

SKYFALLSUTREDNING, KUMMELBERGETS VERKSAMHETSOMRÅDE



2023-09-04

SKYFALLSUTREDNING, KUMMELBERGETS VERKSAMHETSOMRÅDE

Uppdragsnamn	Skyfallsutredning, Kummelbergets verksamhetsområde
Uppdragsnummer	10356116
Författare	Faysal Abdi, Kamil Jawgiel
Datum	2023-09-04
Ändringsdatum	2023-10-09
Granskad av	Mohit Jangid
Godkänd av	Embla Myrdal

KUND

Nacka Kommun

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Embla Myrdal, uppdragsledare
010-722 52 40
embla.myrdal@wsp.com

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	4
2	Inledning	5
2.1	Förutsättningar	5
2.2	Underlag	6
2.3	Levererat material	6
3	Områdesbeskrivning	7
4	Metod	7
4.1	Dagvattenledningsnät	8
4.2	Terrängmodell	9
4.3	Markanvändning	10
4.4	Infiltration	10
4.5	Markens råhet	11
4.6	Regn	13
4.7	Kalibrering	14
4.8	Förenklingar och generaliseringar i modellen	14
5	Resultat	15
5.1	Tolkning av beräkningsresultat	20
5.2	Användning av resultat	20
6	Åtgärdsförslag	20
6.1	Åtgärdsförslag 1	21
6.2	Åtgärdsförslag 2	23
6.3	Åtgärdsförslag 3	27
6.4	Potentiella åtgärder	29
6.4.1	Nyttja befintlig sänka längs Skarpövägen	29
6.4.2	Ny ledning vid lågpunkten	29
7	Slutsatser	31
8	Referenser	31
9	Bilaga 1-10	32

1 SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Nacka Kommun att genomföra en skyfallsutredning för Kummelbergets verksamhetsområde i Boo, Nacka kommun. Verksamhetsområdet föreslås att utvidgas i vissa delar genom en ny detaljplan som är uppdelad i det befintliga området och planerade ytor som ska utökas. Utredningen har utförts med hjälp av en sammankopplad ledningsnätsmodell och markavrinningsmodell i MIKE+. Simuleringar har gjorts för ett 100-årsregn med 1,25 klimatkfaktor. Även ledningsnätsanalyser har gjorts med 10 och 30-årsregn.

Samtliga simuleringar i skyfallsmodellen visar en stor översvämningrisk i lågpunkten vid Skarpövägen. Maximala vattendjup i lågpunkten ligger över 1 m under ett 100-årsregn med 1,25 klimatkfaktor vilket innebär begränsning av framkomligheten till det norra industriområdet och Telegrafvägen. Skyfallsmodellen för framtida situation visar på liknande resultat vid lågpunkten men översvämningen har minskat med ca 0,2 m längs Skarpövägen. Utvidgning av verksamhetsområdet får till följd att mindre vatten rinner in från skogsområdet (cirka 37 hektar) vid det sydvästra utvidgade området vilket förbättrar situationen vid skyfall.

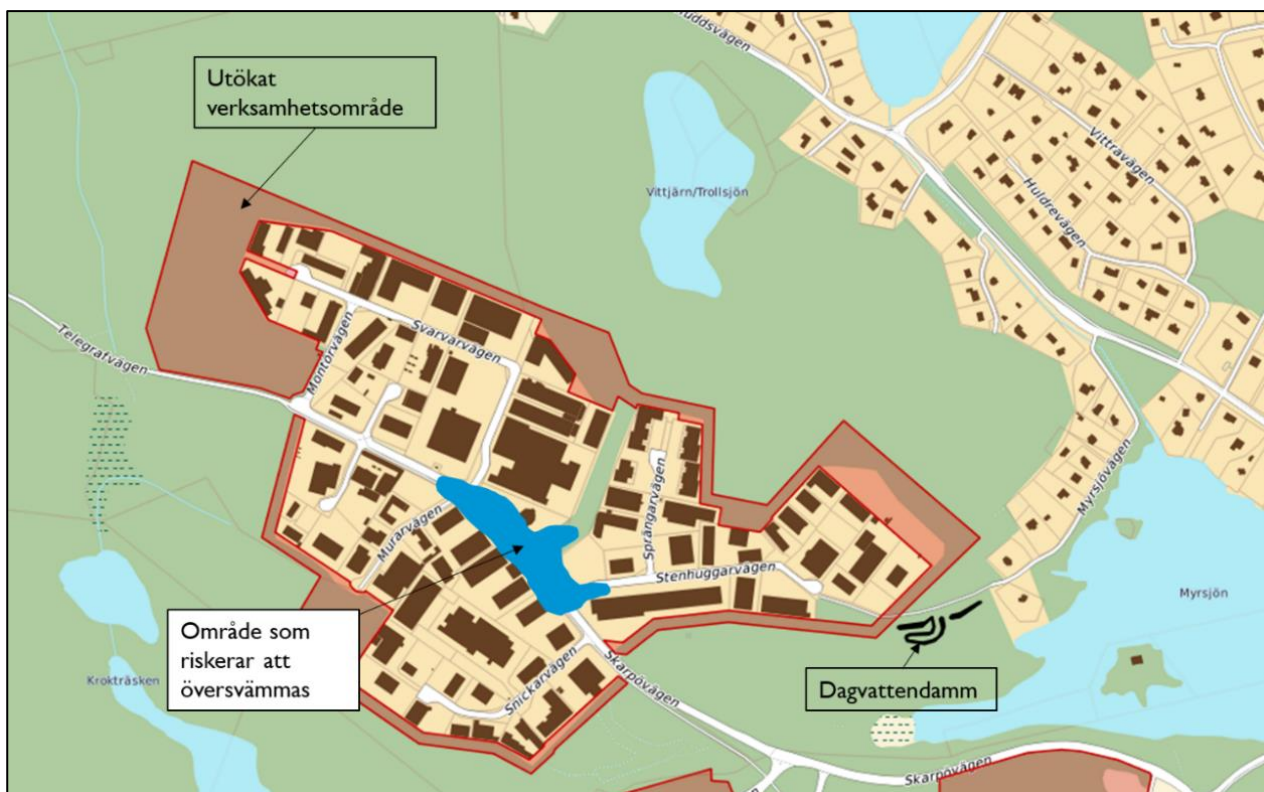
Enligt modellen syns kapacitetsbrist i ledningsnätet vid befintliga förhållanden längs Skarpövägen. Resultatet visar att maximala trycknivån ligger över marknivå även vid ett 10-årsregn. Det utvidgade området har en marginell påverkan på ledningsnätet. Maximalt utflöde till Myrsjön har ökats från 580 l/s till 594 l/s vid ett 10-årsregn, men det bör noteras att utflödet kan påverkas av översvämningarna uppströms.

WSP har tagit fram åtgärdsförslag för att försöka minska översvämningen vid lågpunkten och säkerställa framkomligheten på Skarpövägen. Åtgärdsförslag 1 består av en ny 1000 mm ledning för att avlasta ledningsnätet. Resultatet visar att översvämningen blir kvarstående. En kombination av åtgärder förslås i åtgärdsförslag 2 (1000 mm ledning) och åtgärdsförslag 3 (1500 mm ledning) med sänkning av naturmarken nordost om lågpunkten. Maximala vattendjup har inte minskats till tillräckligt låga nivåer (max 30 cm) för att säkerställa framkomligheten, men tiden som vattnet står kvar i lågpunkten efter regnet har minskats från 9 timmar (vid befintliga förhållanden) till ca 1,5 timmar med lösningsförslagen.

2 INLEDNING

WSP har fått i uppdrag av Nacka Kommun att genomföra en skyfallsutredning med en hydrodynamisk modell som omfattar Kummelbergets verksamhetsområde (i Boo, Nacka kommun) samt utvidgning av befintligt verksamhetsområde.

Scalgo-analysen från en tidigare dagvattenutredning (Norconsult) visar en översvämningsrisk i lågpunkten som ligger centralt i Kummelbergets verksamhetsområde i Skarpövågen, redovisas i Figur 1 (illustration av riskområdet för översvämnning, Nacka Kommun). WSP utreder framkomligheten på vägen samt utvidgning av verksamhetsområdet med hjälp av en fördjupad skyfallsmodellering.



Figur 1. Befintligt verksamhetsområde, planerad utökning och område som riskerar att översvämmas (Nacka Kommun).

2.1 FÖRUTSÄTTNINGAR

Följande rekommendationer från Länsstyrelsen ska i samband med exploatering uppfyllas:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämnning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämnning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämnning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

Definition av skyfall:

SMHI:s definition av skyfall är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den slutligen tvärt faller till marken. Detta sker oftast efter en varm och torr period och i samband med att en kallfront passerar.

2.2 UNDERLAG

Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för utredningsområdet:

- Ledningsdata från NVOA som DWG och PDF-format (2023-05-04),
- Höjddata från Lantmäteriet som TIFF-format (2023-05-23)
- Markanvändnings underlag från Scalgo, Lantmäteriet (2023-06-05) och Trafikverket (2023-05-29).
- Jordartskarta från SGU (2023-06-05).
- Dagvattenutredning Kummelberget (Norconsult 2021-11-03).
- Plankarta som PDF-format (januari 2022).
- Planbeskrivning (januari 2022).

Dessutom har WSP kompletterat ledningsunderlaget med inmätningar vid 20 kritiska punkter i ledningsnätet.

2.3 LEVERERAT MATERIAL

Följande har levererats utöver denna rapport:

- Hydrodynamiska modeller i MIKE+ 2023 (sqlite)
- GIS-skikt med beräknade maximala vattendjup (asc-filer)
- 2D modellresultat i dfsu format och 1D modellresultaten
- Inmättningsdata för 20 punkter i befintligt ledningsnät (pdf och dwg)

Koordinatsystemet som använts i beräkningarna och vid framtagande av terrängmodell är SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH 2000.

3 OMRÅDESBESKRIVNING

Kummelbergets verksamhetsområde ligger på norra sidan av Orminge i Boo, Nacka kommun (se Figur 2). Området består av ett befintligt verksamhetsområde som avgränsas av skogs- och bergsmark. En stor del av naturmarken rinner in till verksamhetsområdet. Tillrinningsområdet har en area på cirka 78 ha och består främst av skogsmark (cirka 47 ha) och industriområdet (cirka 31 ha), se Figur 4. Ett befintligt dagvattenledningsnät finns i området som rinner till en dagvattendamm innan vattnet släpps ut i Myrsjön.



Figur 2. Kummelbergets verksamhetsområde översiktskarta (Scalgo Live).

4 METOD

WSP har tagit fram en sammankopplad MIKE+ skyfallsmodell för att utreda konsekvenserna av ett 100-årsregn med 1,25 klimattfaktor. Modellen består av en markavrinningsmodell och en ledningsnätsmodell som har sammankopplats så att vatten från marken kan rinna ner i ledningsnätet och tvärtom där vatten från ledningsnätet kan rinna ut på marken.

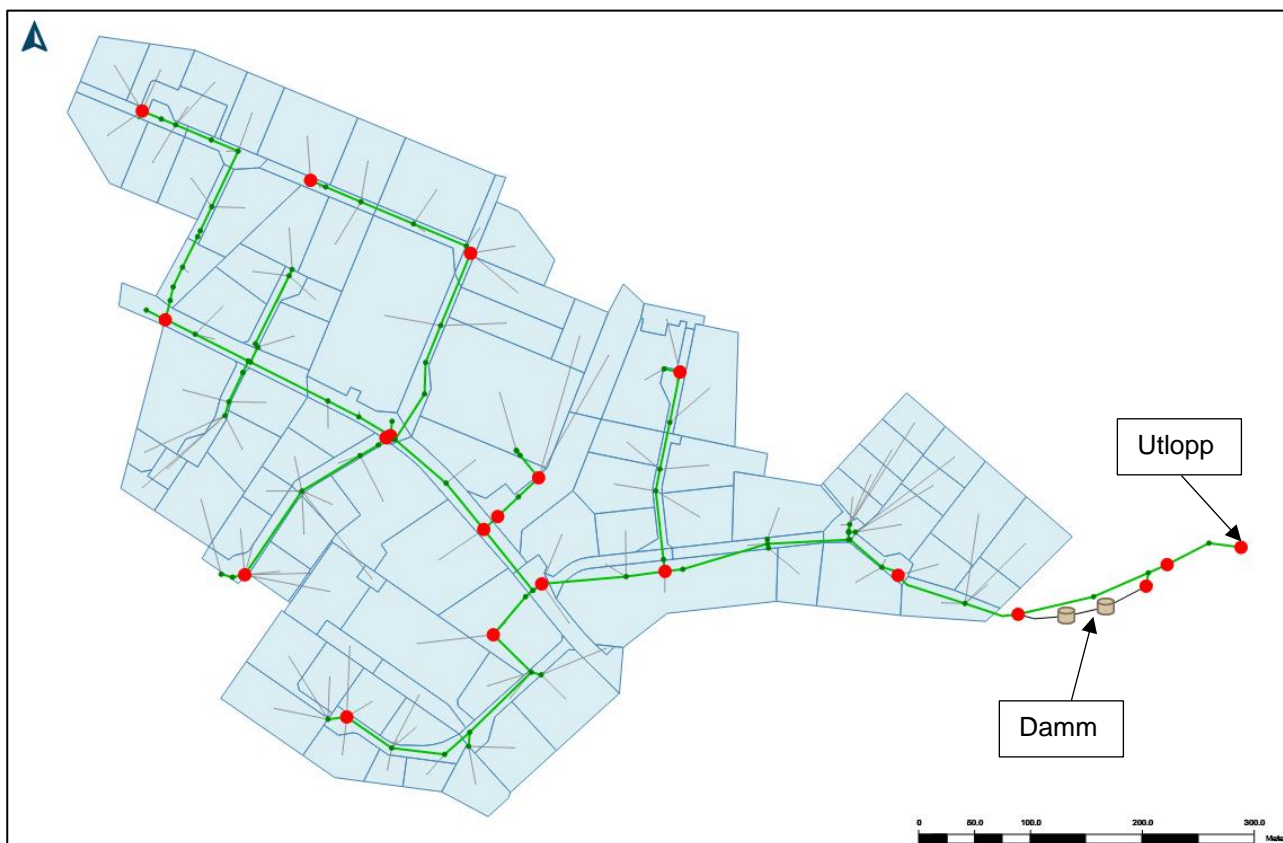
Modellen beräknar vattennivå- och flödesförhållanden till följd av angiven nederbörd. Metoden för markavrinning som tillämpats följer Vägledning för Skyfallskartering (MSB 2017). Med metodiken görs förenklingar bland annat avseende på hur vattnet transporteras.

Markavrinningsmodellen har byggts upp av en terrängmodell, beskrivning av nederbördsbelastning, infiltration i marken samt beskrivning av hur snabbt vattnet rinner av på markytan med hänsyn till markens råhet. Markavrinningsmodellen har sedan kopplats till ledningsnätsmodellen som inkluderar ledningar, brunnar och utlopp.

4.1 DAGVATTENLEDNINGSNÄT

Ledningsmodellen är uppbyggd av underlag som tillhandahållits av NVOA med information om dimensioner, material och nivåer hos befintliga ledningar, brunnar och utlopp. WSP har på uppdrag av Nacka Kommun gjort inmätningar vid kritiska punkter för att öka kvaliteten på ledningsunderlaget.

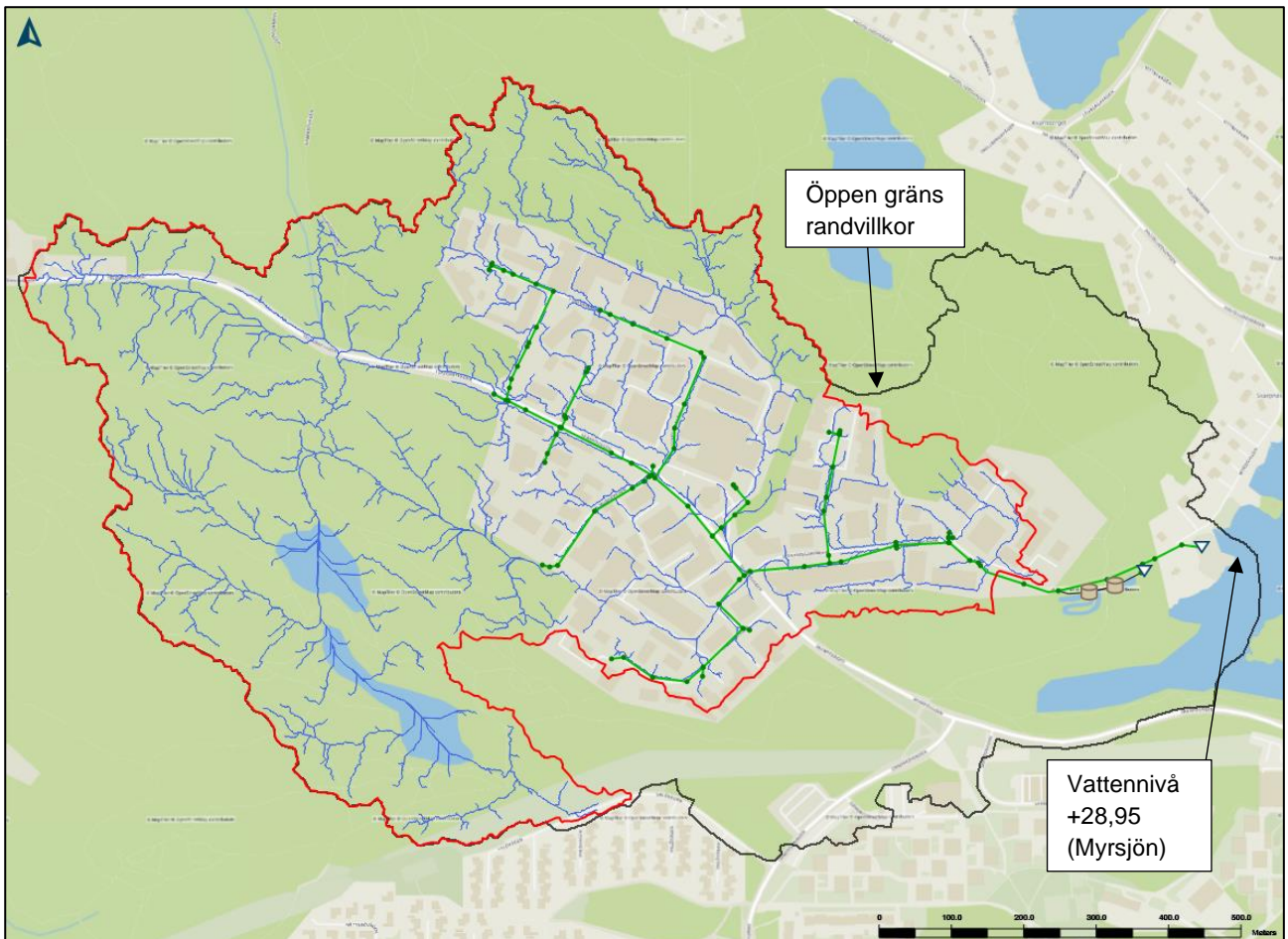
Ledningsmodellen (1D-modell) beskriver endast huvudledningsnätet. Servisledningar, gallerbrunnar och dylikt som bedömts som irrelevant för syftet har inte tagits med. Utformning av dagvattendammen har beskrivits utifrån terrängen och information hämtats från Scalgo Live. 1D-modellen samt inmätta brunnar redovisas i Figur 3.



Figur 3. Ledningsmodellen över nuvarande verksamhetsområde (röda brunnar har mätts in).

Avrinningsområdena i modellen har delats in med hjälp av fastighetsgränser och kopplats direkt till ledningsmodellen. Indelningen har även genomförts med hjälp av naturliga avrinningsområden. Information om ledningsnätet, serviser och höjddata har använts för att koppla avrinningsområdena för en korrekt beskrivning av vilka ytor som kopplas vart.

Naturmarken som avrinner till verksamhetsområdet är beskriven i markavrinningsmodellen (2D-modellen), se Figur 4.



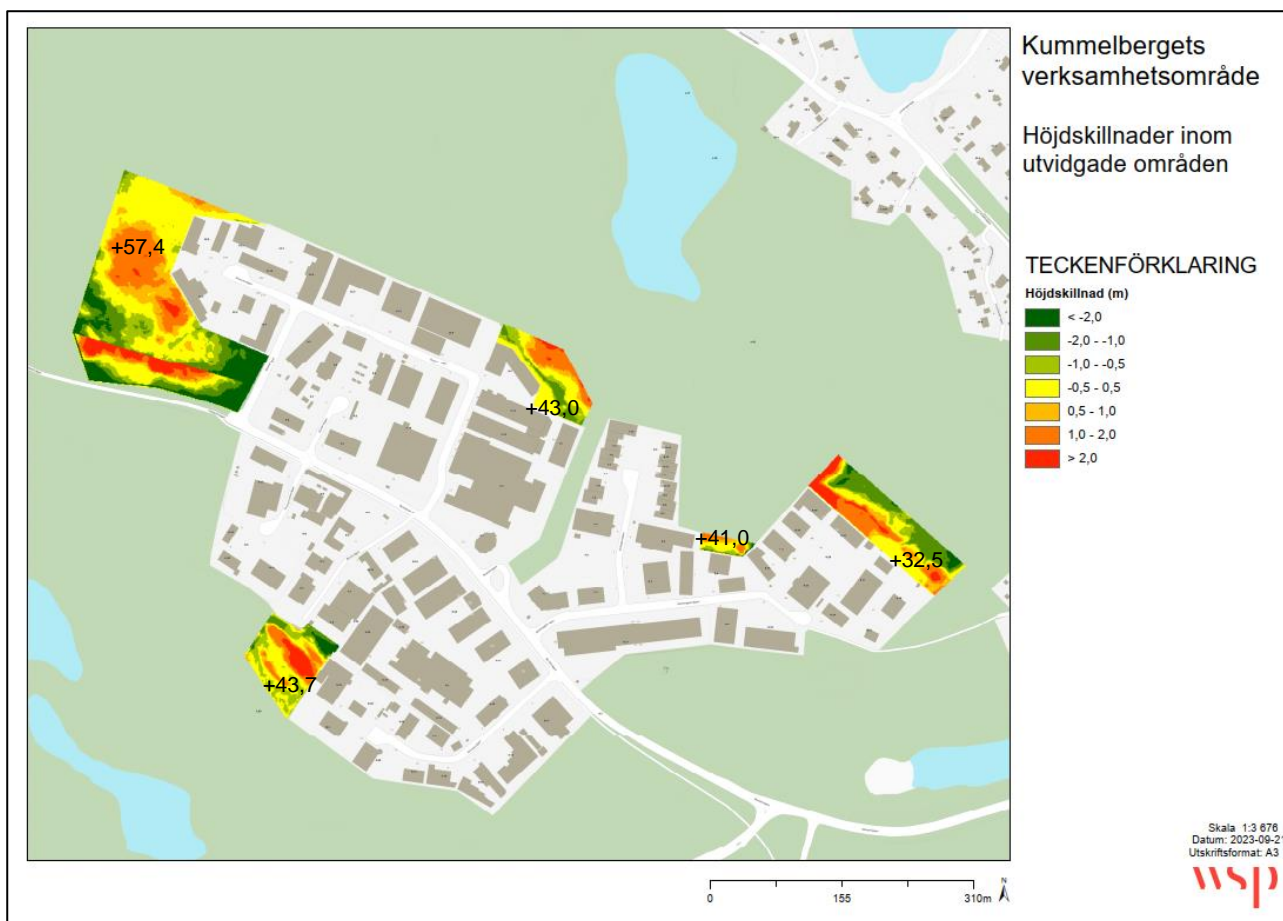
Figur 4. Området som ingår i markavrinningsmodellen (svarta linjen), tillrinningsområdet till damm (röda linjen) samt rinnvägar från Scalgo Live.

4.2 TERRÄNGMODELL

Information om höjddata har hämtats från Lantmäteriets nationella höjdmodell och Scalgo för att bygga 2D-modellen. Höjdmodellen har ett rutnät med en storlek på 1 x 1 m och den har använts för att skapa triangulära "flexible mesh" i modellen vilket är en indelning av terrängen till flexibla celler.

Terrängmodellen har bearbetats i MIKE-modellen genom att höja byggnader 3 m för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena. Höjddata för framtida utvidgade områden saknas i detta skede, höjderna har istället justerats och naturmarken har planats ut. Höjderna inom de utvidgade områdena har interpolerats utifrån befintliga gatuhöjder vid ledningsnätet och flödesvägarna. Skillnaden i terrängen inom utvidgade områdena redovisas i Figur 5.

Detta utgör grunden för den tvådimensionella modellen (2D-modell). Utöver höjddata ingår markanvändning, infiltration och markens råhet (beskrivs längre fram) i detta.



Figur 5. Skillnaden mellan befintliga och framtida höjder inom utvidgade områden.

4.3 MARKANVÄNDNING

För differentiering av markanvändningen har underlag från Lantmäteriet och Trafikverket använts i modellen. Markanvändningen har delats in i följande kategorier:

- Industrimark
- Vägar och hårdgjorda ytor
- Skogsområde
- Öppen mark
- Vatten

Markanvändningen ligger till grund för beskrivningen av avrinningskoefficienter, infiltration i marken samt beskrivning av markens råhet.

4.4 INFILTRATION

Infiltration i marken har beskrivits med en infiltrationsmodul som beräknar infiltrationen i marken baserat på ett antal parametrar. Infiltrationsmodulen beräknar hur stor del av nederbörden som infiltrerar i marken respektive rinner av på markytan. Infiltrationsmodulen har i skyfallsmodellen kopplats till alla genomsläppliga/permeabla ytor.

Genom att använda infiltrationsmodulen istället för att göra ett schablonavdrag direkt på nederbördsvolymen för infiltrationen i marken, beroende på markanvändning, erhålls en bättre beskrivning av infiltrationsförloppet under hela simuleringstiden i och med att infiltrationen varierar med såväl markförhållanden (markanvändning, vegetation, geologiska förhållanden etc.) som mätnadsgrad.

I infiltrationsmodulen beskrivs följande parametrar (Tabell 1):

- Jordlagrets infiltrationshastighet (mm/h)
- Jordlagrets läckagehastighet (mm/h)
- Djup på infiltrationszon (m)
- Jordlagrets porositet
- Initialt vatteninnehåll (%)

Tabell 1. Parametervärden ansatta i infiltrationsmodulen för olika jordarter under permeabla ytor.

Jordart enligt SGU jordartskarta	Infiltrationshastighet (mm/h)	Läckagehastighet (mm/h)	Djup på infiltrationszon (m)	Porositet	Initialt vatteninnehåll (%)
Urberg*	36	0,036	0,1	0,4	20
Glacial lera	3,6	0,36	0,3	0,4	45
Kärrtorv	18	1,8	0,3	0,4	40
Mossetorv	18	1,8	0,3	0,4	40
Postglacial lera	3,6	0,36	0,3	0,4	45
Postglacial sand	180	36	0,3	0,4	20
Sandig morän	180	36	0,3	0,4	30

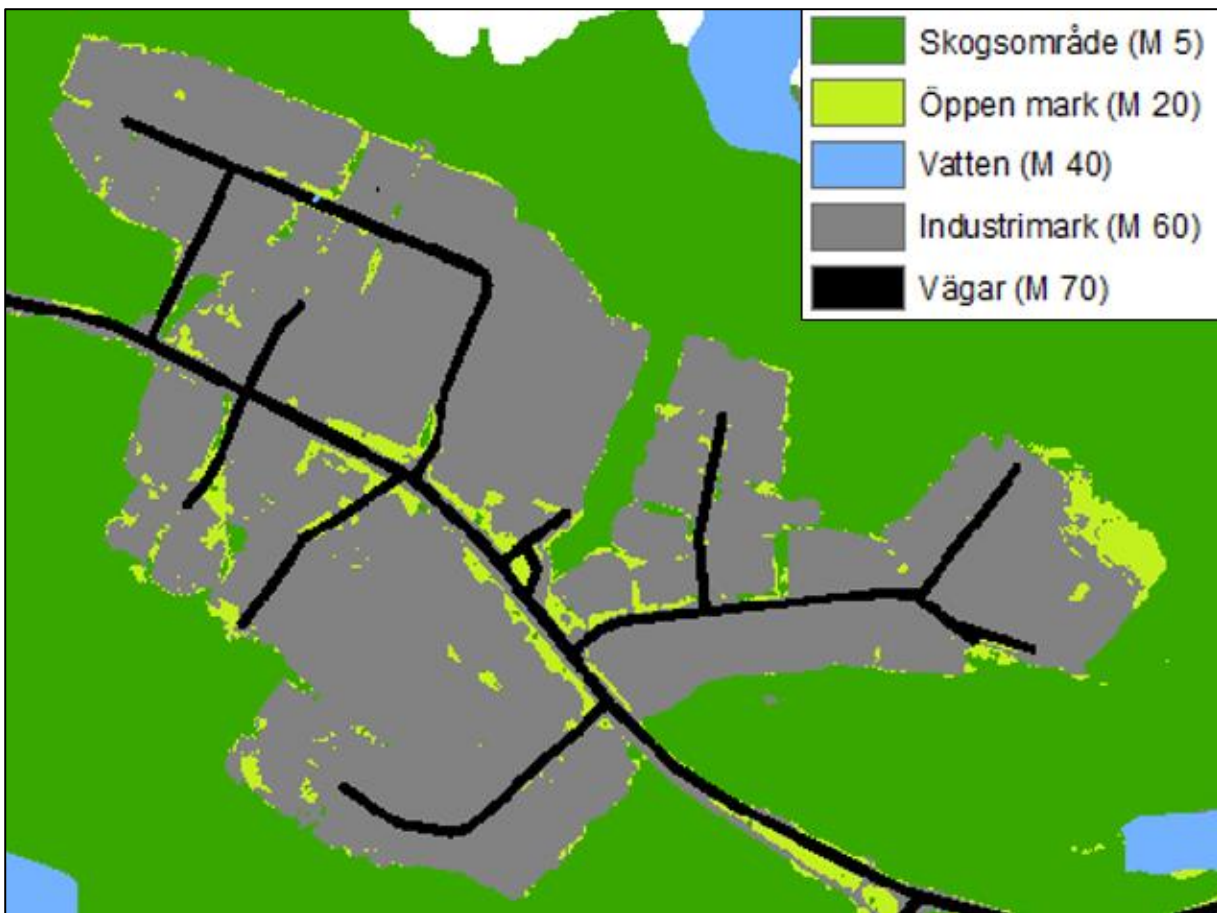
* Urberg antas vara överlagrat med ett tunt lager av matjord.

4.5 MARKENS RÅHET

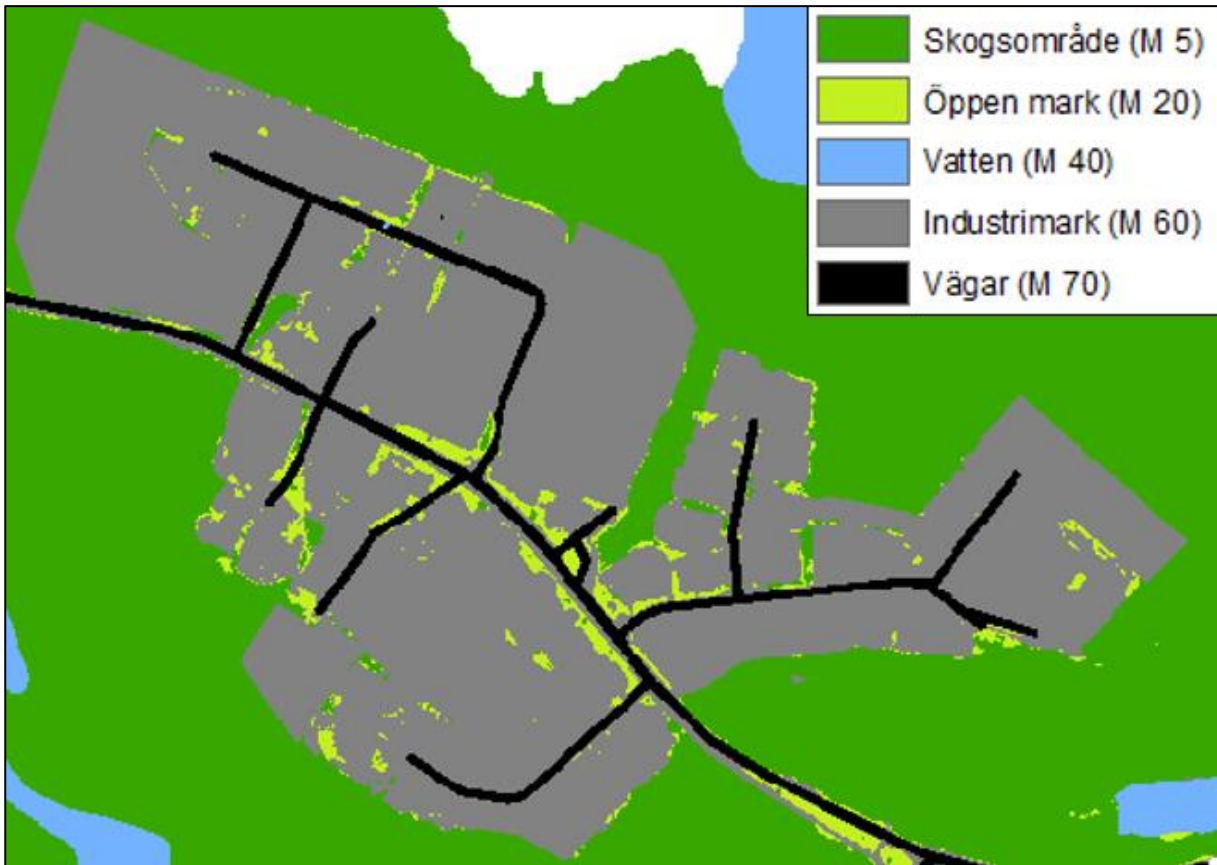
Markens råhet eller skrovlighet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal, M. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningsförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal, eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Mer genomsläppliga och skrovliga material så som grönytor och skog, har ett lägre Mannings tal, vilket betyder att vattnet rinner långsammare. I Tabell 2 redovisas de värden som har använts vid modelleringen. Se Figur 6 och Figur 7 för markanvändningen vid befintlig och framtida situation.

Tabell 2. Manningstal som beskriver en ytas råhet för olika marktyper (Vägverket 2008:61).

Yta	Mannings tal, M
Industrimark	60
Vägar och hårdgjorda ytor	70
Skogsområde	5
Öppen mark	20
Vatten	40



Figur 6. Mannings tal som har använts vid befintlig situation.



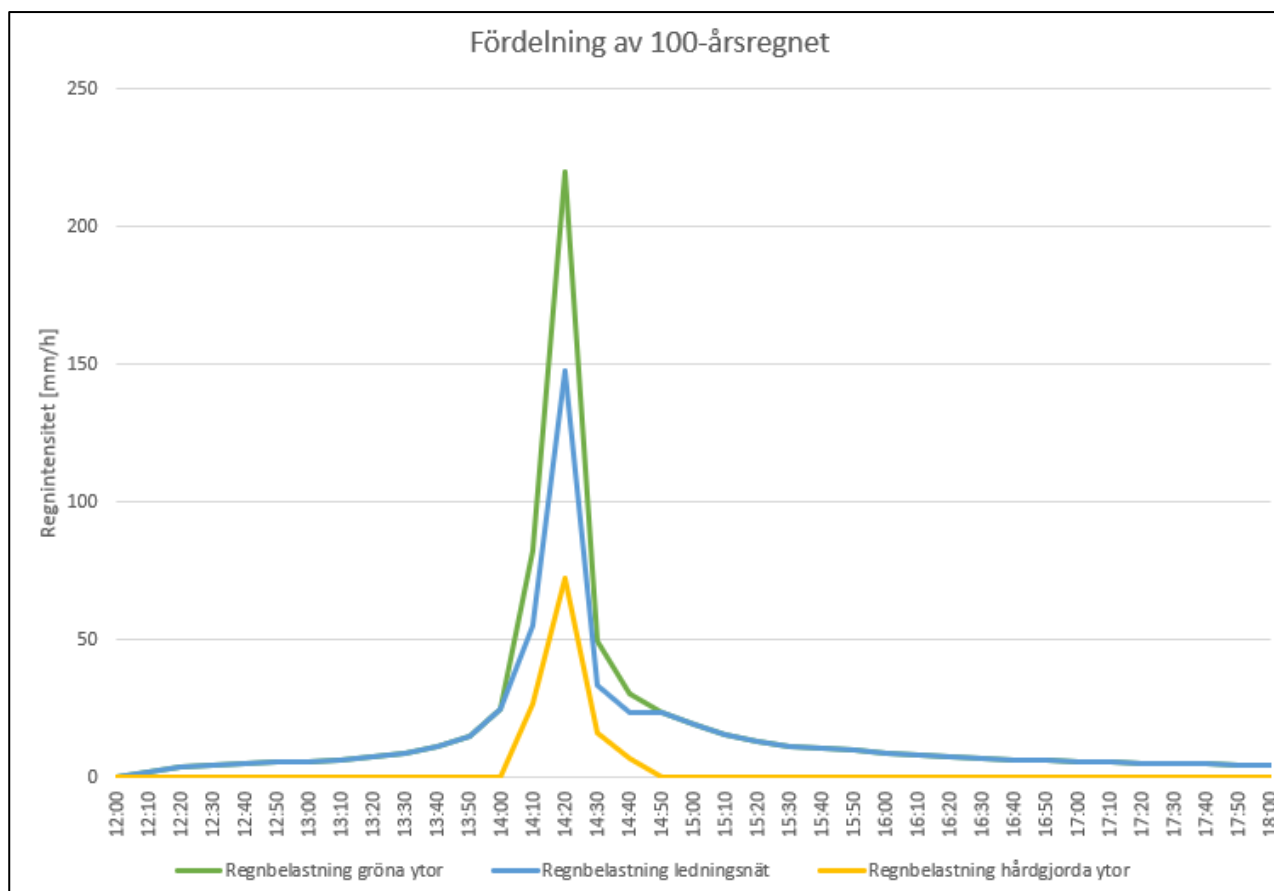
Figur 7. Mannings tal som har använts vid framtida situation.

4.6 REGN

Ett CDS-regn med 100-års återkomsttid med en varaktighet på 6 timmar har använts i modellen enligt Svenskt Vatten P104. CDS-regn består av flera blockregn med varierande intensiteter- och varaktigheter. En klimatfaktor på 1,25 har applicerats på regnet för att ta hänsyn till klimatförändringar.

För ledningsnätsanalyser har CDS-regn med återkomsttider på 10- och 30-år med 6-timmars varaktighet använts. En klimatfaktor på 1,25 har applicerats på 30-årsregnet.

100-årsregnet för skyfallsberäkningar har delats upp i markavrinningsmodellen och ledningsmodellen. I markavrinningsmodellen belastas gröna ytor med 100-årsregnet samtidigt som ledningsmodellen belastas med ett 30-årsregnet. När regnintensiteten överskrider ledningsnätets kapacitet (innan regnets topp) belastas hårdgjorda ytor i markavrinningsmodellen med 100-årsregnet med avdrag av 30-årsregnet. I Figur 8 illustreras fördelning av regnintensiteten.



Figur 8. Fördelning av 100-årsregnet (inkluderar 1,25 klimatfaktor).

4.7 KALIBRERING

Markavrinningsmodellen har inte kalibrerats eftersom kalibreringsdata saknas. Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen.

Ledningsnätsmodellen har inte kalibrerats, utan är endast baserad på data från VA-huvudmannen (NVOA) samt inmätta ledningsdata (vattengångar och ledningsdimensioner) vid 20 punkter. Utöver detta har interpolering gjorts av ledningsdata som saknas.

4.8 FÖRENKLINGAR OCH GENERALISERINGAR I MODELLEN

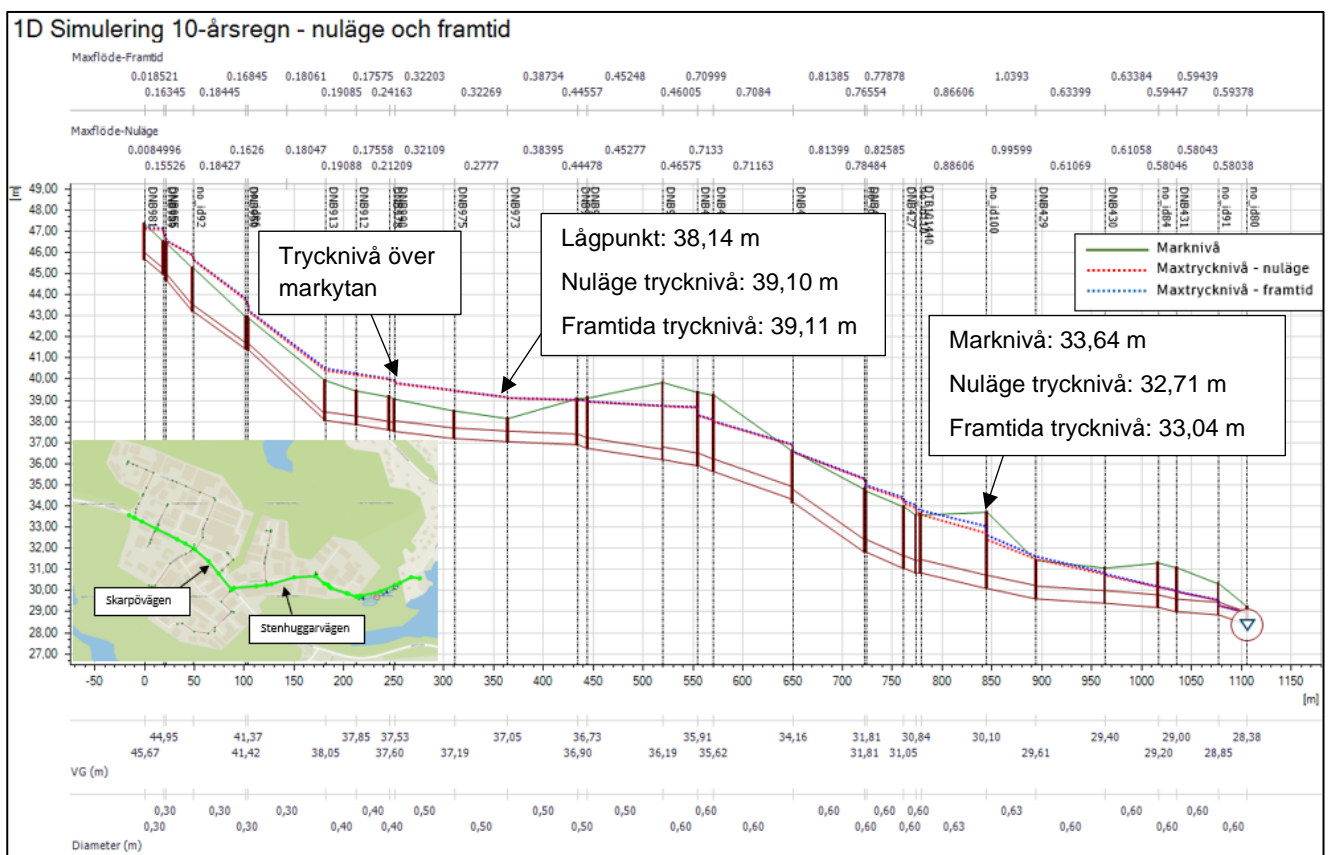
Nedan sammanställs de viktigaste förenklingar och generaliseringar som har gjorts för skyfallsmodellen:

- Terrängmodellen representeras av en sammanhängande yta. Med det följer att avrinningen på broar och ner i tunnlar och andra underjordiska utrymmen inte kan beskrivas på ett verkligt sätt.
- Terrängmodellen beskriver inte mindre detaljer såsom trottoarkanter och mindre höjdryggar som skulle kunna påverka avrinningen.
- Ledningsnätsmodellen:
 - Lockhöjder är ansatta utifrån höjdmodellen.
 - Information om vattengångshöjder, ledningsdimensioner och ledningsmaterial som saknades har interpolerats utifrån närliggande ledningar.
 - Ledningarna antas vara fria från sediment.

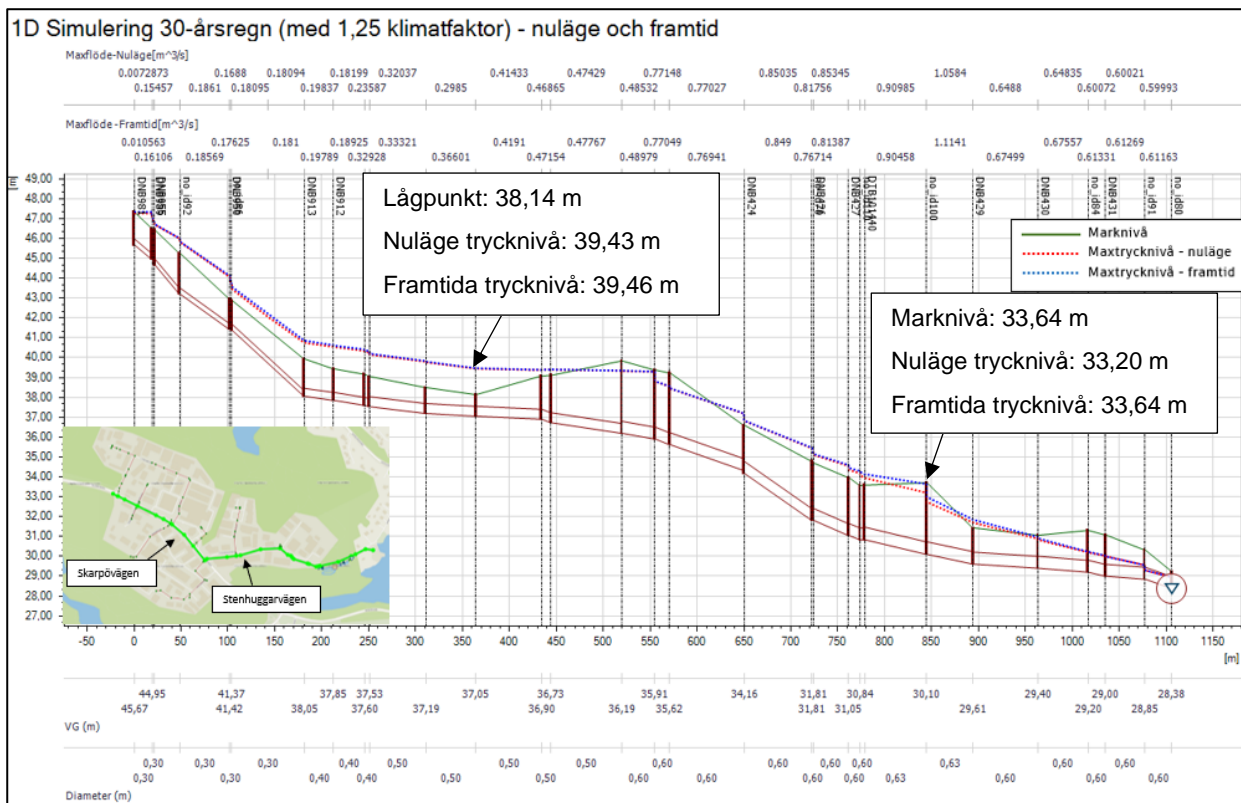
5 RESULTAT

Resultaten från simulering av 10- och 30-årsregn (med 1,25 klimattfaktor) i ledningsmodellen redovisas i Figur 9, Figur 10 och Bilaga 1. Profilerna visar att maximala trycknivån längs Skarpövägen ligger över marknivån redan vid ett 10-årsregn. Trycknivån i lågpunkten ligger 1 m över markytan vid ett 10-årsregn och 1,3 m över markytan vid ett 30-årsregn, vilket är på grund av skillnaden i marknivåer jämfört med ledningen nedströms.

Jämförelse av maximala trycknivå vid nuläge i framtiden visar att de utvidgade områdena har en marginell påverkan på trycknivån vid lågpunkten och ledningarna uppströms, se Figur 9. Den största skillnaden i trycknivå sker nedströms vid Stenhuggarvägen där trycknivån stiger 33 cm under ett 10-årsregn utan att orsaka marköversvämning eftersom trycknivån ligger under markytan. Däremot stiger det 44 cm vid ett 30-årsregn (Figur 10) där trycklinjen ligger på samma nivå som markytan. Simuleringarna ger en indikation om att ledningsnätet generellt är underdimensionerat längs Skarpövägen. Dessutom visar 1D-modellen var det kan bli marköversvämning, men inte utbredning av översvämningen vilket skyfallsmodellen visar.

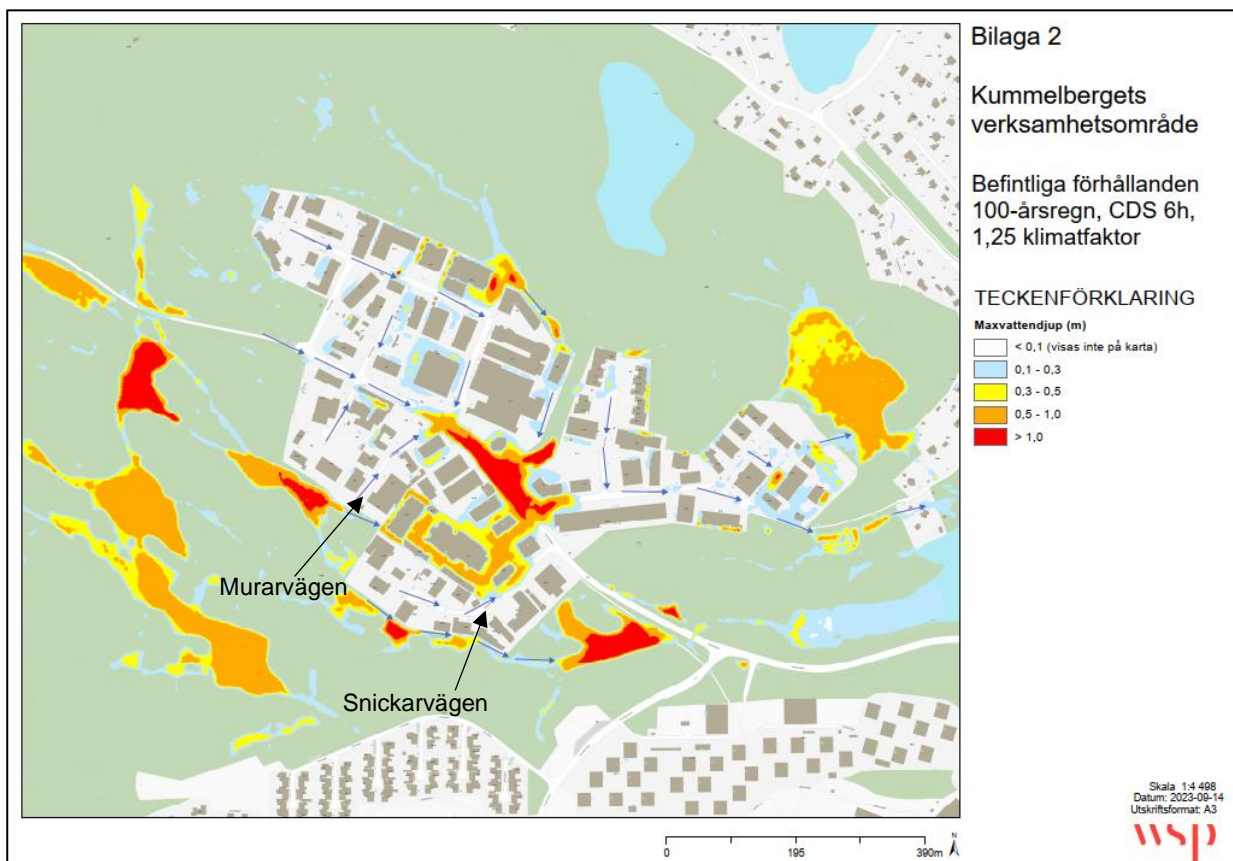


Figur 9. Profil i 1D-modellen vid ett 10-årsregn med befintliga och framtida förhållanden.



Figur 10. Profil i 1D-modellen vid ett 30-årsregn med befintliga och framtida förhållanden.

Resultaten från skyfallsmodellen redovisas som GIS-skikt (Bilaga 2-10) där maximalt vattendjup presenteras. Med maximalt vattendjup avses maximalt vattendjup för varje beräkningsruta över hela regnhändelsen. Det är alltså inte en stillbild från en specifik tidpunkt under regnhändelsen utan maximalt vattendjup i varje beräkningsruta, vilket kan uppkomma vid olika tidpunkter för olika rutor.

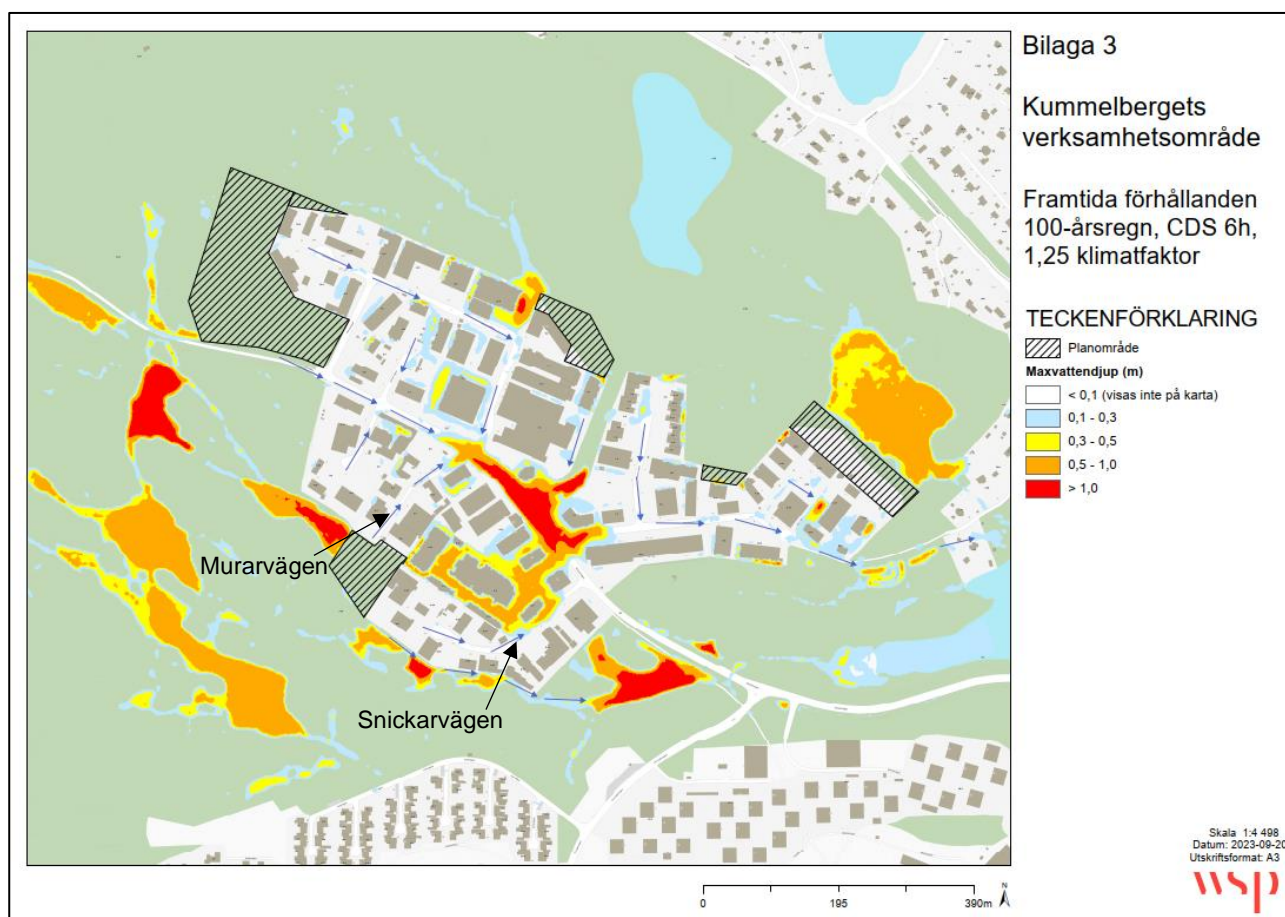


Figur 11. Maximala vattendjup under ett 100-årsregn (med 1,25 klimattfaktor) vid befintliga förhållanden.

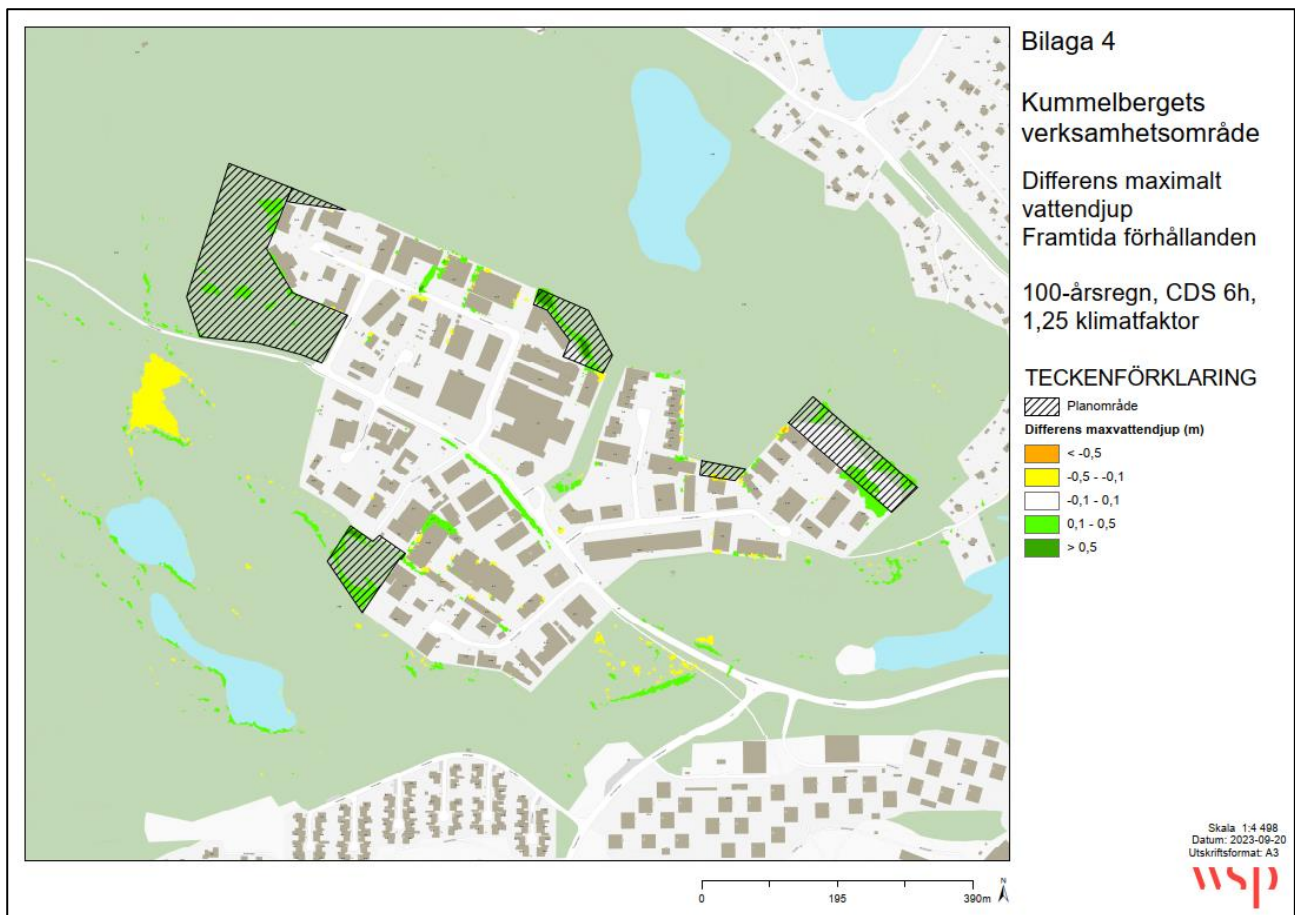
Simuleringen av ett 100-årsregn i skyfallsmodellen för befintliga förhållanden visar att vatten samlas i lågpunkten vid Skarpövägen där maximala vattendjup är över 1 m, se Figur 11. Markhöjderna efter lågpunkten stiger cirka en meter vid Stenhuggarvägen, vilket försvårar transporten av vatten bort från lågpunkten och orsakar den stora översvämningen. Det ställer sig även vatten runt fastigheterna vid Snickarvägen (sydväst om lågpunkten).

Maximalt vattendjup i översvämningen omkring lågpunkten är 1,8 m vilket orsakar problem med framkomligheten till Telegrafvägen och det norra industriområdet. Detta innebär en risk för räddningsfordon för att gator med vattendjup över 30 cm blir inte tillgängliga för dessa. Alternativt tillfartsväg vid Snickarvägen skulle inte heller vara tillgänglig vid skyfall då maximalt vattendjup blir mellan 50-60 cm.

Skyfallsmodellen för framtida situation (Figur 12) visar på liknande resultat som vid den befintliga situationen vid lågpunkten. Resultatet visar att vattendjupet har minskats ungefär 0,2 m på grönytan längs Skarpövägen, se Figur 13 för skillnaden mellan befintliga och framtida förhållanden. Det maximala vattendjupet har ökat vid fastigheterna som ligger nordväst om lågpunkten (Skarpövägen) där vattnet ställer sig på parkeringsytorna, detta anses inte som en stor risk eftersom differensen är mindre än 10 cm. Det rinner mindre vatten in från skogsområdet vid det sydvästra utvidgade området och mer vatten ackumuleras på lågpunkterna i skogen då marken i planområdet har höjts upp. Detta får till följd att mindre vatten rinner in och samlas omkring fastigheterna vid Murarvägen.



Figur 12. Maximala vattendjup under ett 100-årsregn (med 1,25 klimatfaktor) vid framtida förhållanden.



Figur 13. Differens maximalt vattendjup med framtida förhållanden (gröna ytor minskat vattendjup, gult/orange ökat vattendjup).

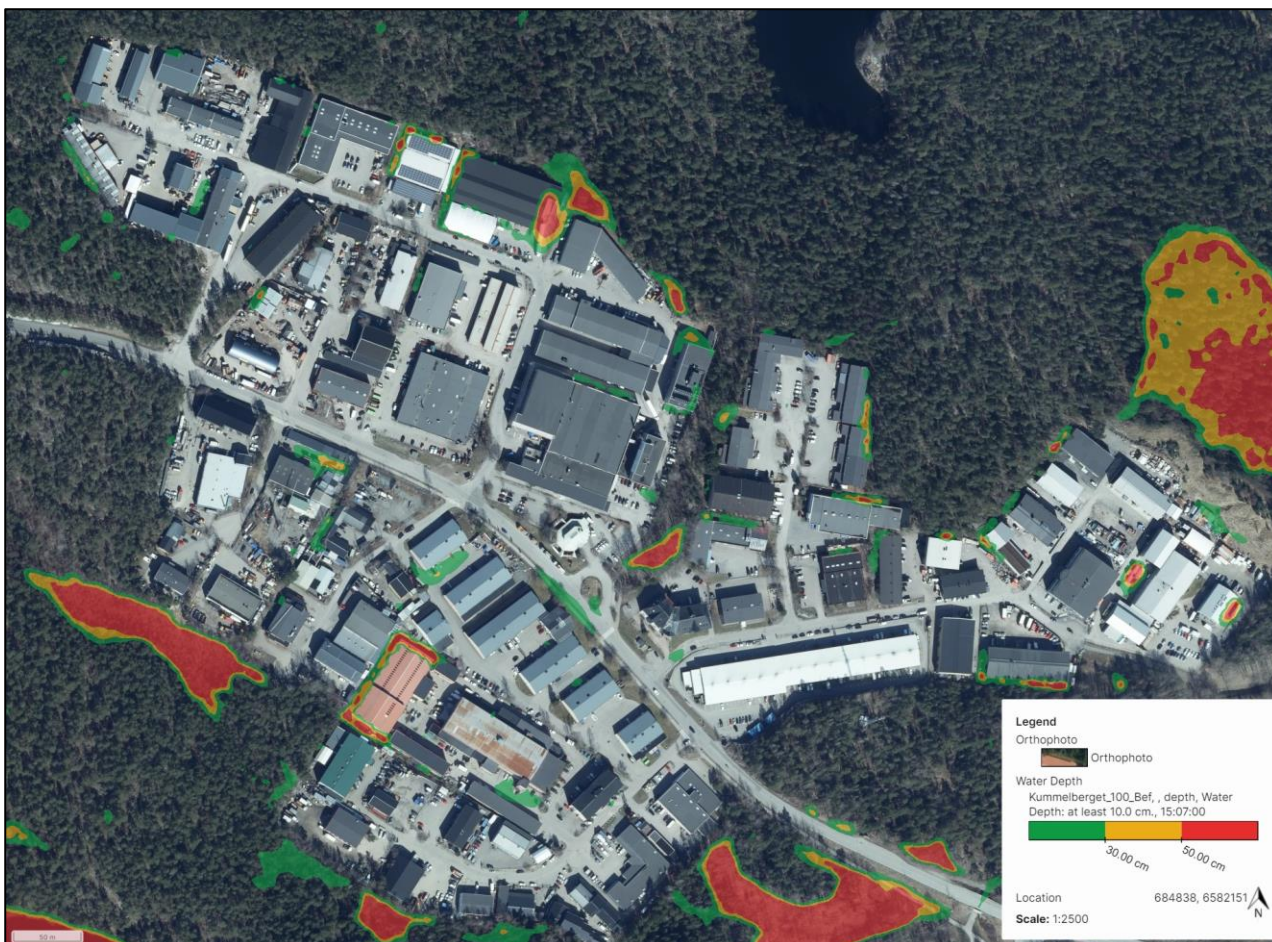
Vattendjup vid olika tidpunkter i simuleringen med befintliga förhållanden redovisas i Figur 14, Figur 15 och Figur 16 med resultatet i Scalgo Live. Resultatet visar att det tar 9 timmar efter 100-årsregnet (med 1,25 klimatfaktor och 6 timmars varaktighet) för att avleda vattnet omkring lågpunkten. Vatten med djup av 1,1 m står vid lågpunkten 6 timmar efter regnhändelsen (Figur 15) som endast leds bort i ledningsnätet eftersom stora mängder av vattnet inte kan rinna vidare på marken på grund av marknivåerna. Dessutom visas det att delar av verksamhetsområdet är instängt vid fastigheterna där vattnet inte kan avledas och det ställer sig mellan byggnader och infarter (se Figur 16). Det finns även stående vatten i vissa delar av skogsområdet vid simuleringens slut, vilket beror på markens infiltrationsförmåga och lågpunkter i terrängen.



Figur 14. Vattendjup vid regnets slut (6 h simulering).



Figur 15. Vattendjup vid 6 timmar efter regnhändelsen (12 h simulering).



Figur 16. Vattendjup vid 9 timmar efter regnhändelsen (15 h simulering).

5.1 TOLKNING AV BERÄKNINGSRESULTAT

Materialet som har tagits fram är avsett för att användas som planeringsunderlag och bör inte användas för att i detalj studera beräknade vattennivåer och dra för långtgående slutsatser om vattennivåer i varje angiven punkt. Tolkningen av resultaten bör göras mot de förenklingar och generaliseringar som ligger till grund för resultaten. Det rekommenderas att beskriva topografiska förutsättningar i mer detalj och även kalibrera ledningsnätsmodellen för att stärka beräkningsresultatets tillförlitlighet.

5.2 ANVÄNDNING AV RESULTAT

Resultaten av modelleringen kan användas som underlag för åtgärder på dagvattennätet eller på ytan i planområdet. De kan även användas för prioritering av områden för mer detaljerade studier där konsekvenserna bedöms vara stora och det finns behov för framtagande av åtgärdsförslag i form av lämpliga modifieringar i terrängen eller på ledningsnätet.

6 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

WSP har tagit fram åtgärdsförslag för att försöka minska översvämningen på lågpunkten vid Skarpövägen och säkerställa tillgängligheten för räddningstjänsten vid händelse av skyfall. Åtgärderna skulle även förbättra situationen sydväst om lågpunkten och minimerar risken för skador vid fastigheterna. Åtgärdsförslagen har simulerats i den sammankopplade skyfallsmodellen med framtida förhållanden för att minimera konsekvenserna av de utvidgade områdena.

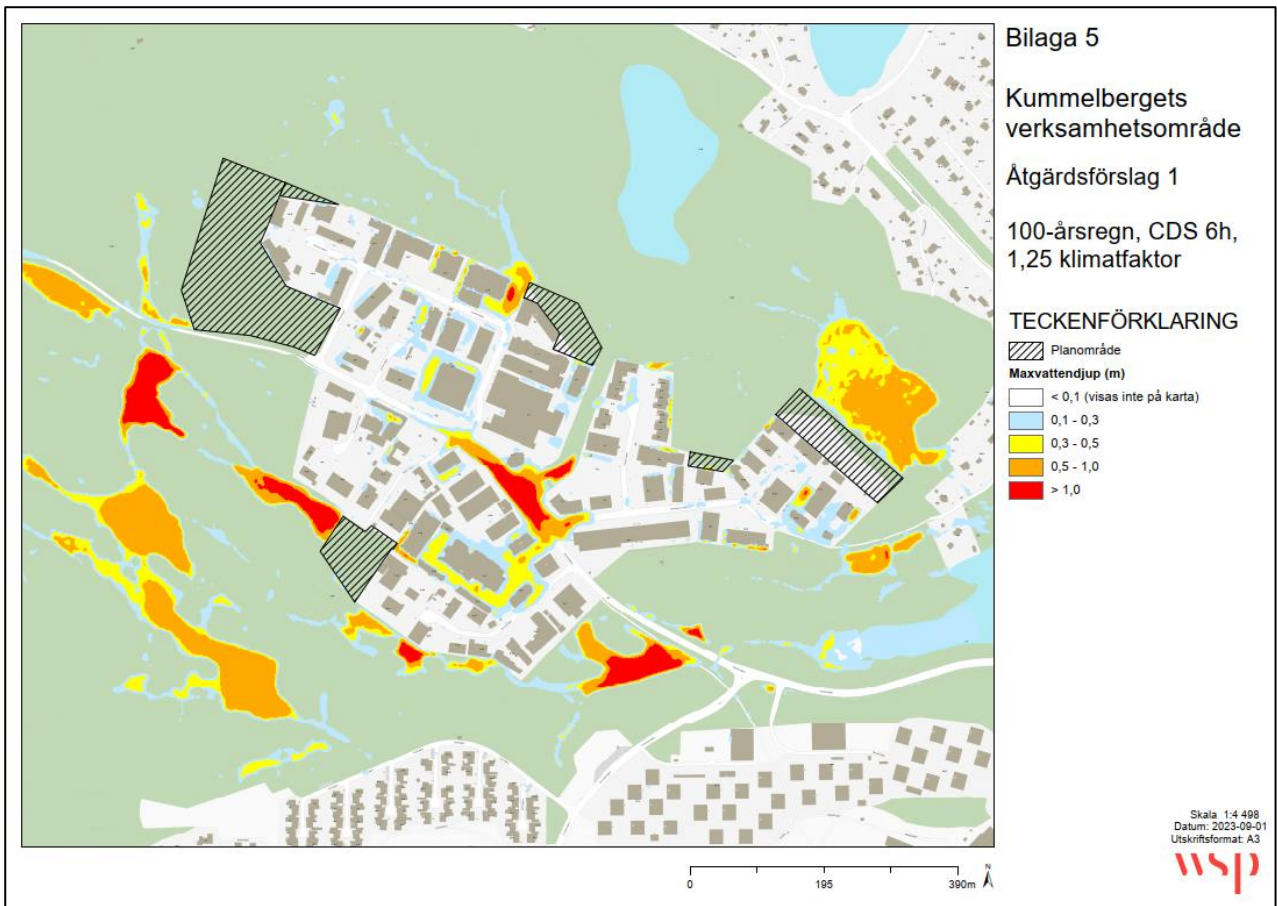
6.1 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 1

I åtgärdsförslag 1 har en ledning på 1000 mm i diameter kopplats till en knutpunkt i dagvattennätet på korsningen vid Skarpövågen/Stenhuggarvägen, åtgärdsförslaget redovisas i Figur 17. 1000-ledningen har placerats längs GC-vågen och rinner till våtmarken sydöst om lågpunkten. Denna ledning är tänkt att avlasta ledningsnätet där det finns kapacitetsbrist. Det bör noteras att även flödet vid mindre regn skulle kunnat avledas genom ledningen eftersom den är ansluten till en befintlig brunn. Ledningens lutning är 4‰ och vattengången (+37,6 m) ligger över befintlig ledningshjässa. Höjdskillnaden vid utloppet och befintlig markyta är ca 3 m, vilket innebär att marken skulle behöva sänkas. Däremot finns det möjlighet att placera utloppet längre söderut vid en lägre marknivå. Utloppet har inte kopplats till marken i modellen då området nedströms är inte är beskrivet i modellen (fiktivt utlopp), konsekvenserna kring utloppet bör undersökas om åtgärden tas vidare.

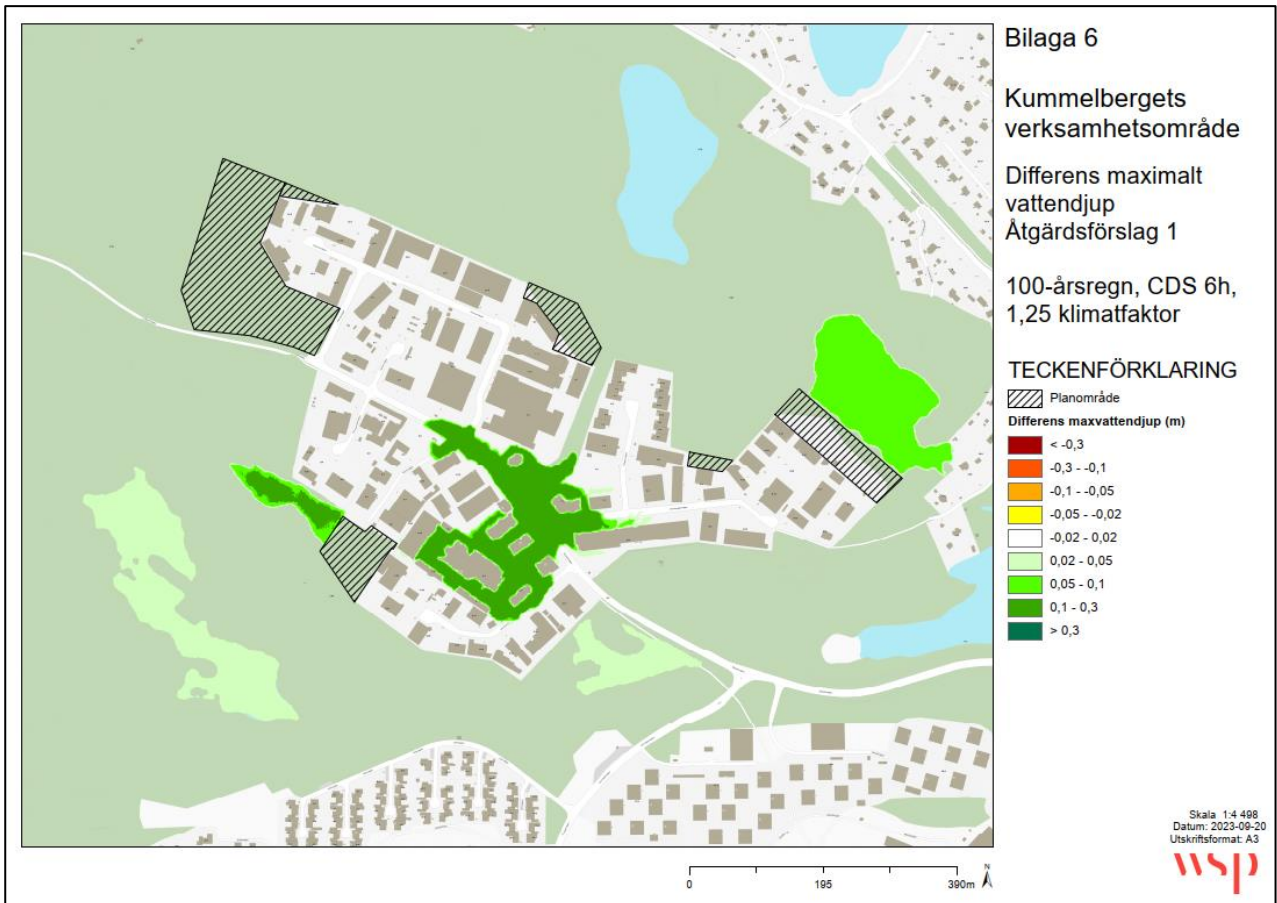


Figur 17. Åtgärdsförslag 1 – ny 1000 mm ledning (röd linje).

Resultatet från skyfallsmodellen med åtgärdsförslag 1 visas i Figur 18 (maximal vattendjup) och Figur 19 (differens maximalt vattendjup). Situationen i lågpunkten har blivit bättre, men översvämningen är fortfarande kvar för cirka 2 timmar efter regnhändelsen. Maximalt vattendjup som var 1,8 m vid befintliga förhållanden har minskats till cirka 1,5 m. Dessutom har maximala vattendjup vid fastigheterna som ligger sydväst om lågpunkten blivit mindre. Resultatet visar att den nya ledningen avleder ungefär 18600 m³ vatten från ledningsnätet, men det var inte tillräckligt för att kunna hantera hela översvämningen. Detta innebär att en kombination av åtgärder i ledningsnätet eller modifiering i terrängen kan behövas för att avleda vattnet i lågpunkten.



Figur 18. Maximala vattendjup under ett 100-årsregn med åtgärdsförslag 1.



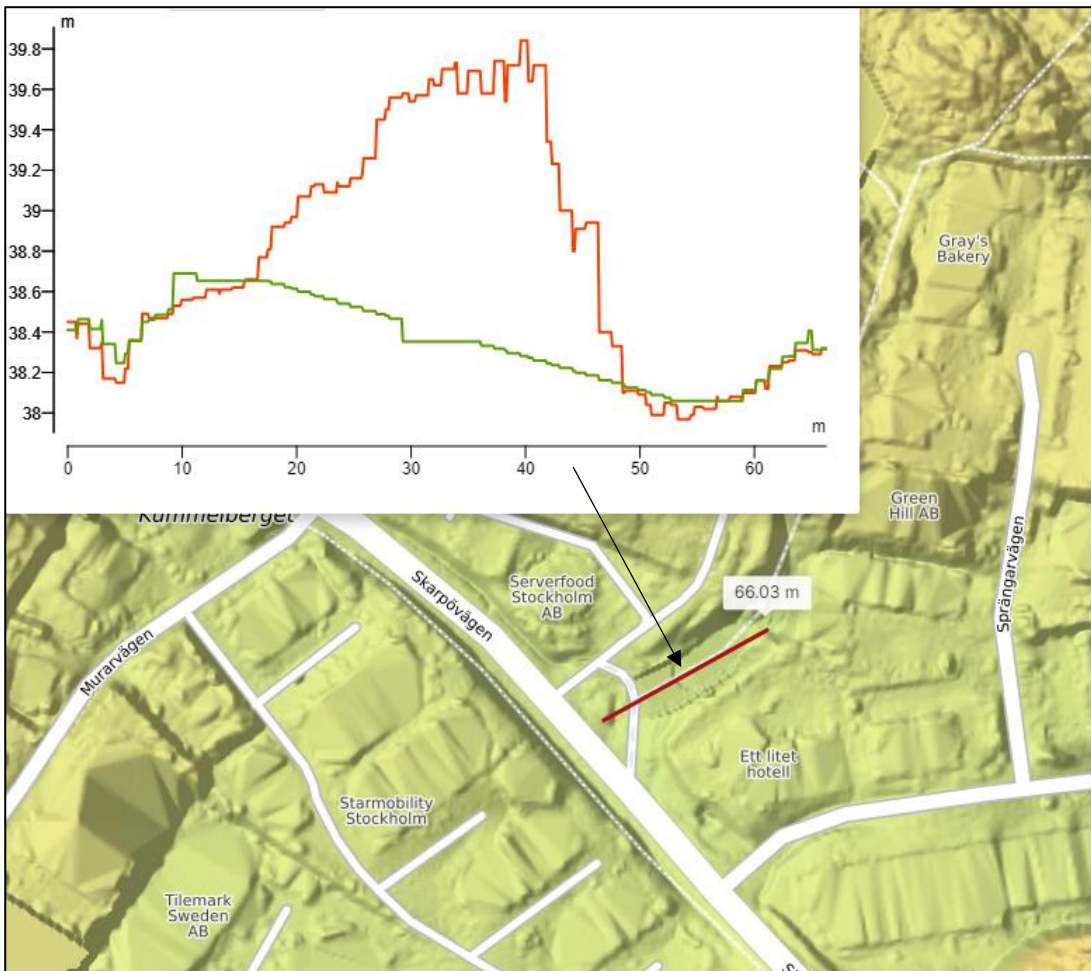
Figur 19. Differens maximalt vattendjup - åtgärdsförslag 1 (jämfört med framtida förhållanden).

6.2 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 2

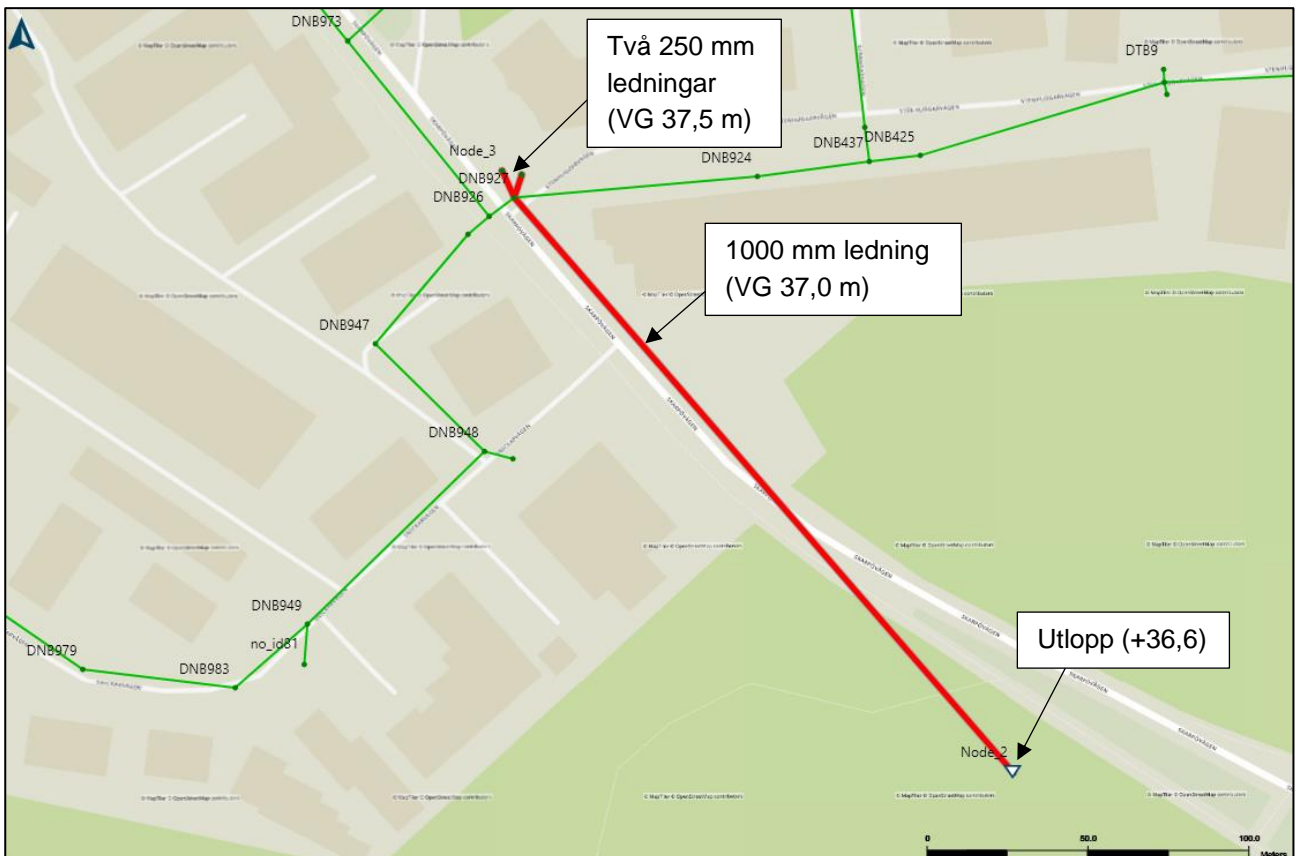
I åtgärdsförslag 2 har ledningen i åtgärdsförslag 1 justerats och kombinerats med att sänka ner marken (ca 400 m³ mark) som ligger nordost om lågpunkten (se Figur 20 och Figur 21). Syftet med sänkningen av marken är att avleda vattnet som blir stående på Skarpövägen och även fördröja vattnet som rinner in från naturmarken. 1000 mm ledningen har kopplats till brunnen nedströms jämfört med åtgärdsförslag 1 (se Figur 22) eftersom vattnet trycker upp ur ledningen relativt snabbt vid stora regn. Dessutom har det kopplats två nya 250 mm ledningar till inloppet för att leda bort mer vatten från lågpunkten. Vattengången vid inloppet för 1000 mm ledningen har justerats till 37,0 m (ca 30 cm över bottennivå). Utloppet har flyttats söderut där marknivån är lägre (36,6 m) för att undvika en stor skillnad mellan ledningen och markytan.



Figur 20. Yta som har sänkts i åtgärdsförslag 2 (Scalco Live).

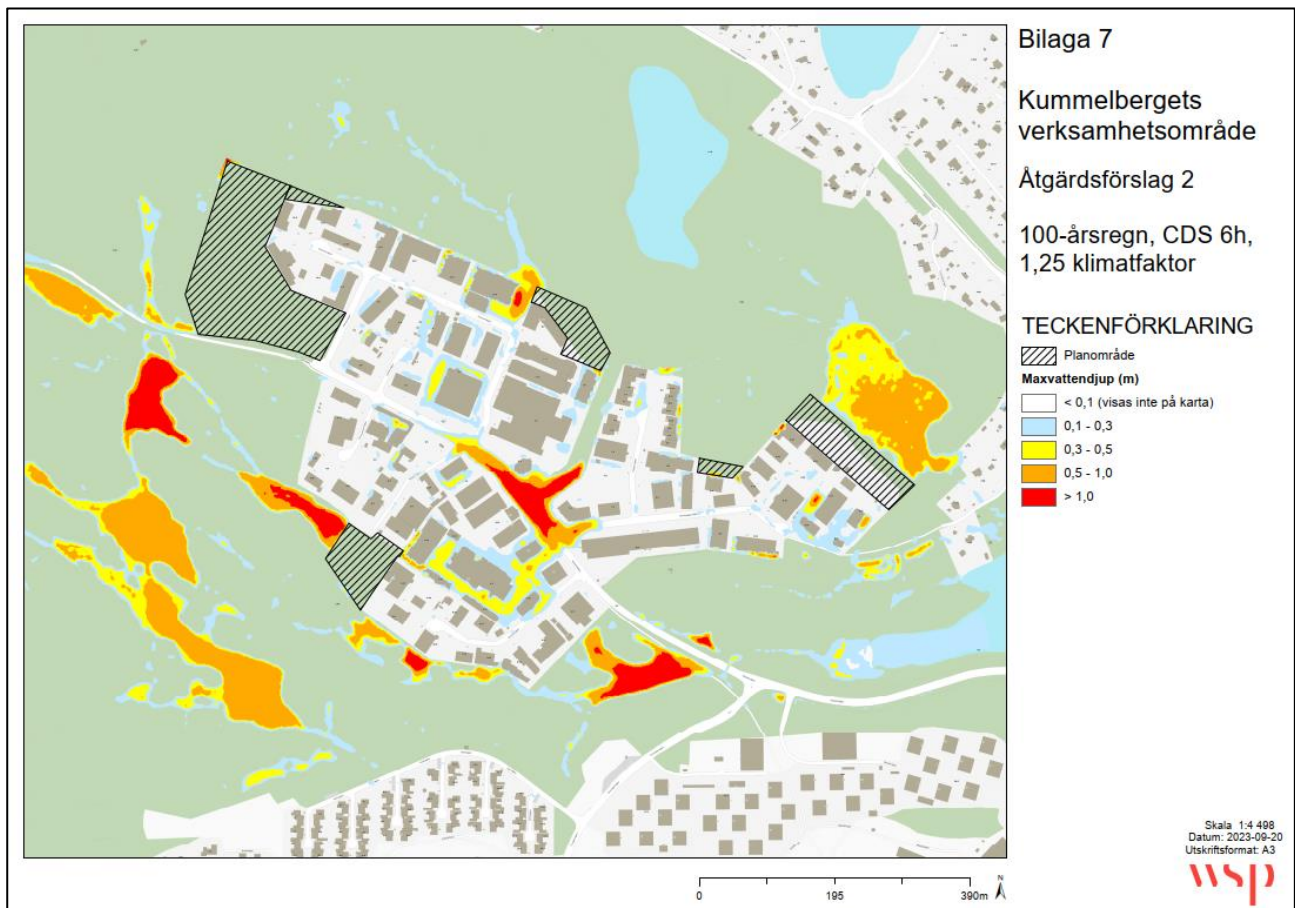


Figur 21. Sänkning av naturmarken i åtgärdsförslag 2, profilen visas i Scalgo Live med markhöjderna före och efter sänkning.

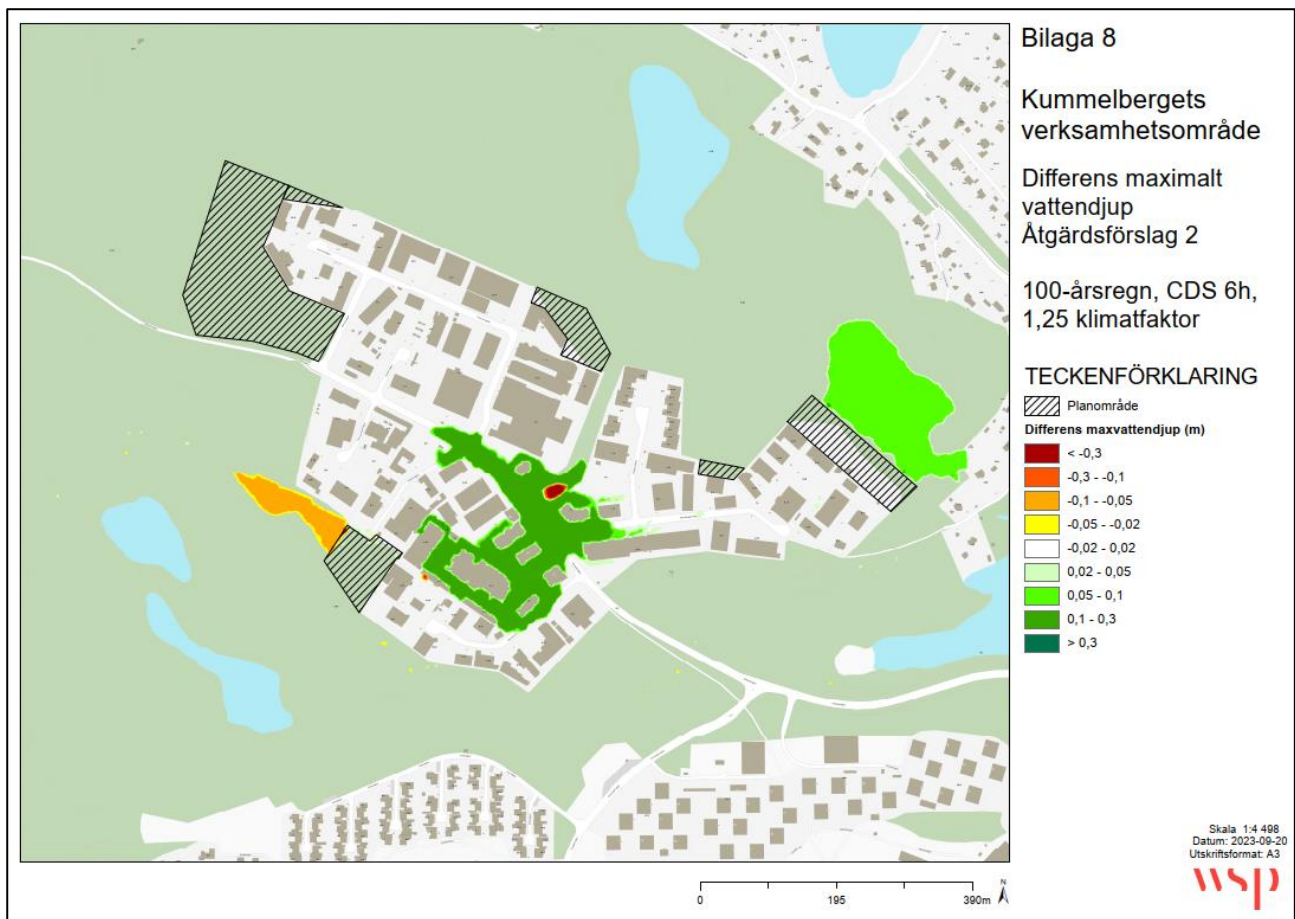


Figur 22. Nya ledningar (röda) i åtgärdsförslag 2.

Maximalt vattendjup i skyfallsmodellen med åtgärdsförslag 2 redovisas i Figur 23 och differensen i maximalt vattendjup visas i Figur 24. Resultatet visar att vattendjupet har minskats upp till 30 cm inom området omkring lågpunkten. I jämförelse med åtgärdsförslag 1 har vattendjupet även minskats vid en del av fastigheterna som ligger sydväst om lågpunkten. Däremot visas det att vattendjupet har ökat nordost om lågpunkten på grund av sänkningen av marken. Maximalt vattendjup på Skarpövägen blir 1,4 m med åtgärdsförslaget vilket innebär att det inte säkerställer framkomligheten på vägen. Åtgärden har minskat tiden som vattnet står där till ca 90 minuter efter 100-årsregnet (med 1,25 klimatfaktor), men vatten ackumuleras fortfarande i lågpunkten under regneventet i cirka 4 timmar av 6 timmars regnvaraktigheten.



Figur 23. Maximala vattendjup vid ett 100-årsregn (med 1,25 klimatfaktor) med åtgärdsförslag 2.



Figur 24. Differens maximalt vattendjup med åtgärdsförslag 2.

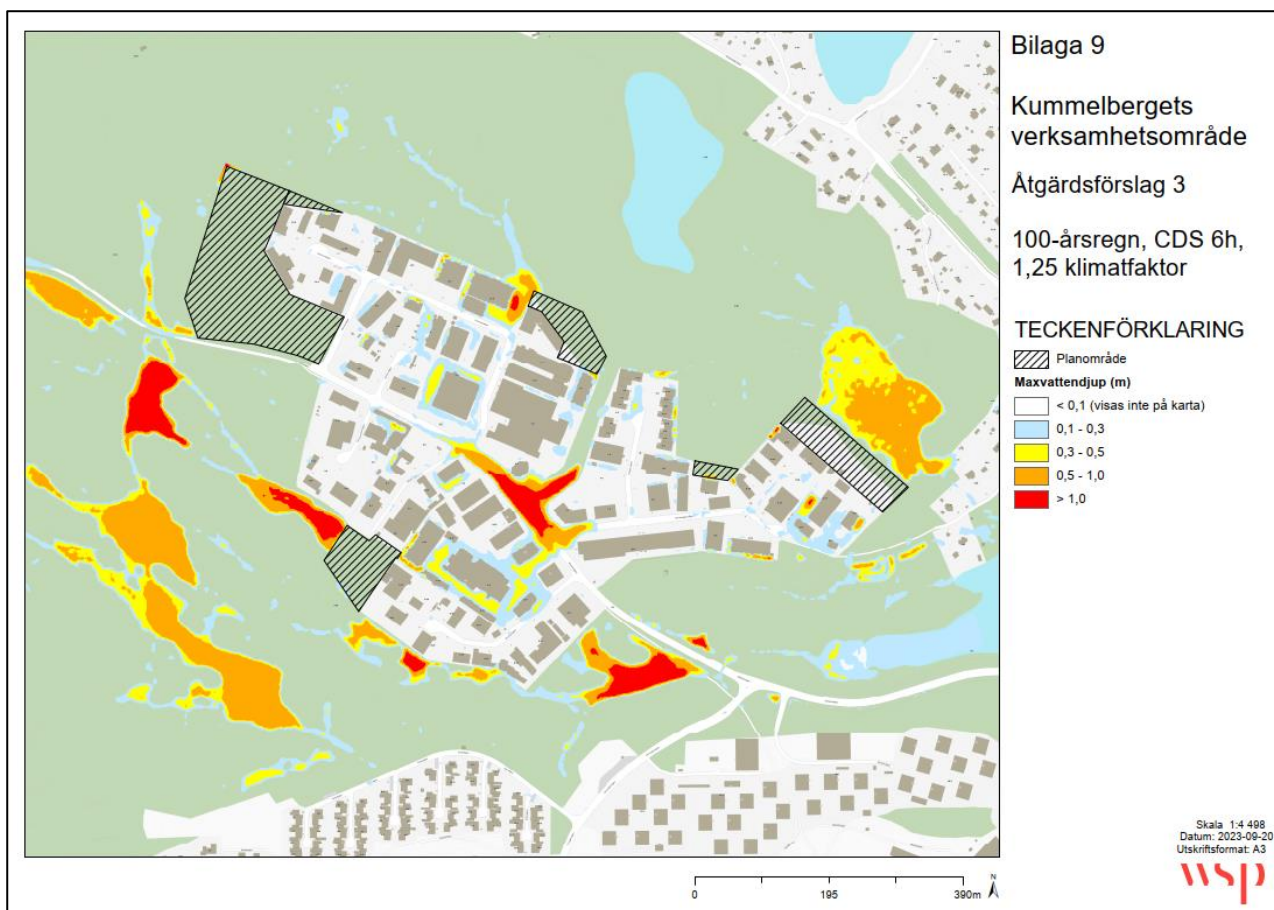
6.3 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 3

Åtgärdsförslag 3 har samma kombination av åtgärder som åtgärdsförslag 2 (sänkning av naturmarken och nya ledningar) förutom att dimensionen på 1000 mm ledningen har justerats till 1500 mm. Ledningen (visas i Figur 25) har samma vattengång (37,0 m) vid inloppet, men nivån vid utloppet har ändrats till 36,1 m eftersom dimension på ledningen är 0,5 m större och lutningen har ökat till 4%.



Figur 25. 1500 mm ledning (röd linje) i åtgärdsförslag 3.

Resultatet från skyfallsmodellen med åtgärdsförslag 3 redovisas i Figur 26 (maximalt vattendjup) och Figur 27 (differens maximalt vattendjup). Maximala vattendjup vid Skarpövägen blir 1,4 m, vilket är samma vattendjup som i åtgärdsförslag 2, men vattnet står kvar för cirka 80 minuter efter regnet (10 minuter mindre än åtgärd 2). Åtgärdsförslaget har förbättrat situationen sydväst om lågpunkten jämfört med åtgärdsförslag 2 där vattendjupen i vissa delar av Snickarvägen blir mindre än 30 cm. Åtgärderna i ledningsnätet har avlastat ledningarna vid lågpunkten, men sänkningen av marken har inte tillräcklig stor effekt för att minska översvämningen. Det skulle behövas en större sänkning av naturmarken (ca 5400 m³) för att avleda resten av vattnet.



Figur 26. Maximala vattendjup vid ett 100-årsregn (med 1,25 klimatfaktor) med åtgärdsförslag 3.



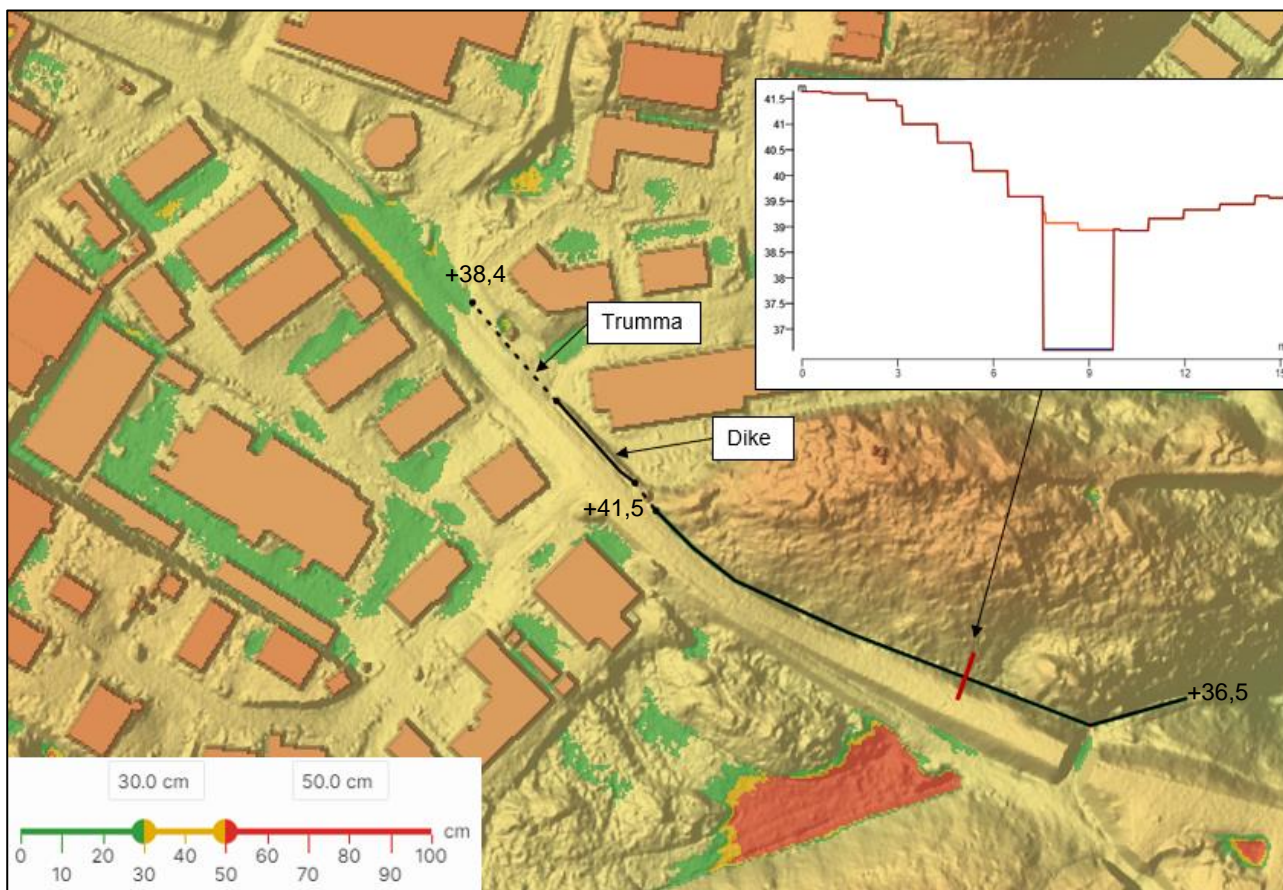
Figur 27. Differens maximalt vattendjup med åtgärdsförslag 3.

6.4 POTENTIELLA ÅTGÄRDER

Då de testade åtgärderna inte har gett önskat resultat vid lågpunkten (max 30 cm stående vatten) har alternativa åtgärder tagits fram som inte har modellerats i MIKE+.

6.4.1 Nyttja befintlig sänka längs Skarpövägen

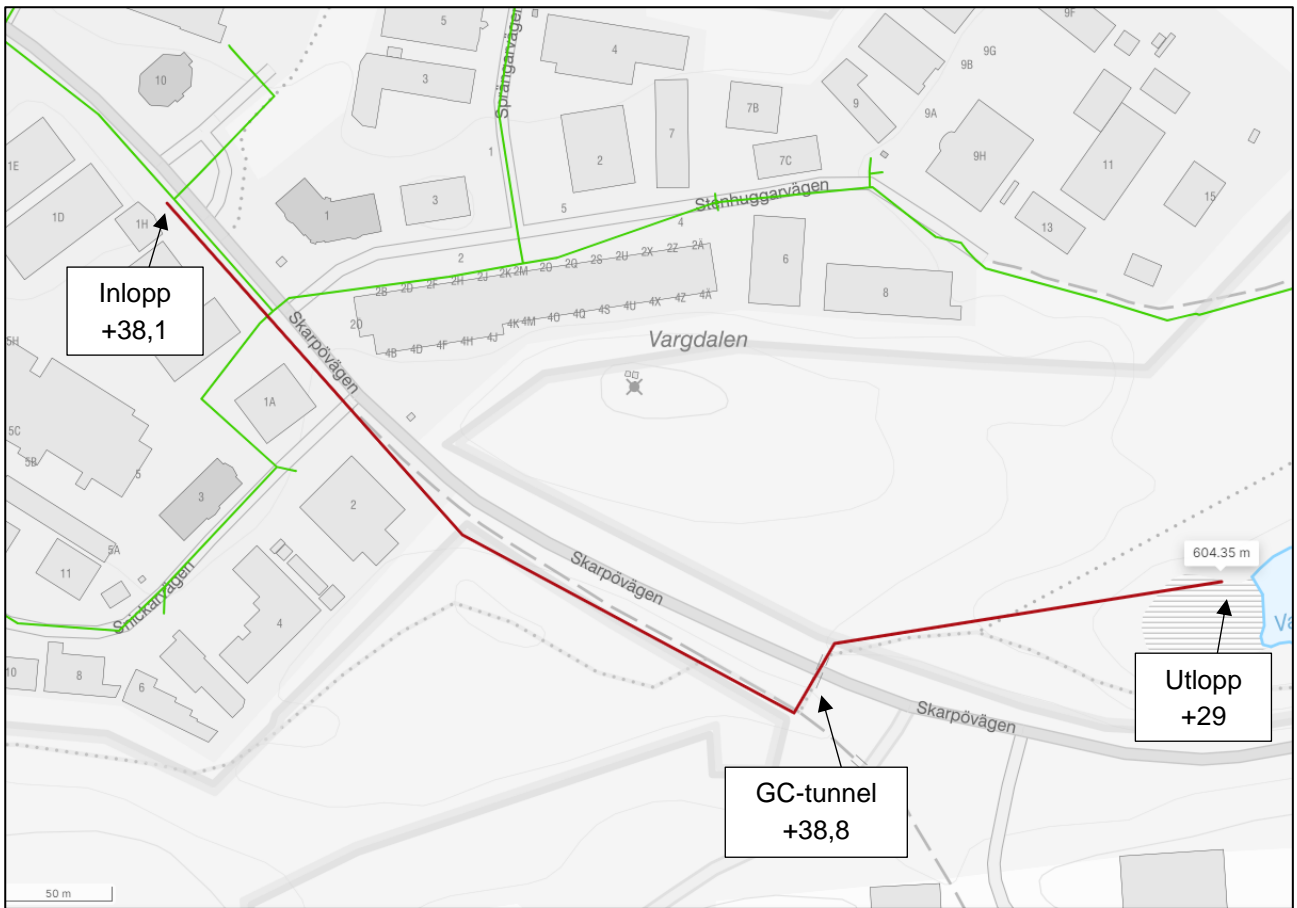
Ett åtgärdsförslag har prövats i Scalgo Live för att minska översvämningen vid Skarpövägen till 30 cm, se Figur 28. Åtgärden består av en trumma med inlopp vid lågpunkten som leder vattnet till ett dike som rinner vidare till en sänka i bergsområdet. Befintlig höjd vid sänkan är +41,5 och det behöver vara minst 3 m djup för att kunna leda bort vattnet. Detta kan vara svårt att få till längs vägen, en längre trumma med större dimension (>1000 mm) kan testas om åtgärden ska utredas vidare.



Figur 28. Dikeslösning som har testats i Scalgo Live.

6.4.2 Ny ledning vid lågpunkten

En ny ledning föreslås med en större diameter (>1000 mm) som kan anläggas vid lågpunkten på Skarpövägen och har sitt utlopp i Myrsjön (se Figur 29). Det finns mindre marktäckning i den befintliga ledningen vilket innebär att det nya ledningen behöver ett nytt inlopp. Flera kupolbrunnar kan anslutas till inloppet för att avleda mer vatten vid skyfall. Det finns en befintlig dagvattenledning som korsar vägen vilket innebär att den nya ledningen skulle behöva ligga under denna. Detta förslag kan visa en större effekt jämfört med åtgärdsförslag 1-3 eftersom inloppet ligger i lågpunkten (vid grönytan) där vattnet samlas. Ett annat alternativ är att placera utloppet i naturmarken innan GC-tunneln, men det kan innebära en risk till området nedströms som kommer att behöva utredas. Detta förslag har inte modellerats ännu.



Figur 29. Förslag med nya ledningar (röda).

7 SLUTSATSER

Samtliga simuleringar i skyfallsmodellen visar en stor översvämningsrisk i lågpunkten vid Skarpövägen. Maximala vattendjup i lågpunkten ligger över 1 m under ett 100-årsregn vilket innebär begränsning av framkomligheten till det norra industriområdet och Telegrafvägen. Skyfallsmodellen för framtida situation visar på liknande resultat vid lågpunkten men översvämningen har minskats längs GC-vägen. Utvidgning av verksamhetsområdet får till följd att mindre vatten rinner in från skogsområdet och samlas omkring fastigheterna.

Enligt modellen syns kapacitetsbrist i ledningsnätet vid befintliga förhållanden längs Skarpövägen. Modellen är däremot okalibrerad vilket innebär osäkerheter kring kapaciteten och flödet i ledningsnätet, detta kan påverka hur mycket vatten som rinner ut på marken vid stora regn. Resultatet visar att maximala trycknivån ligger över marknivå även vid ett 10-årsregn. Det utvidgade området har en marginell påverkan på ledningsnätet längs Skarpövägen, därmed visar det att översvämningen i lågpunkten är ungefär densamma vid normala flöden.

WSP har tagit fram åtgärdsförslag för att försöka minska översvämningen på lågpunkten och säkerställa framkomligheten på Skarpövägen. Åtgärdsförslag 1 består av en ny 1000 mm ledning för att avlasta ledningsnätet. Resultatet visar att översvämningen blir kvarstående, vilket innebär att en kombination av åtgärder kan behövs för att avleda vattnet i lågpunkten vid ett skyfall. En kombination av åtgärder förslås i åtgärdsförslag 2-3 som består av sänkning av naturmarken nordost om lågpunkten och nya ledningar. Maximala vattendjup har inte minskats till tillräckligt låga nivåer (max 30 cm) för att säkerställa framkomligheten, men tiden som vattnet står kvar i lågpunkten efter regnet har minskats från 9 timmar (vid befintliga förhållanden) till ca 1,5 timmar.

Fortsatt arbete föreslås för att utreda om de alternativa åtgärderna kan uppfylla Länsstyrelsens rekommendationer genom att säkerställa framkomligheten på Skarpövägen och minimera risken för skador vid ett skyfall.

8 REFERENSER

MSB, 2017 – Vägledning för skyfallskartering, tips för genomförande och exempel på användning,

MSB1121 – augusti 2017, ISBN: 978-91-7383-764-4

SVU-rapport 2016-15 - "Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem".

Svenskt vatten P110

Svenskt vatten P104

9 BILAGA 1-10

Bilaga 1 – Profiler i ledningsnätet med simuleringsresultat

Bilaga 2 – Maximala vattendjup under ett 100-årsregn vid befintliga förhållanden

Bilaga 3 – Maximala vattendjup under ett 100-årsregn vid framtida förhållanden

Bilaga 4 – Differens maximalt vattendjup vid framtida förhållanden

Bilaga 5 – Maximala vattendjup under ett 100-årsregn med åtgärdsförslag 1

Bilaga 6 – Differens maximalt vattendjup med åtgärdsförslag 1

Bilaga 7 – Maximala vattendjup under ett 100-årsregn med åtgärdsförslag 2

Bilaga 8 – Differens maximalt vattendjup med åtgärdsförslag 2

Bilaga 9 – Maximala vattendjup under ett 100-årsregn med åtgärdsförslag 3

Bilaga 10 – Differens maximalt vattendjup med åtgärdsförslag 3

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com



BILAGA 1

KUMMELBERGETS VERKSAMHETSOMRÅDE

PROFILER I LEDNINGSNÄTET MED SIMULERINGSRESULTAT

2023-09-22



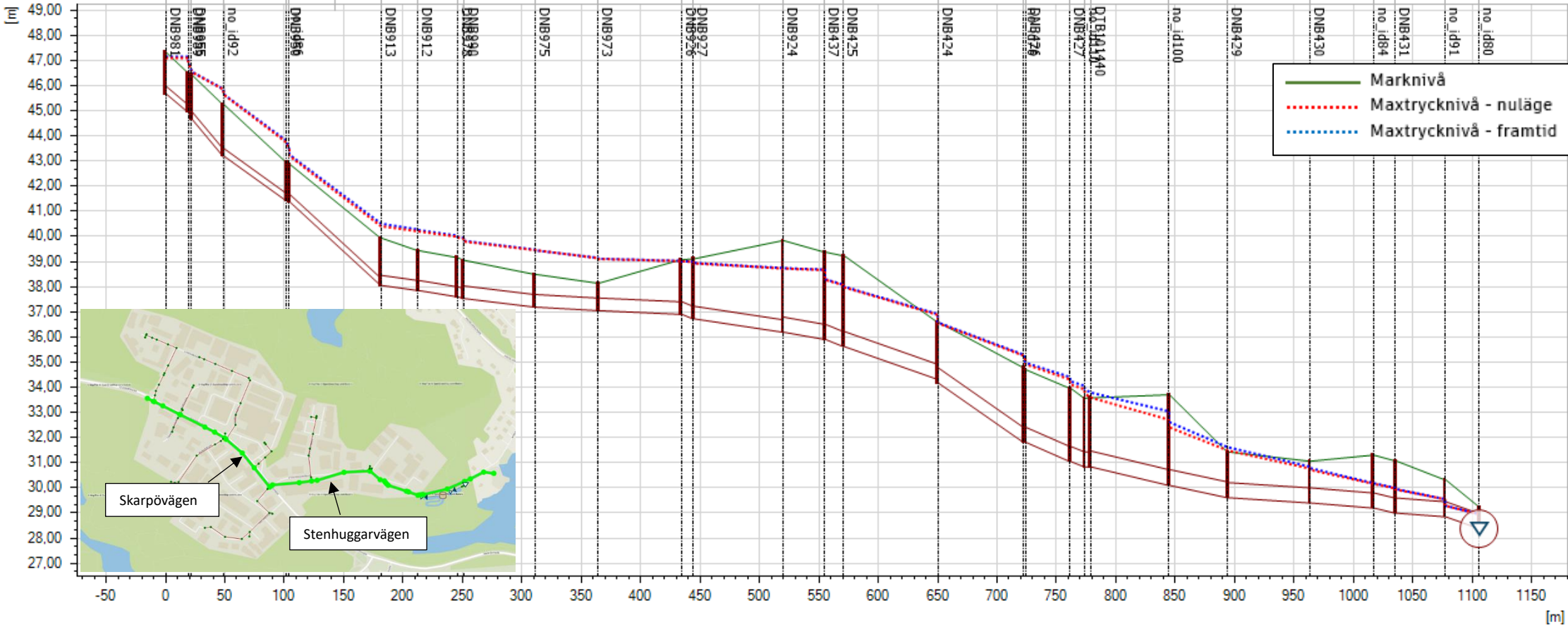
1D Simulering 10-årsregn - nuläge och framtid

Maxflöde-Framtid

0.018521 0.16845 0.18061 0.17575 0.32203 0.38734 0.45248 0.70999 0.81385 0.77878 1.0393 0.63384 0.59439
 0.16345 0.18445 0.19085 0.24163 0.32269 0.44557 0.46005 0.7084 0.76554 0.86606 0.63399 0.59447 0.59378

Maxflöde-Nuläge

0.0084996 0.1626 0.18047 0.17558 0.32109 0.38395 0.45277 0.7133 0.81399 0.82585 0.99599 0.61058 0.58043
 0.15526 0.18427 0.19088 0.21209 0.2777 0.44478 0.46575 0.71163 0.78484 0.88606 0.61069 0.58046 0.58038



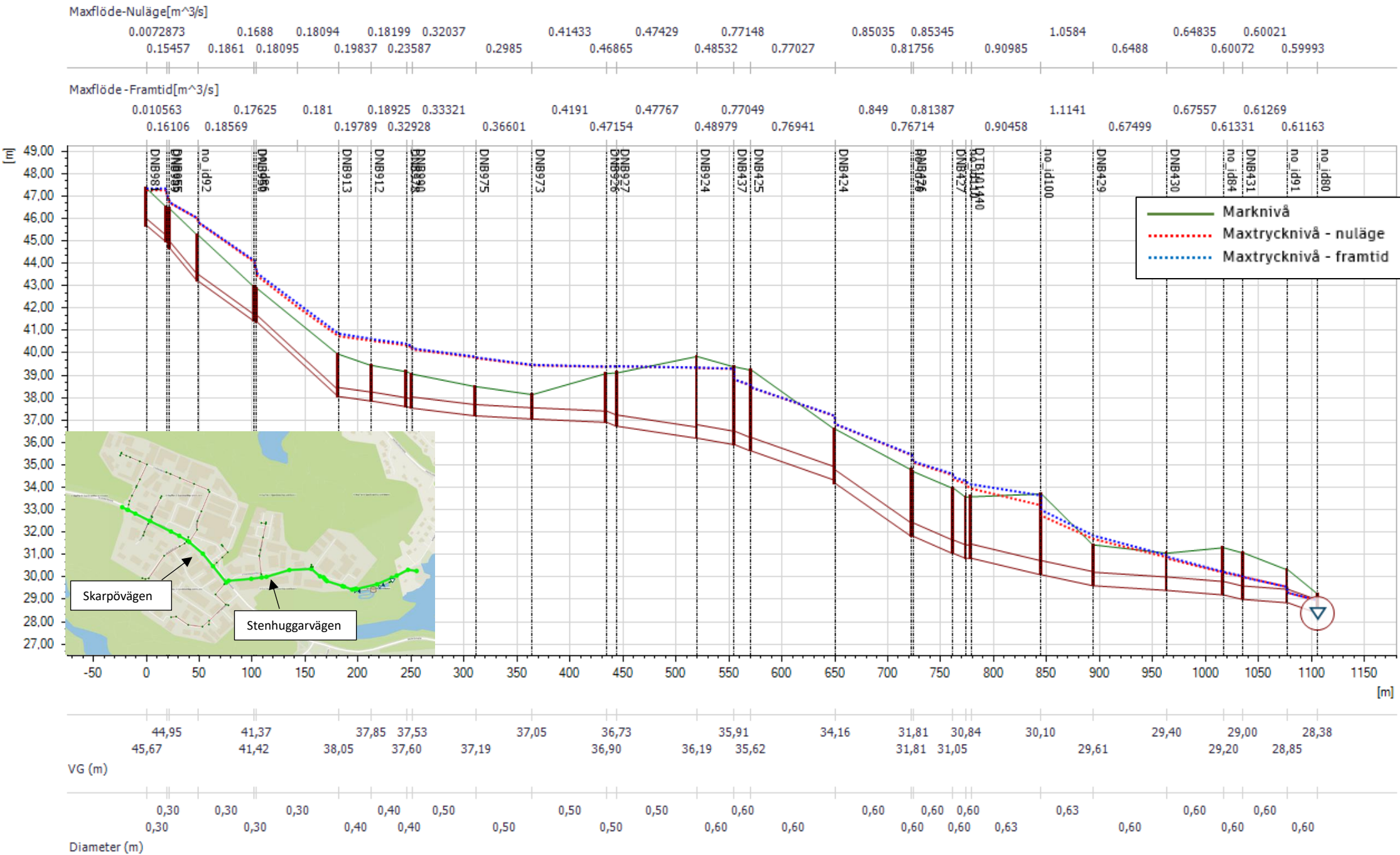
44,95	41,37	37,85	37,53	37,05	36,73	35,91	34,16	31,81	30,84	30,10	29,40	29,00	28,38
45,67	41,42	38,05	37,60	37,19	36,90	36,19	35,62	31,81	31,05	30,10	29,61	29,20	28,85
0,30	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,63	0,60	0,60	0,60
0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,63	0,60	0,60	0,60

VG (m)

Diameter (m)

[m]

1D Simulering 30-årsregn (med 1,25 klimatfaktor) - nuläge och framtid








Bilaga 2

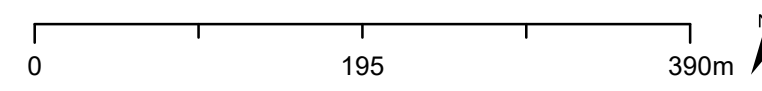
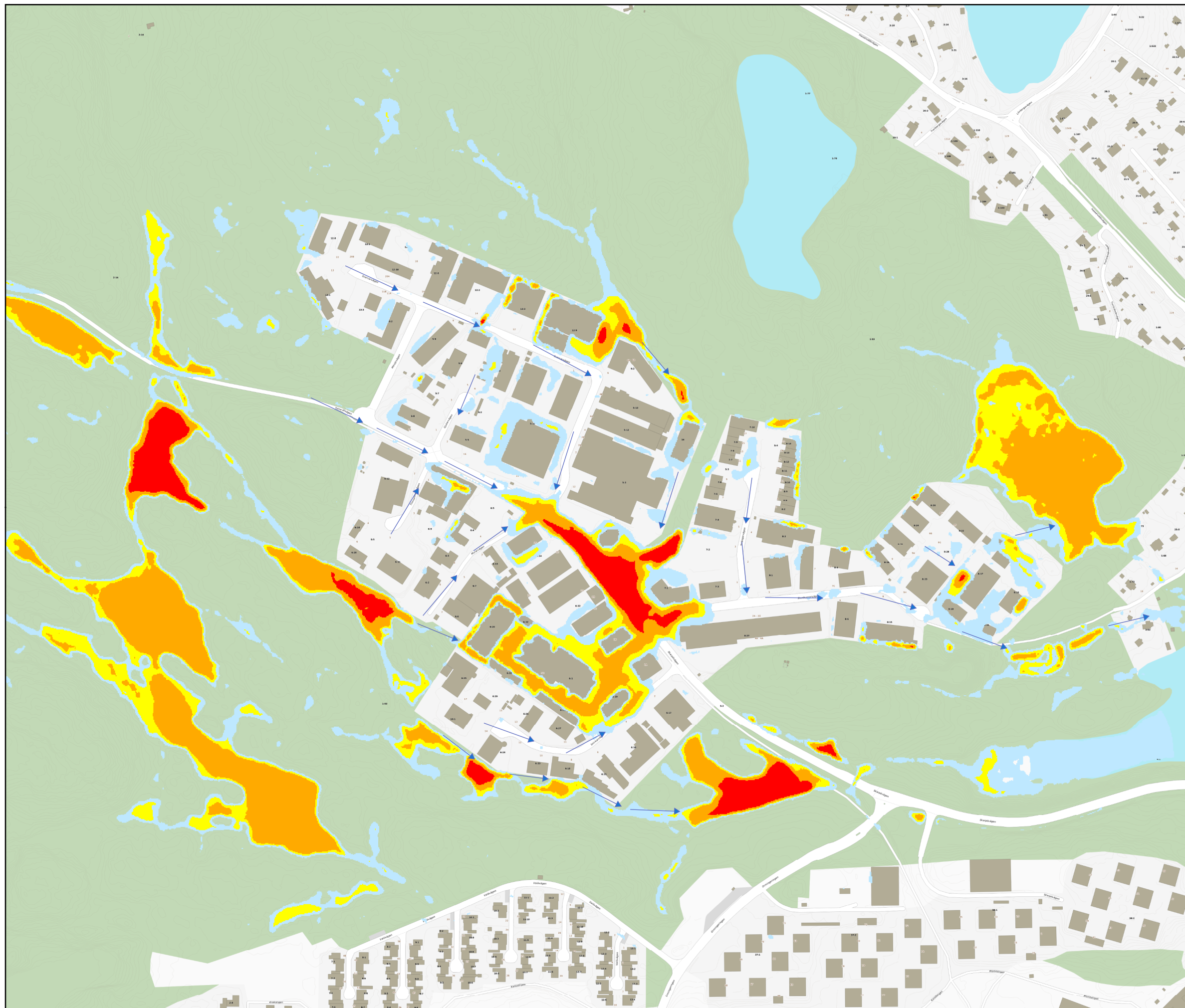
Kummelbergets verksamhetsområde

Befintliga förhållanden
100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING

Maxvattendjup (m)

-  < 0,1 (visas inte på karta)
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  0,5 - 1,0
-  > 1,0



Skala 1:4 498
Datum: 2023-09-14
Utskriftsformat: A3









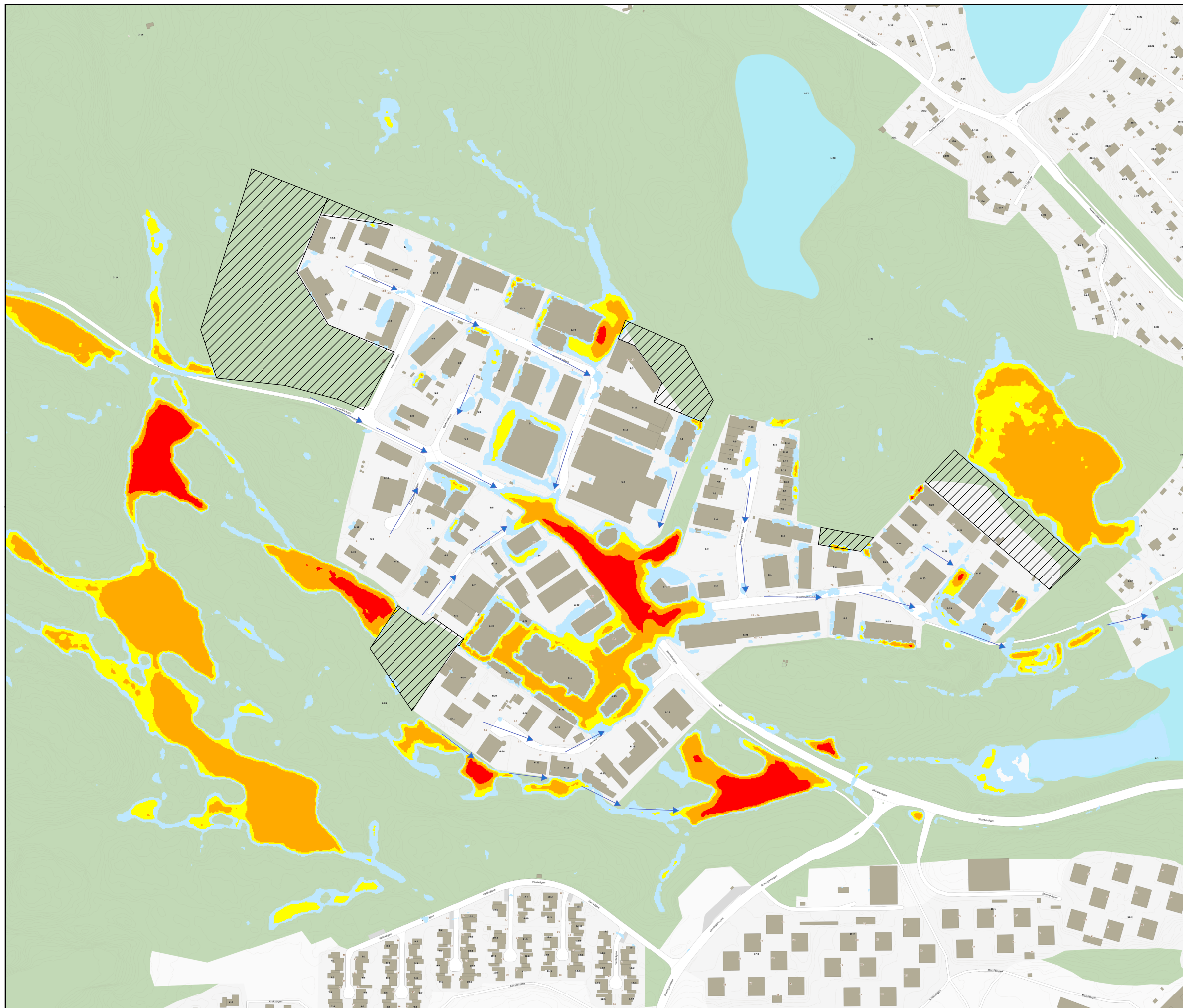
Bilaga 3

Kummelbergets verksamhetsområde

Framtida förhållanden
100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING

-  Planområde
- Maxvattendjup (m)**
-  < 0,1 (visas inte på karta)
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  0,5 - 1,0
-  > 1,0



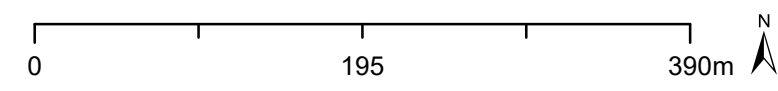
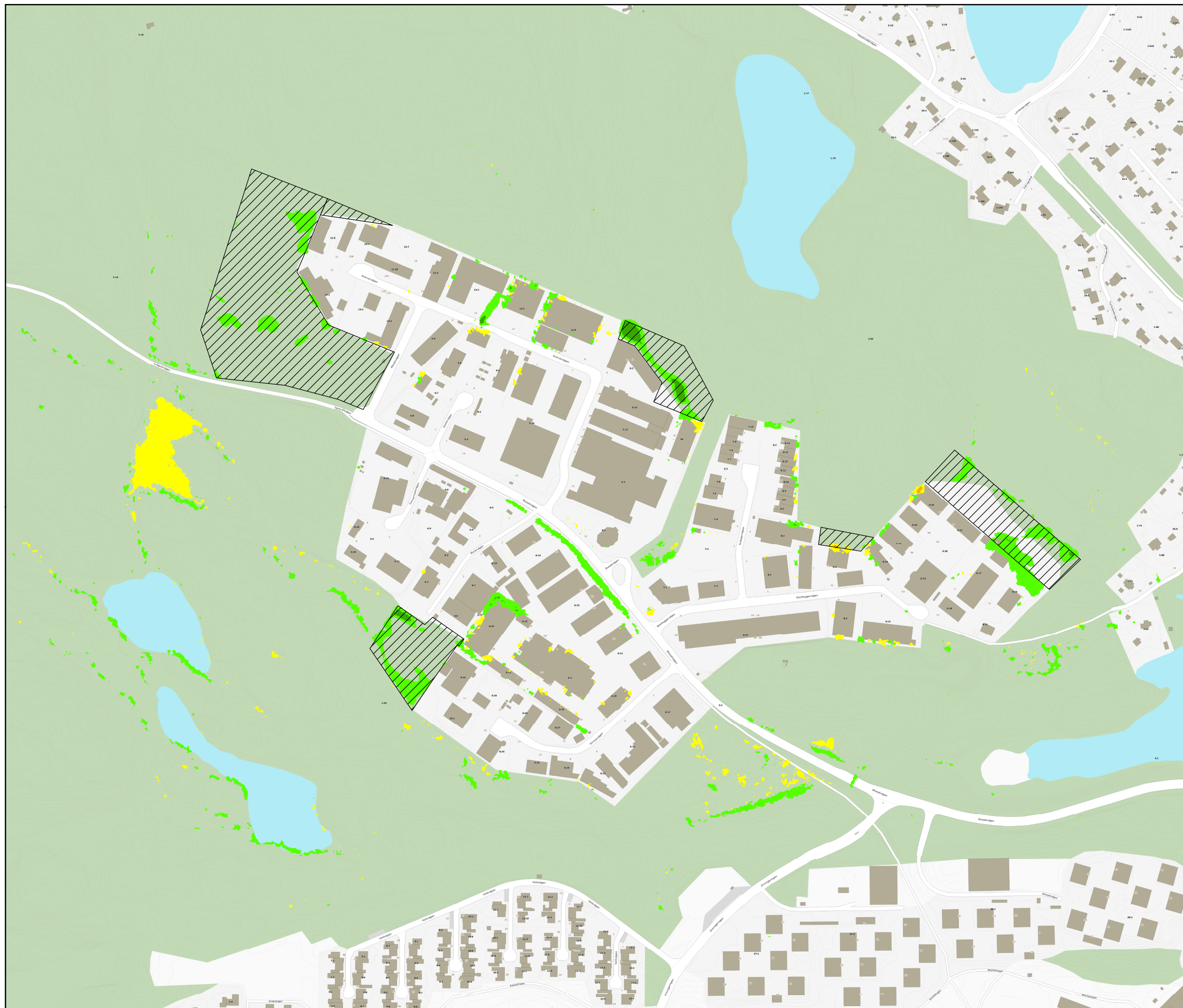
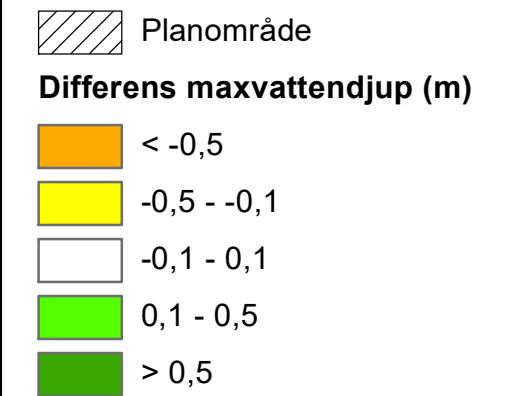
Bilaga 4

Kummelbergets verksamhetsområde

Differens maximalt vattendjup
Framtida förhållanden

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING









Bilaga 5

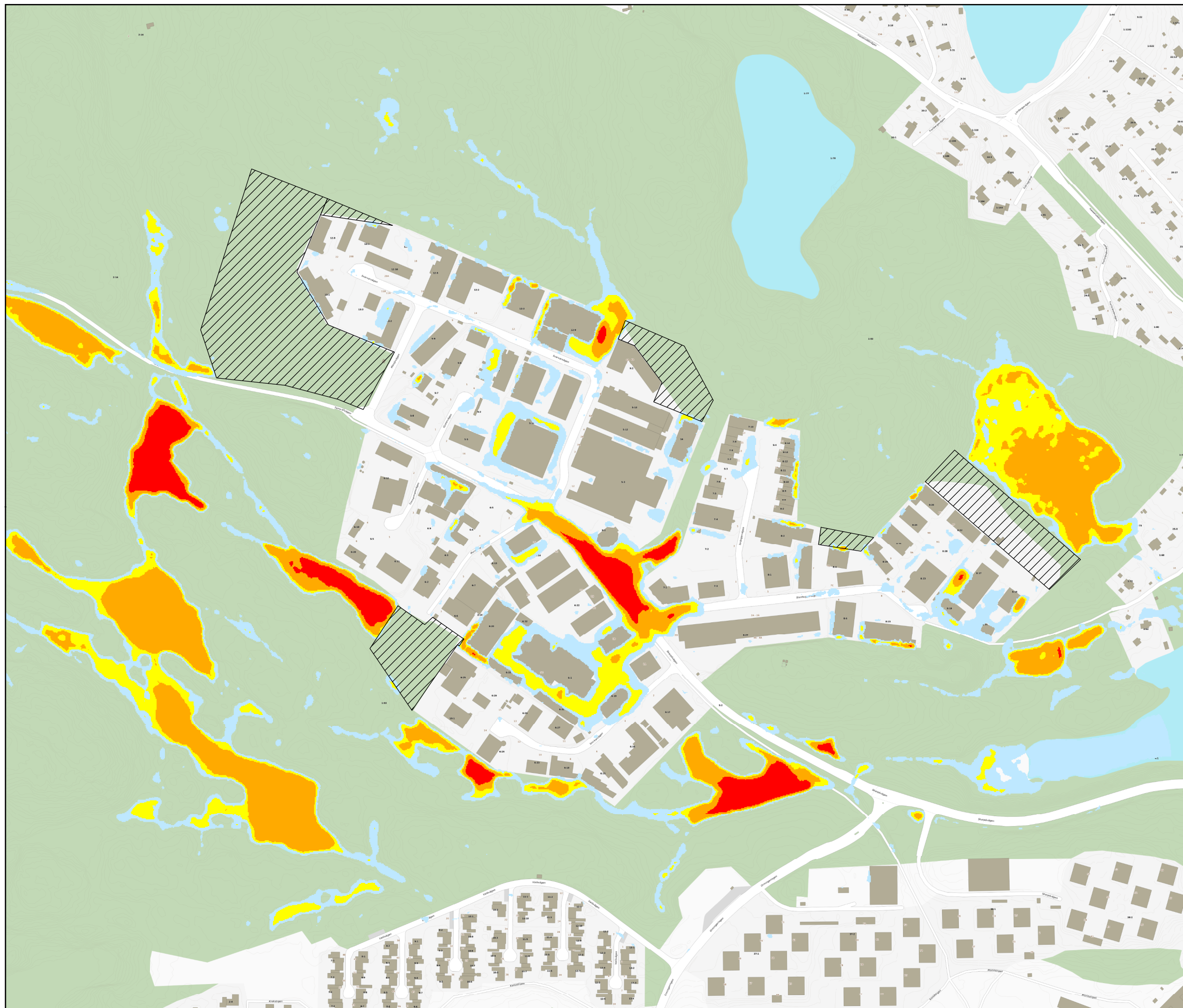
Kummelbergets verksamhetsområde

Åtgärdsförslag 1

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING

-  Planområde
- Maxvattendjup (m)**
-  < 0,1 (visas inte på karta)
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  0,5 - 1,0
-  > 1,0



Bilaga 6

Kummelbergets verksamhetsområde

Differens maximalt vattendjup
Åtgärdsförslag 1

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimattfaktor


TECKENFÖRKLARING


 Planområde


Differens maxvattendjup (m)


 < -0,3

 -0,3 - -0,1

 -0,1 - -0,05

 -0,05 - -0,02

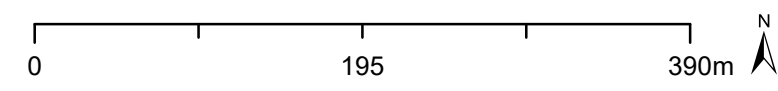
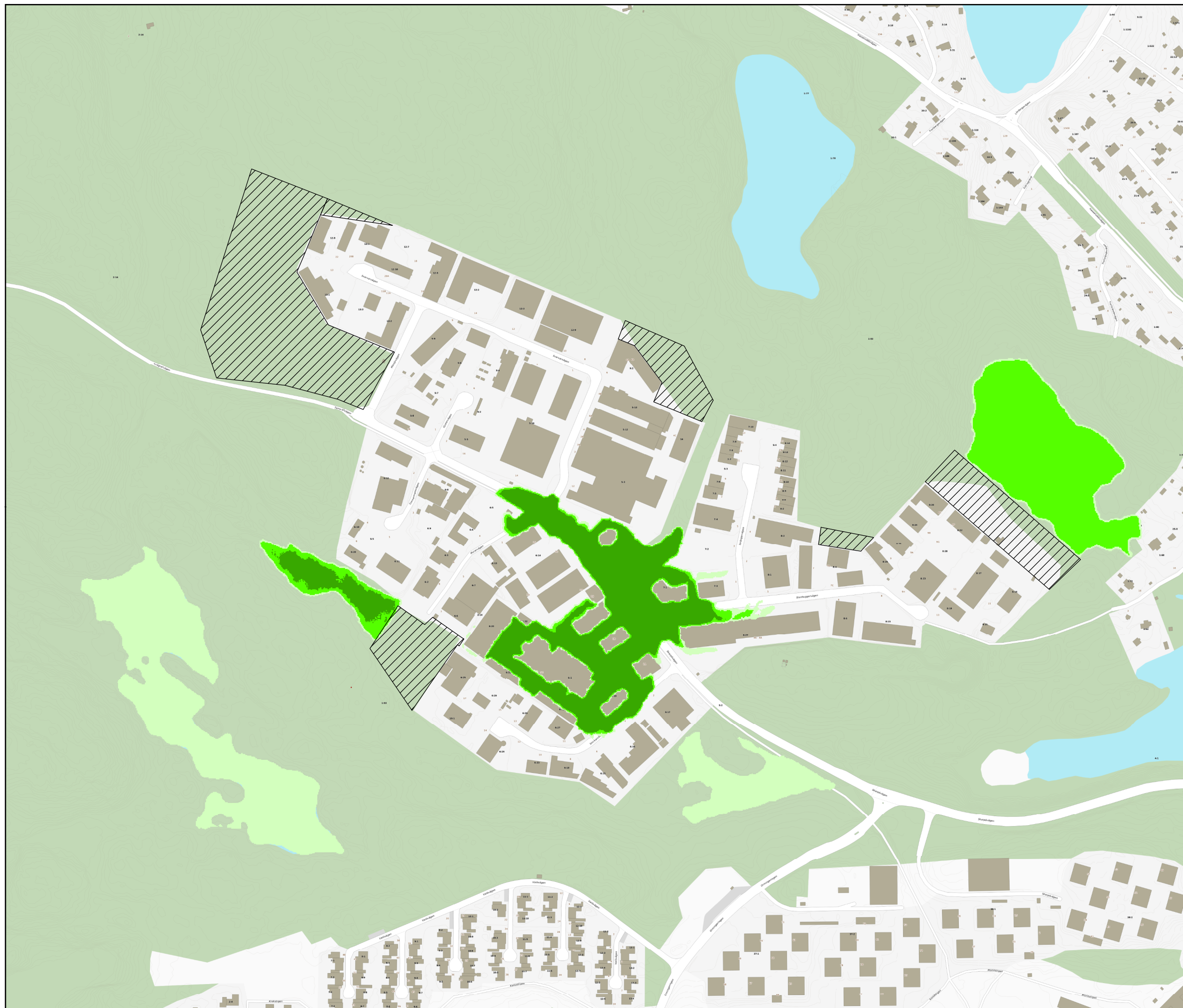
 -0,02 - 0,02

 0,02 - 0,05

 0,05 - 0,1

 0,1 - 0,3

 > 0,3



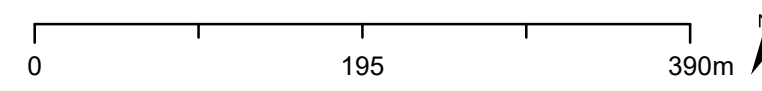
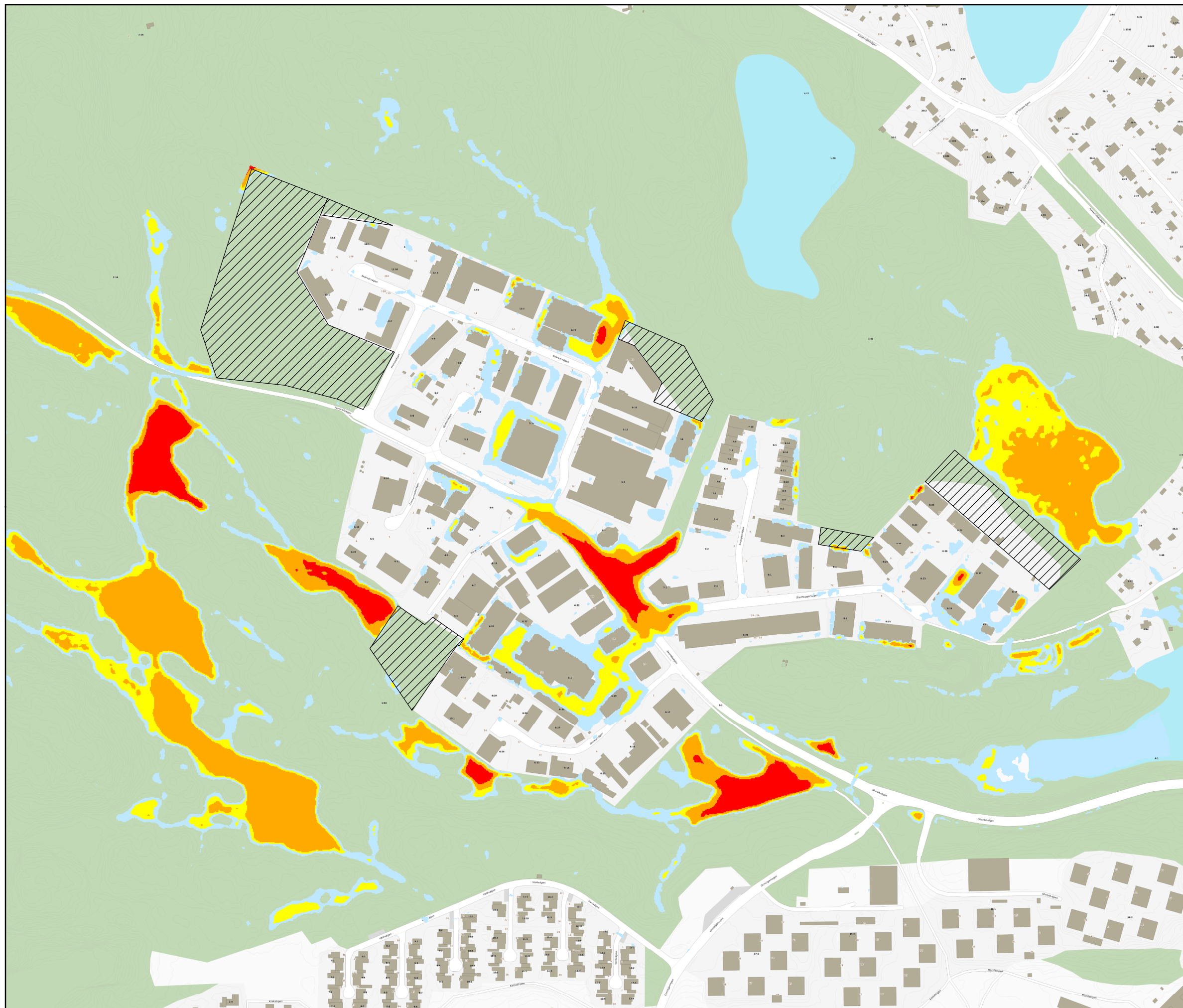
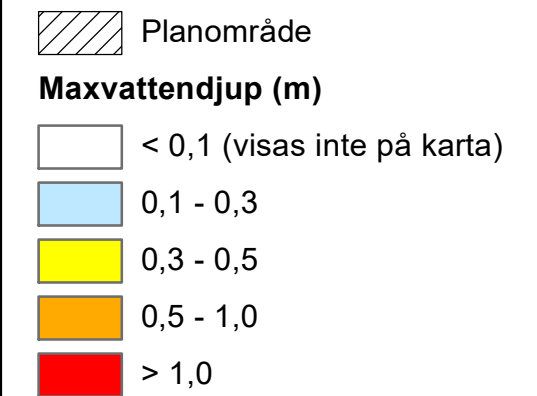
Bilaga 7

Kummelbergets verksamhetsområde

Åtgärdsförslag 2

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING



Skala 1:4 498
Datum: 2023-09-20
Utskriftsformat: A3



Bilaga 8

Kummelbergets verksamhetsområde

Differens maximalt vattendjup
Åtgärdsförslag 2


100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimattfaktor


TECKENFÖRKLARING


 Planområde


Differens maxvattendjup (m)


 < -0,3


 -0,3 - -0,1

 -0,1 - -0,05

 -0,05 - -0,02

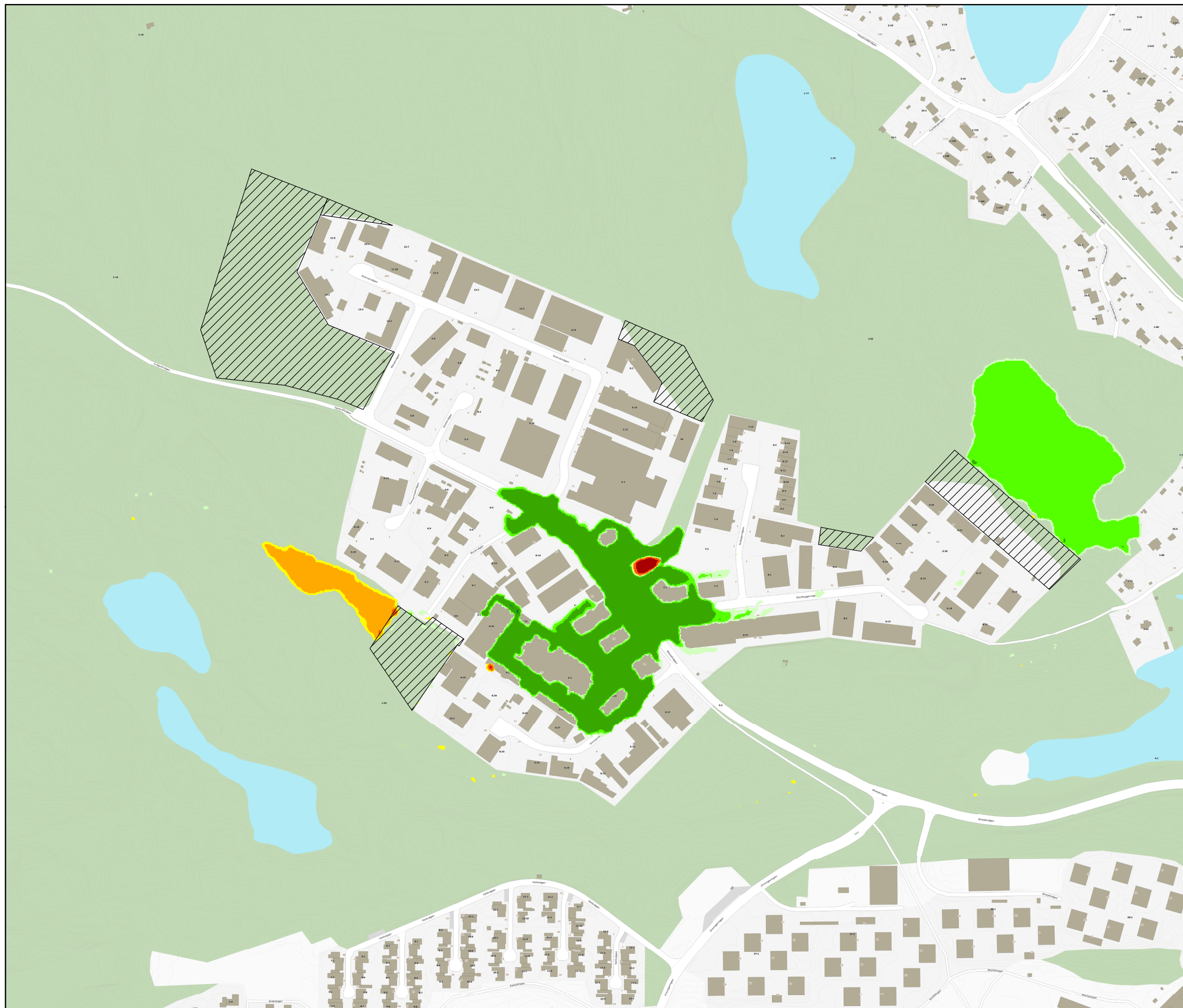
 -0,02 - 0,02

 0,02 - 0,05

 0,05 - 0,1

 0,1 - 0,3

 > 0,3









Bilaga 9

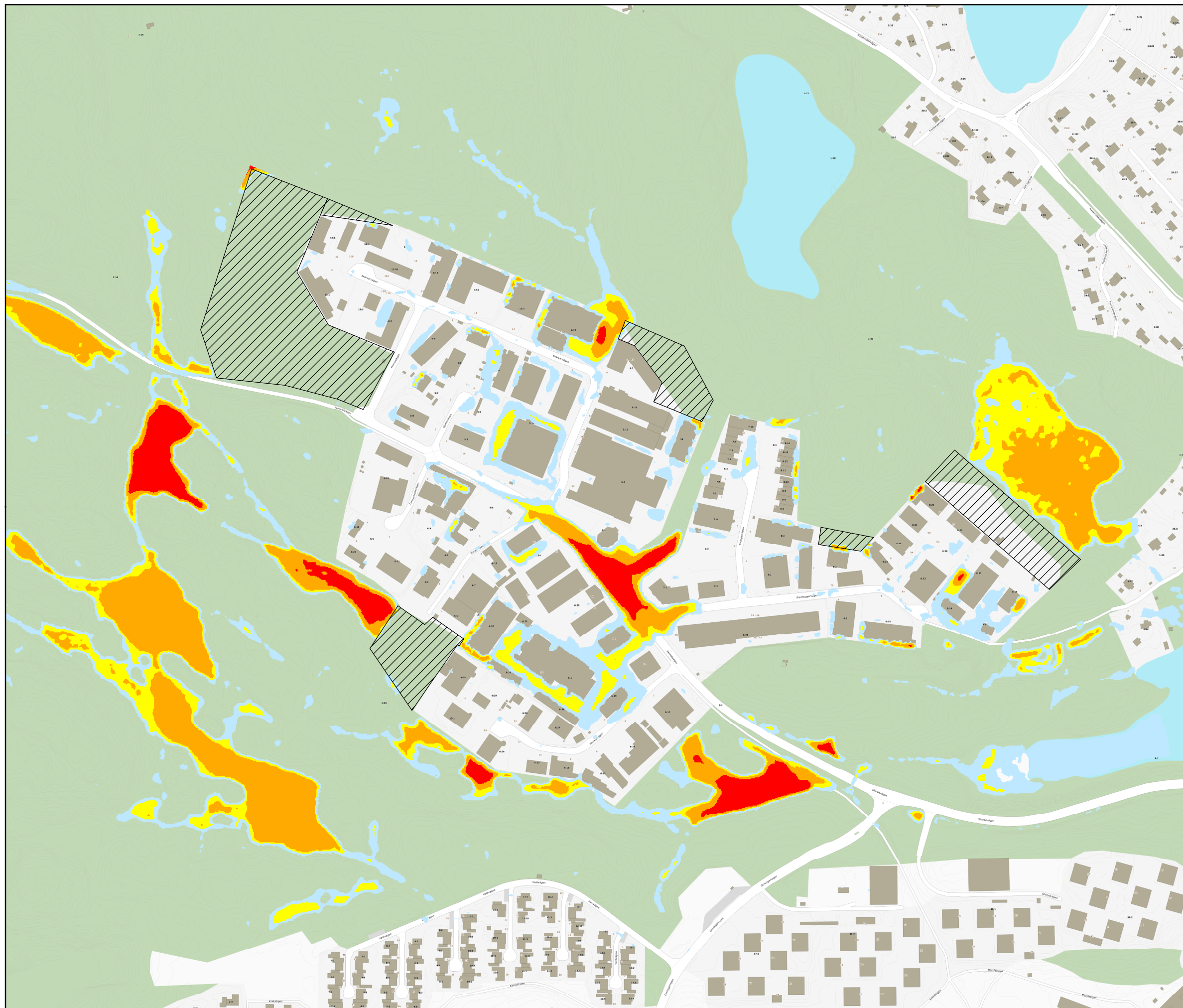
Kummelbergets verksamhetsområde

Åtgärdsförslag 3

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor

TECKENFÖRKLARING

-  Planområde
- Maxvattendjup (m)**
-  < 0,1 (visas inte på karta)
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  0,5 - 1,0
-  > 1,0



Bilaga 10

Kummelbergets verksamhetsområde

Differens maximalt vattendjup
Åtgärdsförslag 3

100-årsregn, CDS 6h,
1,25 klimatfaktor


TECKENFÖRKLARING


 Planområde


Differens maxvattendjup (m)


 < -0,3


 -0,3 - -0,1

 -0,1 - -0,05

 -0,05 - -0,02

 -0,02 - 0,02

 0,02 - 0,05

 0,05 - 0,1

 0,1 - 0,3

 > 0,3

