utifrån avrinningsområdenas avgränsning har modellytor skapats som täcker alla utvalda tätorter, vilket också illustreras i Figur 1.

Varje modell har ett kvadratiskt beräkningsnät med en upplösning på 4x4 meter och TUFLOW:s Sub-Grid Sampling har använts för samtliga modeller för att få en noggrannhet på 1x1 meter.

Modellområden har avgränsats utifrån gruppering av topografiska avrinningsområden som bidrar med avrinning till de utvalda tätorterna. Tabell 1 beskriver den ungefärliga arean som varje modell täcker samt de förkortade referensnamnen som används för modellerna.

Tabell 1. Referensnamn och area för modeller

Tätorter	Referensnamn	Ungefärlig modellarea (km^2)
Orsa	ORSA	121
Grönklitt-Fryksås	GRON	53
Skattungbyn	SKATT	38

2.2 Höjddata

Modellerna använder Lantmäteriets höjddata *Markhöjdmodell grid1+* som har laddats ned från Scalgo (hämtat mars 2024) med en upplösning på 1x1 meter. Höjdmodellens insamlingsdatum, det vill säga datum för flygburen laserskanning, genomfördes under sensommaren 2020. Större broar och tunnlar är generellt borttagna ur denna datamängd. Markhöjdmodellen inkluderar inte en representation av byggnader, varför dessa har höjts upp genom bearbetning i GIS. För vardera byggnadsyta söks den högsta marknivån inom ytan ut. Därefter adderas ett värde på +2 meter till den maximala marknivån inom varje byggnadspolygon, för att på så vis höja byggnadsytorna med 2 meter över omkringliggande marknivå. Med denna metod erhålls horisontella takytor.

2.3 Markytans strömningsmotstånd

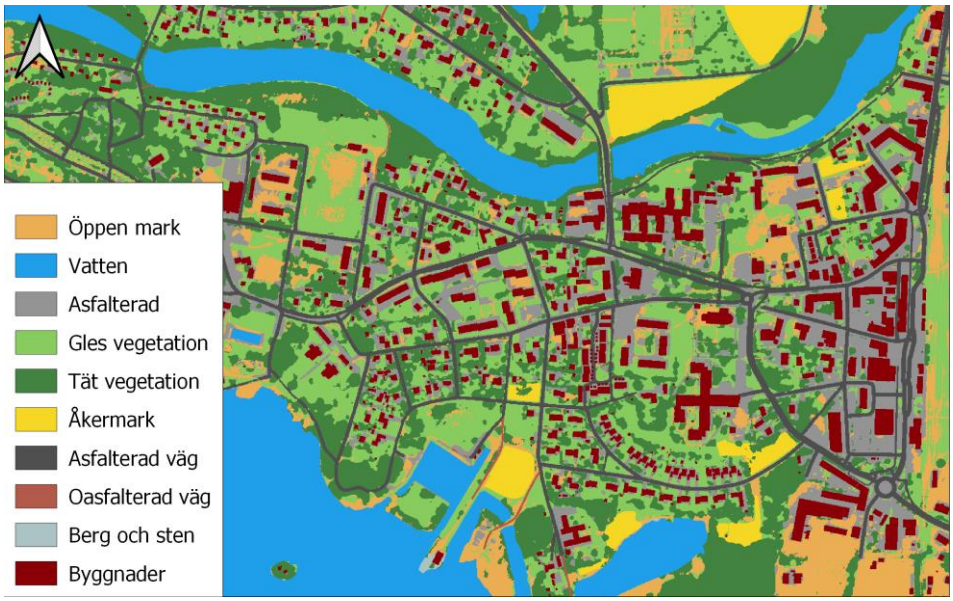
Markytans strömningsmotstånd beskrivs med Mannings skrovlighetskoefficient *n* för olika markanvändningar. De markanvändningar som representeras i modellen framgår av Tabell 2. Använda värden är härledda från Chow 1959 (V. Philips & Tadayon, 2006).

För beskrivning av markanvändningen används underlag från Lantmäteriets Topografi 10 samt Scalgo:s analys av hårdgjorda ytor (hämtat mars 2024). Ett exempel visas i Figur 3.

Tabell 2. Modellens beskrivning av markytans strömningsmotstånd, uttryckt i Mannings tal för olika markanvändningar.

Markanvändning	Mannings tal n ($s/m^{1/3}$)	Mannings tal M ($m^{1/3}/s$)
Öppen mark	0.035	30
Vatten	0.014	70
Asfalterad yta *	0.014	70
Gles vegetation	0.05	20
Tät vegetation	0.2	5
Åkermark	0.05	20
Asfalterad väg *	0.014	70
Oasfalterad väg	0.05	20
Berg och sten	0.033	30
Byggnader *	0.016	60

**Markanvändning för asfalterade ytor och byggnader är 100% ogenomsläppliga.*



Figur 3. Exempel på klassning av markanvändning.

2.4 Infiltration

För att beakta markens infiltrationsförmåga har ”Green-Ampt” metoden använts. Metoden finns tillgänglig som en inbyggd infiltrationsmodell i TUFLOW. Green-Ampt metoden innebär att infiltrationshastighet varierar över tid baserat på jordens hydrauliska konduktivitet, kapillaritet, porositet och initiala fukthalt. Platser med hårdgjorda ytor, som vägar och byggnader, är representerade som helt ogenomsläppliga. Oavsett vilken jordtyp som finns under de ogenomsläppliga ytorna så medförs således ingen infiltration. Vilka ytor som har klassats som genomsläppliga beskrivs i föregående kapitel 2.3.

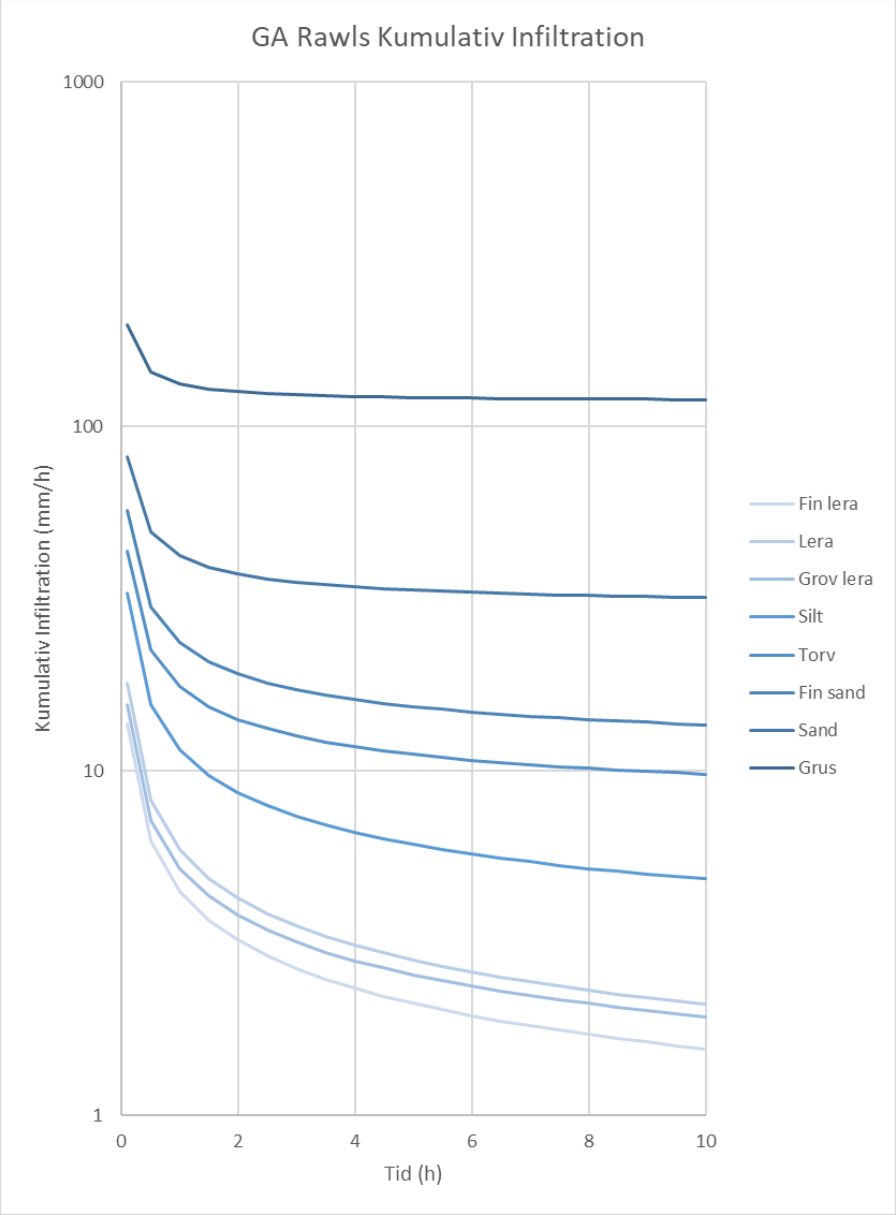
SGU:s jordartskarta (se kapitel 1.1) har använts för att representera olika jordarter. Jordarterna är indelade i kategorier enligt Tabell 3, där jordartens hydrauliska egenskap är härledd från Rawls et al (Rawls, Brakesiek, & Miller, 1983).

Tabell 3. Markens infiltrationsförmåga för olika jordartskategorier.

Jordartstyp	Kapillärsugning (mm)	Hydraulisk konduktivitet (mm/h)	Porositet (decimal %)	Initial fuktkvot (%)
Berggrund		*Ingen infiltration*		
Fin lera	316.3	0.3	0.385	0
Lera	292.2	0.5	0.423	0
Grov lera	239	0.6	0.321	0
Silt	166.8	3.4	0.486	0
Torv	88.9	7.6	0.434	0
Fin sand	110.1	10.9	0.412	0
Sand	61.3	29.9	0.401	0

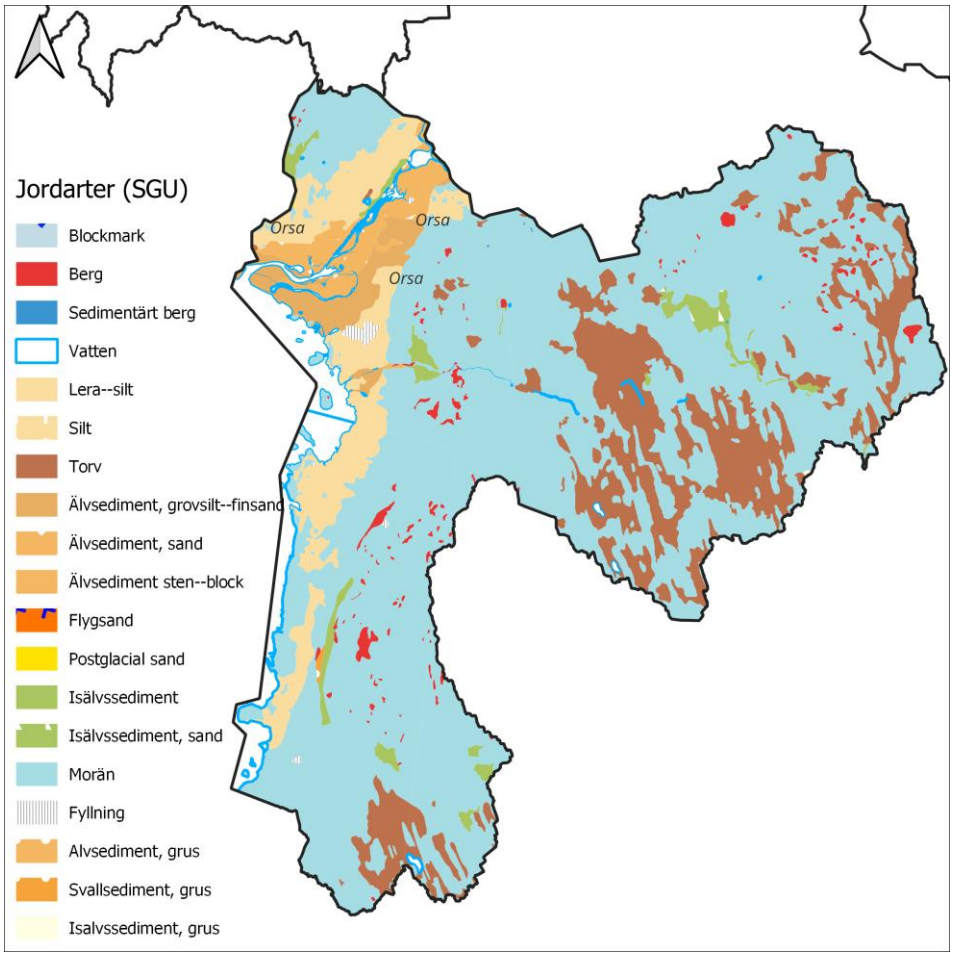
Grus	49.5	117.8	0.417	0

Grafen i Figur 4 visar en uppskattning, utifrån Green-Ampt ekvationen, av hur infiltrationskapaciteten varierar över tid för varje jordartstyp.



Figur 4. Graf som visar hur infiltrationskapaciteten i olika jordarter varierar över tid enligt Green-Ampt-metoden.

Figur 5 visar jordartstyperna enligt underlag från SGU inom modellområdet över Orsa.



Figur 5. Kartering av jordarter inom avrinningsområdet för Orsa (SGU).

2.5 Regn

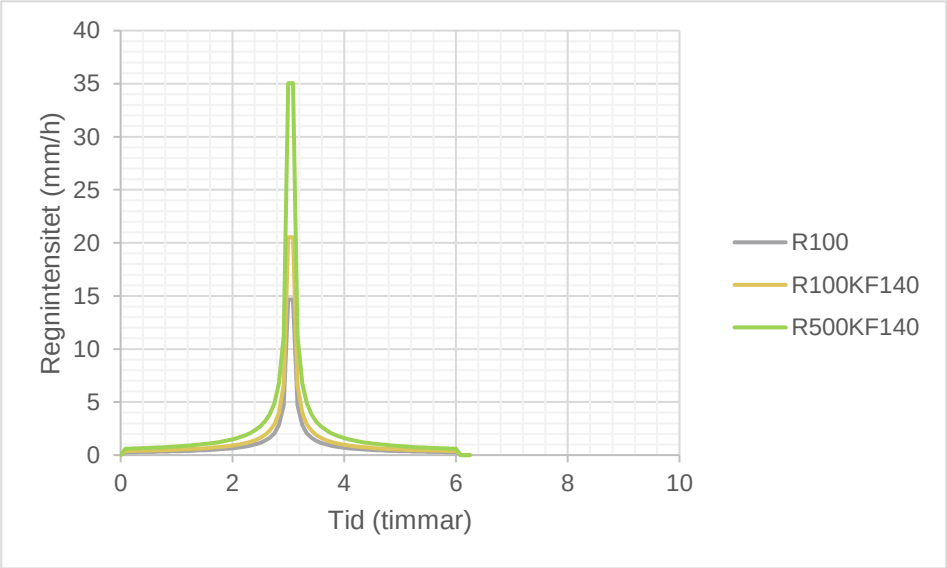
Regnbelastningen har applicerats över hela modellområdet i form av ett så kallat CDS-regn, vilket är ett symmetriskt modellregn som består av flera olika blockregn med varierande intensitet och varaktighet för en given återkomsttid. En varaktighet på 6 timmar har använts.

Följande återkomsttider har studerats:

- 100-årsregn, i dagens klimat
- 100-årsregn, år 2100 (klimatfaktor 1,4 enligt RCP 8,5)
- 500-årsregn, år 2100 (klimatfaktor 1,4 enligt RCP 8,5)

Typ av regnhändelse indikeras av benämningen ”R” och vald klimatfaktor ”KF”. Ett regn med 100-års återkomsttid och en klimatfaktor på 1,4 tilldelas alltså namnet: R100KF140.

Fördelningen för samtliga regnhändelser visas i nederbördsgrafen nedan, simulationstiden för samtliga modeller är 10 timmar. Efter 6 timmars varaktighet finns det således en 4 timmar lång period utan regn vilket tillåter att vatten dräneras genom avrinningsområdet.



Figur 6. Regnserier som har använts vid skyfallskarteringar.

2.6 Randvillkor

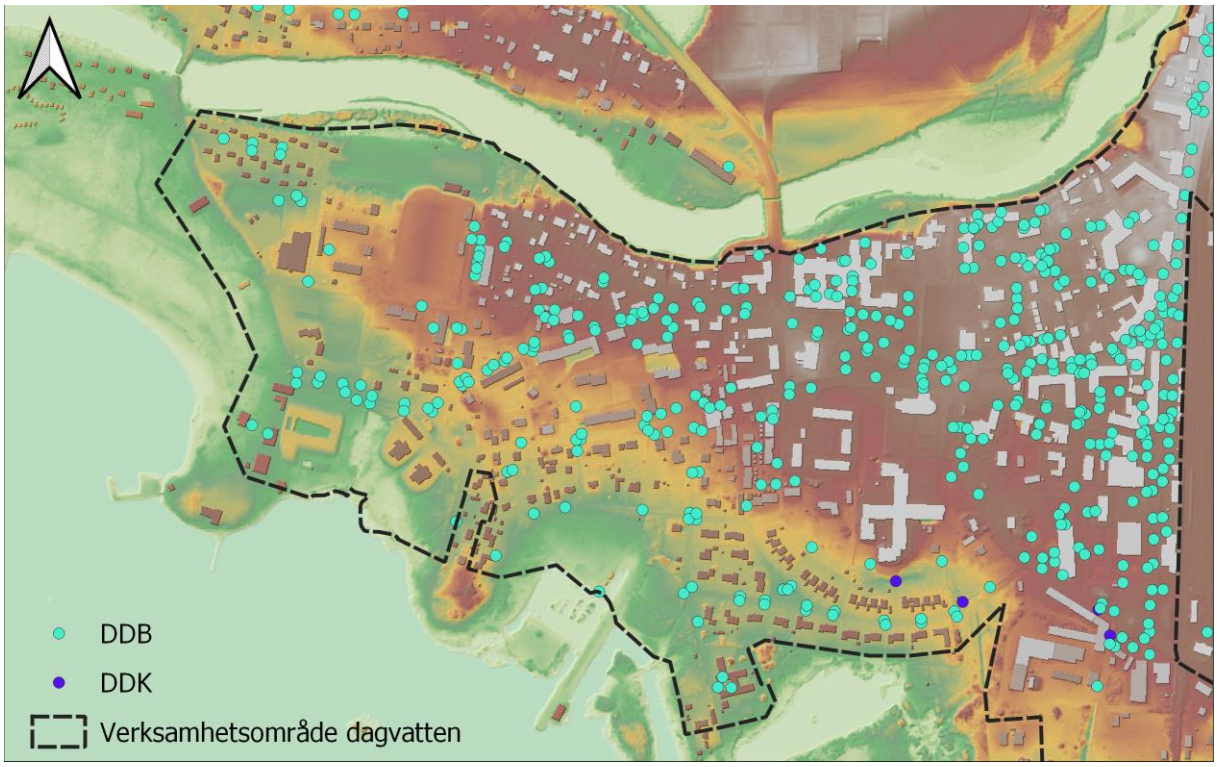
Där ytvatten förutsätts lämna modellområdet har ett randvillkor med vattennivå-flödesrelation (HQ) använts. Detta tillåter att vatten lämnar modellen baserat på Mannings ekvation.

För Orsasjön har randvillkor för vattennivå (HT) använts. Vattennivån har satts till +160. Vilken händelse denna nivå motsvarar är inte känt. Nivån har valts så att den är tillräckligt låg för att modellen ska hålla nere vattennivån i sjön så att vatten kan tömmas ut ur modellen.

2.7 Dagvattensystem

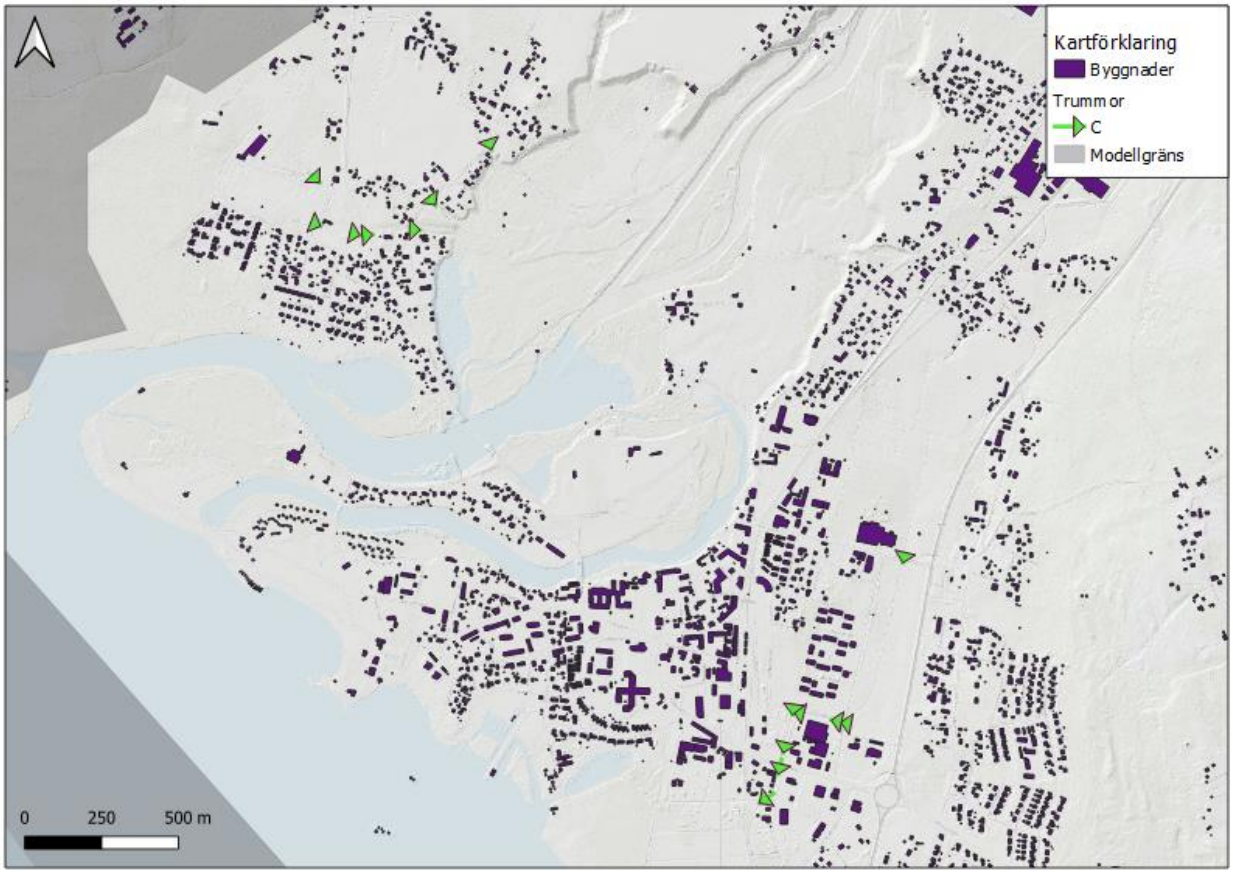
I modellområdet för Orsa har dagvattensystemet beaktats vilket beskrivs närmare nedan. I de två modellerna över Grönklitt-Fryksås respektive Skattungbyn finns inget allmänt dagvattensystem utbyggt. Kännedom om vägtrummor och kulvertar (placering, dimensioner och vattengångar) är begränsad varför inget avdrag har gjorts i dessa modellområden.

För modellen som omfattar Orsa har ledningsnätets funktion vid skyfall beaktats genom att dagvattenbrunnar fungerar som utlopp från ytmodellen. Det innebär att i varje punkt dit vatten når dräneras det ut ur modellen. Varje brunns intagskapacitet styrs av ett djup-flödeförhållande. Ett maxflöde har tillämpats på 10 l/s per punkt.



Figur 7. I figuren visas intagspunkter till dagvattenledningsnät (DDB = Dagvattenbrunn, DDK = Kupolbrunn) samt verksamhetsområde för dagvatten. I utpekade punkter dräneras vatten ut ur modellen.

I modellen har även ett antal vägtrummor adderats, se Figur 9. Dessa lades in i modellen efter ett avstämningsmöte med Orsa kommun 2024-03-27 då preliminära resultat presenterades. Trummorna beskrivs med dimensioner som erhållits av Orsa kommun. Trummornas placering har tolkats av Sweco utifrån höjddata, som också ligger till grund för trummornas vattengångar.



Figur 8. Placering av trummor.

3 Resultat

Till varje modell levereras samma serie av statistiska resultat i form av gis-kompatibelt rasterrutnät samt dynamiska resultat som kan animeras och analyseras exempelvis i programvaror såsom QGIS och SCALGO Live.

De dynamiska resultaten ges över hela modellområdet men i ett lägre intervall (30 minuter) till följd av storleksbegränsningar i GIS. Därför har mindre områden som refereras till som ”outputzoner” genererats inom samtliga modeller där zonerna täcker tätortsområdena med ett högre outputintervall (5 minuter).

Rasterresultat (.tif-filer):

- Vattendjup
- Vattennivå
- Hastigheter
- Flöden
- Flödesvektorer (pilar som anger flödets riktning och maximala hastighet)
- Områden med risk för fara för människor enligt DEFRA:s metod (DEFRA, 2006)
- Varaktighet för vattendjup

Dynamiska resultat (.xmdf-filer):

- Vattendjup
- Hastighet
- Vattennivå
- Flöden

Utöver ovanstående resultat levereras modell- och resultatfiler i original samt föreliggande rapport innehållande en modellteknisk beskrivning.

Levererade resultat är endast giltiga för utredningens syfte, det vill säga kartering av skyfall på en kommunövergripande nivå. För andra användningsområden krävs bedömningar för om skyfallskarteringarna kommer att kunna användas eller ej eller om det krävs mer detaljerade studier för att svara på specifika frågeställningar. Se även följande kapitel om osäkerheter i underlag, modelluppbyggnad och resultat.

4 Begränsningar och antaganden

Hur väl en modell kan representera verkligheten begränsas av kvaliteten på det underlag och de antaganden som ligger till grund för modelluppbyggnaden. Även begränsningar i själva programvaran kan påverka tillförlitligheten. Ett antal begräsningar och antaganden existerar även i denna utredning och dessa listas och beskrivs nedan. Det ska påpekas att bästa tillgängliga teknik och data har använts för att ge tillförlitlighet i levererade resultat.

Höjddata

- Trots att högsta upplösning (1x1m) och senaste tillgängliga höjddata har använts finns det alltid en risk att betydelsefulla hydrauliska strukturer missas. Exempel på sådana strukturer är kantstenar, bullervallar, farthinder etc.
- I höjdmodellen har korrigeringar endast genomförts för upphöjning av byggnader. Exempelvis har inga justeringar genomförts längsmed flödesvägar eller med avseende på att sänka ned underfarter.

Dagvattenhantering

- Där modellering har skett utan hänsyn till ledningsnät kan det förekomma fördämningar i skyfallsmodelleringen. Exempel på sådana platser är där det i verkligheten finns vägtrummor eller kulvertar. Det sker då en större andel fördröjning i avrinningsområdet vilket medför en risk att i nedströms områden underskatta tillrinningen och därmed översvämningsrisken. Att inte öppna passager kan liknas vid en situation när alla trummor, kulvertar och dylikt är igensatta. Önskas en högre tillförlitlighet i resultaten rekommenderas att vägtrummor beskrivs.
- Med vald modelleringsmetodik för tätorter där vatten dräneras vid punkter på ledningsnätet, tas hänsyn till att en del av avrinningen kommer att avledas via underjordiska dagvattensystem. Metoden kan dock inte beskriva funktionen i ledningssystemet och dynamiken som sker i utbytet mellan markyta och dagvattensystem. Om de framtagna modellerna framledes kompletteras med en ledningsnätsmodell fås en mer trovärdig beskrivning av t.ex. tömningen av lågpunkter och översvämningar som sker från ledningsnät till markyta.
- Ledningsnätet och motsvarande ytinlopp antas vara fria från hinder baserat på tillgängliga data.

Nederbördsstatistik

- I genomförda modellberäkningar har nederbörd i form av CDS-regn med 6 timmars varaktighet studerats. I urbana områden är det ofta kraftig korttidsnederbörd som medför störst risk för översvämning. När avrinningsområdet består av naturmark kan långvariga regn istället bli dimensionerande.
- Den skyfallsstatistik som har använts baseras på Dahlströms formel från 2010 (Svenskt Vatten, 2016). Dahlströms formel för 2010 är den som i dagsläget vanligen används för dimensionering av VA-system. Formeln anges vara giltig för återkomsttider upp till 10 år. Ju större regnhändelser som studeras därutöver, desto mer osäker är regnstatistiken. I ett gemensamt PM har SMHI och branchorganisationen Svenskt Vatten jämfört olika nederbördsstatistik som visar att för ett 100-årsregn ger Dahlström 2010 betydligt större nederbördsvolymer än sammanställd statistik för region Mellan som Orsa ingår i (SMHI; Svenskt Vatten, 2020). För genomförda karteringar i Orsa innebär det att resultaten kan anses ligga i överkant.

Vattendrag

- I höjdmodellen som använts i modellerna är inte botten på sjöar och vattendrag (s.k. batymetri) korrekt beskrivna. Nivåerna har antagits motsvara en normalnivå för samtliga vattendrag och sjöar. Utöver detta så har ett antal strukturer längs vattendrag inte modellerats till följd av att underlag för dessa saknas då strukturerna inte funnits inmätta. Redovisade resultat längsmed sjöar och vattendrag ska således betraktas som osäkra.
- Beträffande vattendrag bedöms översvämning till följd av höga flöden som uppstår vid långvariga regn, generellt medföra större konsekvenser än vid skyfall med samma återkomsttider, men detta beror på storleken på vattendraget. Det beror på att ”dimensionerande” skyfall i urbana områden är korta och intensiva, jämfört med de långvariga regn och andra hydrologiska faktorer som ofta är dimensionerande flöden i vattendrag. Vill man vara säker på vattendragens funktion för skyfallsavledningen rekommenderas att en mer detaljerad beskrivning av vattendragen görs.

Infiltrationskapacitet

- Initiala mättnadsgraden i marken är antagen. Förändringar i jordens initiala fuktkvot kan ha en stor påverkan på infiltrationsegenskaper vid en regnhändelse.
- SGU:s högupplösta jordkartering har använts för att representera variabiliteten inom jordtyperna men det bör noteras att karteringen representerar de dominanta jordtyperna inom ett område. Jordarter är heterogena i sin natur. Green-Ampt-modellen för infiltration har använts med parametervärden för infiltration härledda från litteratur, vilket anses vara ett robust tillvägagångsätt. Metoden differentierar dock inte jordtyper vertikalt genom jordens horisont.

Sammanfattningsvis finns det osäkerheter kopplade till varje steg i modelluppbyggnaden. Vilken påverkan dessa osäkerheter i sin tur medför på resultaten är svåra att kvantifiera, särskilt i generella termer. För vissa områden kan exempelvis Mannings tal ha stor påverkan på resultatet medan det i andra områden är beräkningsnätet. Med andra ord är det olika förutsättningar i olika modellområden som styr olika processer. För att skapa sig en bättre uppfattning om hur resultaten påverkas av osäkerheter rekommenderas att göra känslighetsanalyser.

Det bör påpekas att även om begränsningar och antagande existerar inom modellen så tillåter använt tillvägagångssätt att varje modell kan uppdateras och förfinas när mer detaljerade eller uppdaterade data finns tillgänglig.

5 Rekommendationer

I denna utredning har en 2D-översvämningsmodell använts för att undersöka skyfallshändelser i Orsa. Metoden som används innebär att nederbörd förläggs på höjdmodellen som sedan leder flödet till avrinningsområdets utlopp. Höjdmodellen som har använts som underlag för samtliga modeller i Orsa innehåller en del hydrauliska korrigeringar för större strukturer som vägunderfarter och viadukter. Hydrauliska korrigeringar är platser där förändringar av höjdmodellen genomförs för att tillåta vatten att passera utan att behöva modellera den struktur som vattnet i verkligheten skulle passera genom för att ta sig förbi ett hinder, exempelvis en trumma genom en vägbank. Det ska påpekas att hydrauliska korrigeringar inte exakt kan beskriva en sådan strukturs verkliga kapacitet, utan det är en kompromiss mellan att inte beakta en struktur alls och att göra en detaljerad analys där en inmätt struktur används. Men de hydrauliska korrigeringarna i underlaget täcker till exempel inte där vattendrag passerar under vägar vilket i vissa fall leder till stora uppdämningar av vatten. I uppdraget har det inte ingått att genomföra korrigeringar i höjdmodellen, dock har enstaka vägtrummor inkluderats i ett antal punkter för att förbättra anslutningarna av flödesvägar och därmed minska uppdämningar mot vägbankar. Inom avrinningsområdet kvarstår många liknande situationer med orepresenterade anslutningar mellan diken och vattendrag. Detta tillför osäkerhet i modellresultaten och därför bör resultaten från denna skyfallskartering användas med försiktighet. Den använda metoden ger resultat som kan stödja kommunen i strategiskt beslutsfattande för planeringsändamål, men om det krävs detaljerad information för att utforma strukturer bör ytterligare förbättringar av hydrauliken genomföras innan detta görs. Sådana förbättringar kan handla om inmätningar av strukturer och beskrivning av dagvattenförande ledningssystem. Detta skulle öka tillförlitligheten för modellen och säkerställa att det finns en mindre underskattning av översvämningsrisken nedströms, och mindre överskattning av översvämningsrisken uppströms, till följd av begränsningar av flödet som uppstår av höjdmodellens natur när underjordiska strukturer ej beaktas. Framtagna resultat kan med fördel används för att bedöma konsekvenser av blockering av trummor och inlopp vilka kan vara till hjälp för prioritering av drift och underhåll.

6 Leveransförteckning

Nedan följer en beskrivning över de filer som levererats i uppdraget. Samtliga filer har koordinatsystemet SWEREF 99 15 00 och höjdsystemet RH2000.

6.1 Namnkonvention

Följande namnkonvention har använts för att döpa modellfiler och resultat:

- *Modellnamn_scenario_händelse_version_**resultattyp***

Modellnamn och händelser framgår av Tabell 2 respektive Tabell 3. Endast scenariot befintlig situation har studerats. Ett löpnummer med start från 001 används för versionshantering av filer och resultat.

Exempelvis heter resultatfilen för beräknat maximalt vattendjup för befintlig situation vid ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,4 i Orsa:

- *ORSA_BEF_R100KF140_001_d_Max*

Tabell 2. Modellnamn och dess omfattning av tätbebyggda områden.

Modellnamn	**Tätbebyggt område som modellen omfattar**
ORSA	Orsa (Inkluderar Risa, Maggås, Lindoma, Vattnäs)
GRON	Fryksås, Hornberga, Bjus
SKAT	Skattungbyn

Tabell 3. Beskrivning av händelser.

Händelse	**Beskrivning**
R100	100-årsregn utan klimatfaktor
R100KF140	100-årsregn med klimatfaktor 1,4
R500KF140	500-årsregn med klimatfaktor 1,4

6.2 GIS-filer

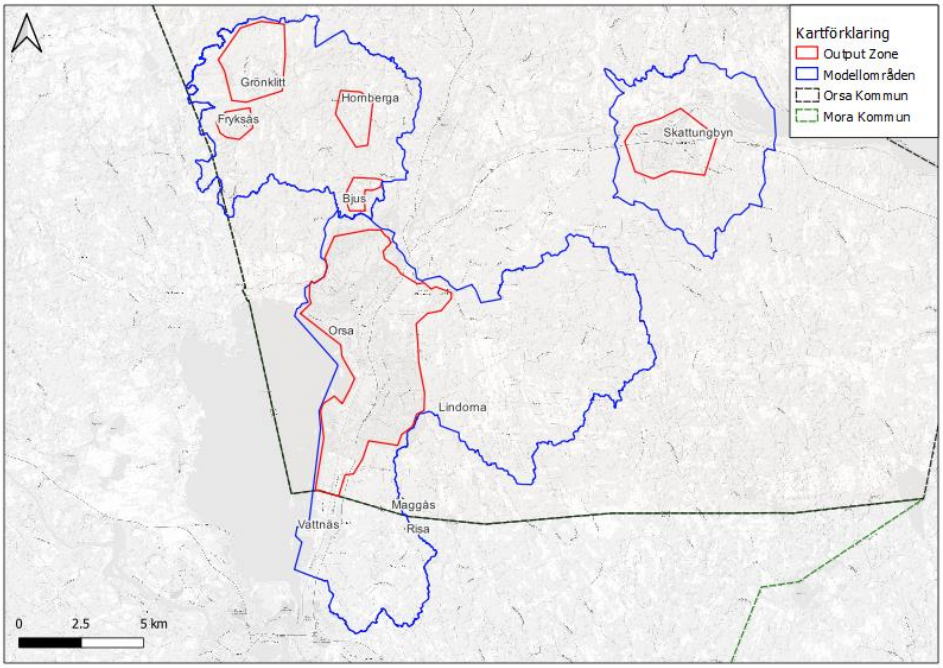
Filbeteckningar för uppdraget bearbetade modellresultat (gis-filer) framgår av Tabell 4.

Tabell 4. Förteckning av gis-filer för skyfallskartering.

Filnamn/resultattyp	Beskrivning/Attribut	Exempel Klassificering
_d_Max.tif / _d_HR_Max.tif	Maximalt vattendjup. Värde i raster tif.	<= 0.2 0.2 - 0.3 0.3 - 0.4 0.4 - 0.5 0.5 - 1 >1 Enhet: meter
_h_Max.tif / _h_HR_Max.tif	Maximal vattennivå. Värde i raster tif	Enhet: meter
_Z0_Max.tif	Maximal flödeshastighet. Värde i raster tif.	< 0.02 0.02 - 0.05 0.05 - 0.1 0.1 - 0.2 0.2 - 0.5 > 0.5 Enhet: m^2/s
_TDur_0.200m.tif	Översvämningsvaraktighet för vattendjup som överstiger 0,2 m. Värde i raster tif.	0 - 0.5 0.5 - 1 1 - 2 2 - 4 4 - 6 6 - 8 > 8 Enhet: timmar
_ZUK0_Max.tif	Områden med risk för fara för människor enligt DEFRA:s metod (DEFRA, 2006) Värde i raster tif.	Ingen fara Fara för vissa Fara för de flesta Fara för alla Enhet: risknivå
_V_Max.tif	Hastigheter	Enhet: m/s *Inget värde*
_vvec_Max.shp	Hastighetsvektor (pilar som visar flödesriktning och hastighet). Attribut: VectorVelo.	Enhet: m/s
2d_zsh_ORSA_DEM_Fix_001_R.shp	Områden som genomgått uppdateringar av höjder	*Inget värde*

6.3 Dynamiska modellresultat (.xmdf)

Dynamiska modellresultat (.xmdf-format) ges för modellområdena i sin helhet, men också för utvalda områden. På grund av modellernas storlek ges dynamiska resultat för hela modellområden med en upplösning för tidssteg på 30 minuter, medan dynamiska resultat för de utvalda områdena ges med högra upplösning för tidssteg på 5 minuter. Båda visar dynamiska och modellerade maximala resultat. I Figur 9 ses varje avgränsning för respektive modellområde och de utvalda områdena.



Figur 9. Avgränsning för modellområden och utvalda områden (”output zone”) för dynamiska resultat.

Dynamiska resultat kan visualiseras och analyseras både med QGIS och SCALGO Live.

För att visualisera dynamiska resultat i QGIS kan plugin ”TUFLOW Viewer” användas. Följande hemsida beskriver hur pluginet installeras och hur det dynamiska resultatet kan visas: https://wiki.tuflow.com/TUFLOW_Viewer

För att importera dynamiska resultat till SCALGO Live används följande arbetsgång:

1. Library > Modelspaces > Create new modelspace
2. Navigera till önskat dynamiskt modellresultat.
3. Välj följande filer:
    - .xmdf
    - .2dm
    - .xmdf.sup
4. Välj följande inställningar i SCALGO Lives “import window”:
    - Projection: SWEREF99 15 00
    - Resolution: 2 meters
    - Elevation: from mesh
    - Water depth: Depth
    - Type: Water Depth (relative to elevation model)
    - Velocity: Vector Velocity (vector)
    - Flux: Z0
5. Välj Import

7 Referenser

DEFRA. (2006). *Flood risks to people – Phase 2: The flood risks to people methodology. Department for Environment, Food and Rural Affairs.* Hämtat från https://www.gov.uk/flood-and-coastal-erosion-risk-management-research-reports/flood-risks-to-people-phase-2-managing-risks-and-dangers

Rawls, W., Brakesiek, D., & Miller, N. (1983). Green-Ampt infiltration parameters from soils data. *Journal of Hydraulic Engineering, vol 109*, 62-71.

SMHI; Svenskt Vatten. (2020). *Nederbördsstatistik för dimensionering av dagvattensystem - "State of the Art".* Hämtat från https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.159923!/State%20of%20the%20Art-2020-03-11_GS.pdf

Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.*

V. Philips, J., & Tadayon, S. (2006). *Selection of Manning's Roughness Coefficient for Natural and Constructed Vegetated and Non-Vegetated Channels, and Vegetation Maintenance Plan Guidelines for Vegetated Channels in Central Arizona.* U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.

Together with our clients and the collective knowledge of our 22,000 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

SWECO