

STOCKHOLMS STAD - EXPLOATERINGSKONTORET

BROMSTENSGLUGGEN

SKYFALLSANALYS

2022-09-02



wsp

BROMSTENSGLUGGEN

Skyfallsanalys

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

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

KONTAKTPERSONER

[Joakim Scharp](mailto:joakim.scharp@wsp.com), joakim.scharp@wsp.com
Anna Albrechtsson, anna.albrechtsson@stockholm.se

PROJEKT
Bromstensgluggen

UPPDRAGSNAMN
Bromstensgluggen,
Dagvattenutredning, skyfallskartering
och klimatscenarier

UPPDRAGSNUMMER
10323180

FÖRFATTARE
Sabah Al-Shididi
Malin Eriksson
Sylwia Sieminska

DATUM
2022-09-02

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Joakim Scharp

GODKÄND AV
Joakim Scharp

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
1 INLEDNING	5
1.1 OMRÅDESBESKRIVNING	5
2 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR	7
3 RIKTLINJER FÖR SKYFALLSANALYSEN	7
4 HYDROLOGISK ANALYS	9
5 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	11
6 REDIGERINGAR I MARKMODELL	17
6.1.1 Barriärer & diken	18
6.1.2 Idrottsytan	20
6.1.3 Magasin	20
7 FÖRUTSÄTTNINGAR I SCALGO	22
7.1 REGNVOLYM	22
7.2 IMPLEMENTERING AV MARKANVÄNDNING	23
7.3 BEGRÄNSNINGAR I METODEN	25
8 ANALYS AV FLÖDESVÄGAR, VOLYM OCH ÅTGÄRD	26
8.1 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	26
8.2 PLANERAD SITUATION	28
8.2.1 Avrinnande volymer	28
8.2.1.1 Flödesvägar	29
8.2.2 Fördröjningsvolymer	34
8.2.3 Jämförelse avrinnande volym och fördröjningsvolymer	42
8.2.4 Jämförelse befintlig & planerad situation	44
9 SLUTSATSER	46
10 REFERENSER	47

SAMMANFATTNING

WSP har på uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholm tagit fram en skyfallsanalys för projektet Bromstensgluggen i norra Stockholm, på gränsen till Sundbyberg. Detaljplanen som är ca 9 ha stor ska ge möjligheter för nya bostäder, idrottsplats, förskola samt parker och torg. Marken består idag i huvudsak av grönområde och ligger intill den hårt trafikerade Ulvsundavägen.

Skyfallsanalysen har tagits fram i mjukvaran Scalgo Live och baseras på befintliga höjder samt redigerade terrängmodeller som tagits fram utefter underlag från planerad höjdsättning av landskap och gata. Det bedöms att för planen är ett 100-års regn med 30-minuters varaktighet och klimatfaktor 1,25 det kritiska fallet. Detta motsvarar en nederbörd om 56 mm om ingen hänsyn tas till ett ledningsnät, eller 30 mm eller 23 mm om hänsyn tas till ett ledningsnät med kapacitet att omhänderta 10- respektive 20-års regn. Skyfallsanalyser har utförts för alla tre scenarion.

Analysen visar att området vid ett 100-års regn redan idag är utsatt för omfattande översvämningsrisker från vatten som kommer från 4 mindre avrinningsområden som ligger helt eller delvis inom planen. Volymen vatten som uppstår är ca 14 000 m³ vid 56 mm regn, 6400 m³ vid 30 mm och 4400 m³ vid 23 mm. Den närliggande Ulvsundavägen tar också emot stora volymer vatten från ett femte avrinningsområde som ligger utanför planen, inom Sundbyberg. Inga åtgärder kan göras för detta vatten inom Bromstensgluggen, men en diskussion kring framtida hantering pågår mellan Stockholms stad, Sundbybergs kommun, Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) samt Sundbyberg Avfall & Vatten (Savab).

För att möjliggöra exploatering har planarbetet därför involverat omfattande skyfallsanpassningar, som avser att omhänderta skyfallsvolymer som uppstår från Stockholms stads del av avrinningsområdet. Framtagandet och analysen av dessa har varit en stor del i planarbetet. Lösningar har placerats på allmän platsmark och utgår från de flödesvägar som uppstår med den framtida höjdsättningen för att säkerställa att de ligger så att skyfallsvattnet faktiskt kan rinna dit. Sammanlagt har 8 större skyfallslösningar studerats och består av en blandning av diken, dammar, grönområden och en multifunktionell översvämningsyta på en idrottsplats. Hänsyn har också tagits till vatten som fastnar i naturliga lågpunkter som bevaras inom planen. Hur effektiva lösningarna är beror på storleken av regnet, och den tillgängliga volymen varierar därför. Volymen är ca 8200 m³ vid 56 mm regn, 6600 m³ vid 30 mm regn och 5000 m³ vid 23 mm regn.

Slutsatsen är alltså att planen Bromstensgluggen klarar av att hantera ett 100 års regn med 30 minuters varaktighet, förutsatt att det finns ett ledningsnät med kapacitet att omhänderta ett 10-års regn. Den befintliga översvämningen på Ulvsundavägen kvarstår trots åtgärderna, men beror vid planerad situation främst på tillflöde från Sundbyberg. Om detta flöde inte hanteras översvämmas också en liten del av Dikesvägen.

1 INLEDNING

WSP utför på uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholms stad en skyfallsanalys samt dagvattenutredning för projektet Bromstensgluggen, i samband med upprättandet av detaljplan.

Bromstensgluggen är en del av arbetet med planprogrammet Spångadalen, som avslutades i december 2020 för att i stället fokusera på separata detaljplaner inom området. Detaljplanen för Bromstensgluggen ska ge möjlighet till uppförande av nya bostäder, idrottsplats, förskola samt parker och torg.

Med anledning av detta uppdrag har en skyfallsanalys utförts för att identifiera potentiella problem som exploateringen av Bromstensgluggen skulle kunna medföra.

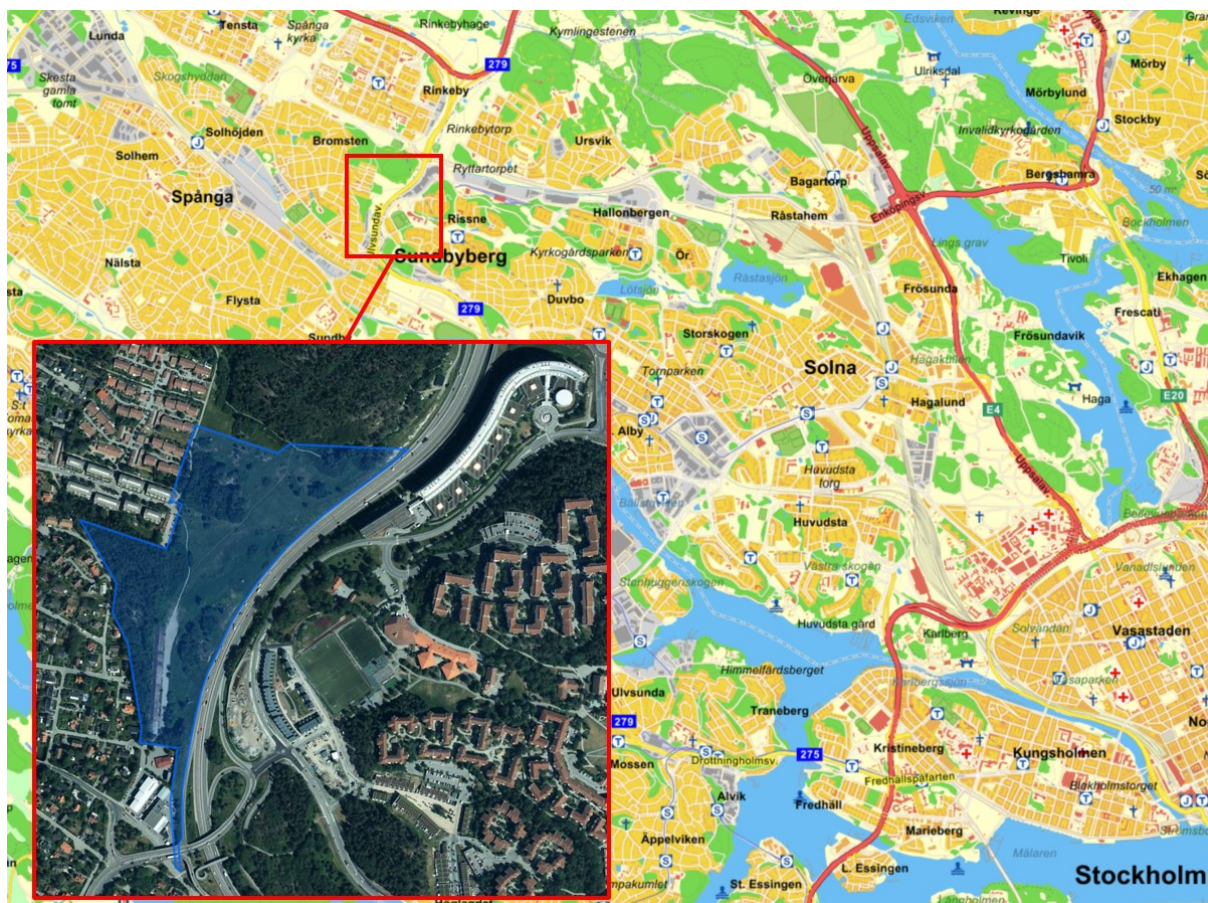
Analysen har utförts i Scalgo Live för olika scenarier för 100-årsregn (med klimatfaktor) utan och med avdrag för ledningsnät. Avdraget representerar dagvattensystemets ledningsnätskapacitet vid befintlig och framtida situation inom och nedströms området, med hänsyn tagen till klimatfaktor.

Detta PM innehåller:

- Analys av befintliga förhållanden baserad på befintliga terrängdata (flödesvägar, analys av lågpunkter),
- Framtida villkorsanalys baserad på terrängdata för exploateringen (Höjdsättning, flödesvägar, analys av lågpunkter) samt bedömning av vattenförvaltningsförändringar.
- Identifiering av markanvändning och uppskattning av genomsnittlig avrinningskoefficient.
- Identifiering av problemområden och förslag på potentiella åtgärder.

1.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Planområdet, som ligger i nordvästra Stockholm mellan Spånga och Sundbyberg, är cirka 9 ha och består i dagsläget av naturmark (Figur 1). I öster gränsar området till Ulvsundavägen, i norr gränsar det till kuperad naturmark i Rissne skog och i väster och söder möter området den befintliga bebyggelsen i Bromsten.



Figur 1. Översiktsbild över planområdet med planområdet markerat i blått. Bildkälla: Eniro.se

Bromstensgluggen ligger inom Brunnsvikens avrinningsområde, både sett till teknisk och naturlig avrinning. Vattnet rinner via Norra Råstabäcken och Råstasjön, innan det mynnar i Brunnsviken (Figur 2).



Figur 2. Brunnsvikens avrinningsområde (blått område) och planrådets gräns (röd linje). Källa bakgrundsbild: Esri (Basemap). Källa avrinningsområde: Länsstyrelserna.

2 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

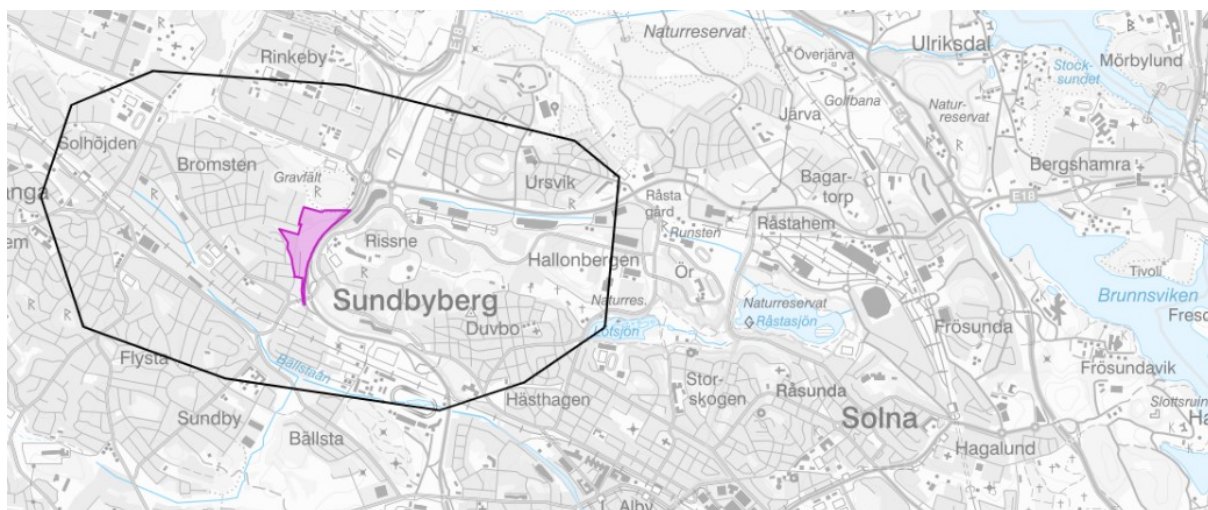
I samband med framtagande av planprogrammet för Spångadalen utfördes en dagvattenutredning av Structor 2016, som uppdaterades 2017. Inom planprogramsarbetet togs även trafikutredning, kulturmiljöanalys, landskapsanalys, naturvärdesinventering, översiktlig geoteknisk utredning, GIS-analys över friytor och barnkonsekvensanalys fram. Utifrån dessa analyser utfördes konsekvensbedömningar. I arbetet med detaljplan Bromstensgluggen har nya och mer utförliga utredningar och provtagningar utförts.

Som grund för Scalgo-analysen har följande material använts:

- Höjdinformation från Scalgo, som baseras på underlag från Lantmäteriet och GSD-Höjddata med 1x1 meters upplösning uppdaterad 2021.
- Markanvändningsinformation från Scalgo som baseras på underlag från Naturvårdsverket uppdaterat 2021.
- Ny exploateringsinformation i .tiff-, .shp- och .CAD-format inklusive:
 - Kvartersplan med ny bebyggelse
 - Höjdsättning på allmän platsmark genom terrängmodell *Gata_LA_bef mark* (2022-07-07).

Omfattningen av tillämpade planområdet visas i Figur 3, tillsammans med modellområdets utsträckning.

Höjdsystem: RH 2000, Koordinatsystem: SWEREF 99 18 00.



Figur 3. Modellområdet (svart) och planområdet (lila). Bakgrundskarta: Lantmäteriet genom Scalgo Live.

3 RIKTLINJER FÖR SKYFALLSANALYSEN

I Vägledning för Skyfallskartering (MSB 2017), rekommenderas att skyfallskarteringar bör utföras för ett 100-årsregn samt för ett regn med högre återkomsttid, på upp till 1000 år. Vilken varaktighet som ska användas kopplat till återkomsttiden på regnet anges inte i riktlinjerna varmed det är upp till respektive kommun att bestämma vad man vill modellera.

Enligt Boverkets riktlinjer (Boverket, 2018) behöver översvämningsrisken till följd av skyfall beaktas vid planläggning. Ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör planläggas så att den årliga sannolikheten för översvämning är mindre än 1/100. Vid planläggning av verksamheter av större samhällsviktig betydelse eller verksamheter där översvämning leder till särskilt

stora konsekvenser, såsom räddningstjänst och större sjukhus bör betydligt kraftigare skyfall med längre återkomsttider kunna hanteras. Dessutom behöver effekten av ett framtida klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas.

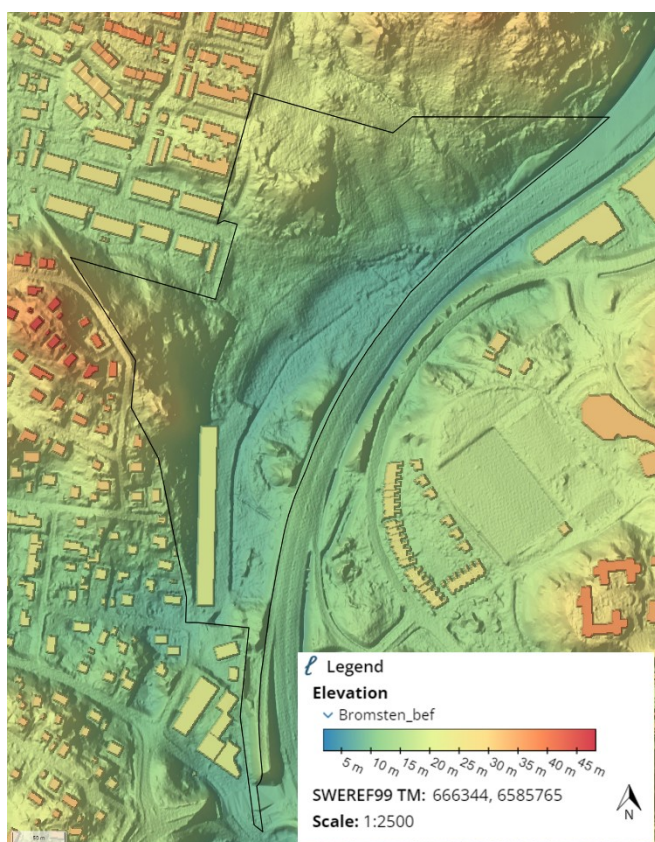
Även Länsstyrelserna Stockholms län och Göteborgs län (2018) rekommenderar att ny bebyggelse bör planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn och att samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå. En klimatfaktor ska inkluderas för att bedöma översvämningsrisken i ett förändrat klimat. På detaljplannivå sker hantering av risken genom konsekvensutredning och redovisning av riskreducerande åtgärder.

Generellt gäller att nybyggnation inte ska ske i utpekade lågpunkter eller översvämningszoner för att undvika negativa konsekvenser. Ytliga avrinningsstråk ska inte bebyggas och ska hållas öppna. I avrinningsstråk där stora flöden förväntas bör erosionsrisken beaktas. Om byggnation ändå planeras bör vattennivåer, flöden och rinnvägar analyseras och åtgärder såsom höjdsättning eller etablering av skyfallsytor vidtas för att undvika översvämning av byggnader. Exploatering leder oftast till en högre andel hårdgjorda ytor vilka i sin tur ökar avrinning och flöden. Detta kan förvärra översvämningsrisken för omliggande områden. En annan generell åtgärd är en kapacitetshöjning av dagvattennätet. Det är dock viktigt att tänka på att ledningsnätet och många andra dagvattenlösningar bara har en begränsad funktion och kapacitet vid skyfall.

4 HYDROLOGISK ANALYS

Den hydrologiska analysen inkluderar särskilt identifiering av flödesvägar med avseende på befintliga och framtida strukturer (trummor/rör/diken) och lågpunktsanalys som gör det möjligt att identifiera områden där vatten samlas från ytavrinning.

Befintliga förhållanden analyserades enligt oförändrade terrängdata från Scalgo (upplösning 1x1 m), se Figur 4. I denna modell är broar och viadukter borttagna för att möjliggöra simulering av det flöde som sker under. I stort är planområdet en lågpunkt, med flera höjder kring sig. Norra delen av planområdet sluttar upp mot en skogbeklädd kulle och marknivån ligger på cirka +20 meter. Kullens högsta punkt ligger utanför planområdet, med höjden +37 m. Marknivån är som lägst i den centrala delen av planområdet, där nivån ligger på cirka +8 meter. I väster sluttar marken kraftigt då marknivån går från cirka +9 m till +27 m vid planområdets västra kant. Den låglänta centrala delen av planområde sluttar svagt norrut.



Figur 4. Befintliga höjddata för Bromstensgluggen (Scalgo). Planområdet markerat i svart.

Figur 5 visar flödesvägar i blått, där orangea pilar tydliggör generella avrinningsriktningar. Det framgår att yttligt tillflöde till planområdet sker både från bebyggelsen i väster, skogsområdet i norr och Sundbyberg i öster. Vattnet rinner mot ett öppet dike som sträcker sig tvärs igenom planområdets låglänta del. Diket leder vattnet norrut. I nordväst går diket in i en kulvert som senare leds ut öppet i Norra Råstabäcken, där det leds vidare mot Brunnsviken (se Figur 6). Det yttliga flödet ut ur planområdet sker i områdets nordvästra hörn (vid röd stjärna i Figur 5). Ett vägdikeytmed östra sidan av Ulvsundavägen fångar troligen upp det mesta av flödet från den östra halvan av avrinningsområdet (från Sundbybergs stad) och leder det vidare till dagvattenledningsnätet. Detta område bidrar alltså bara med yttlig avrinning vid stora regn när vägdikeyt svämmar över och vattnet flödar över Ulvsundavägen till planområdet.



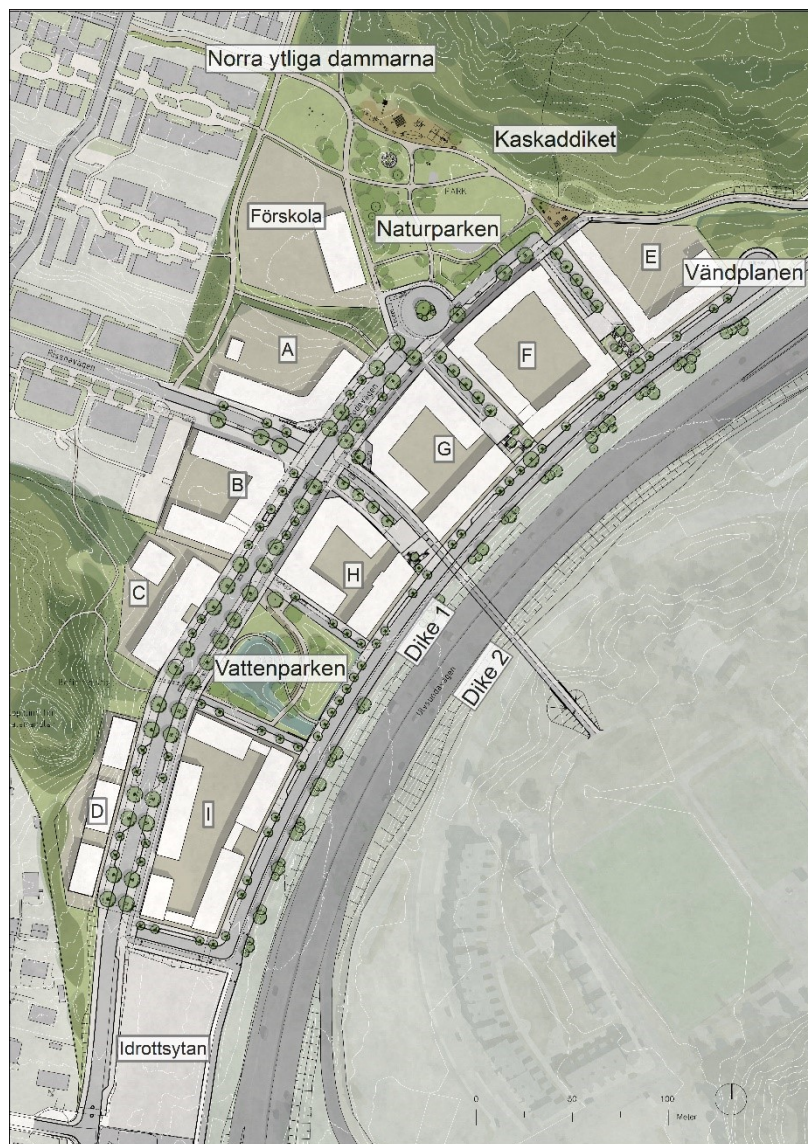
Figur 5: Avrinningsområde och befintliga flödesvägar inom Bromstengluggen. Ljusblå linje markerar gränsen mellan Stockholms stad och Sundbybergs stad.



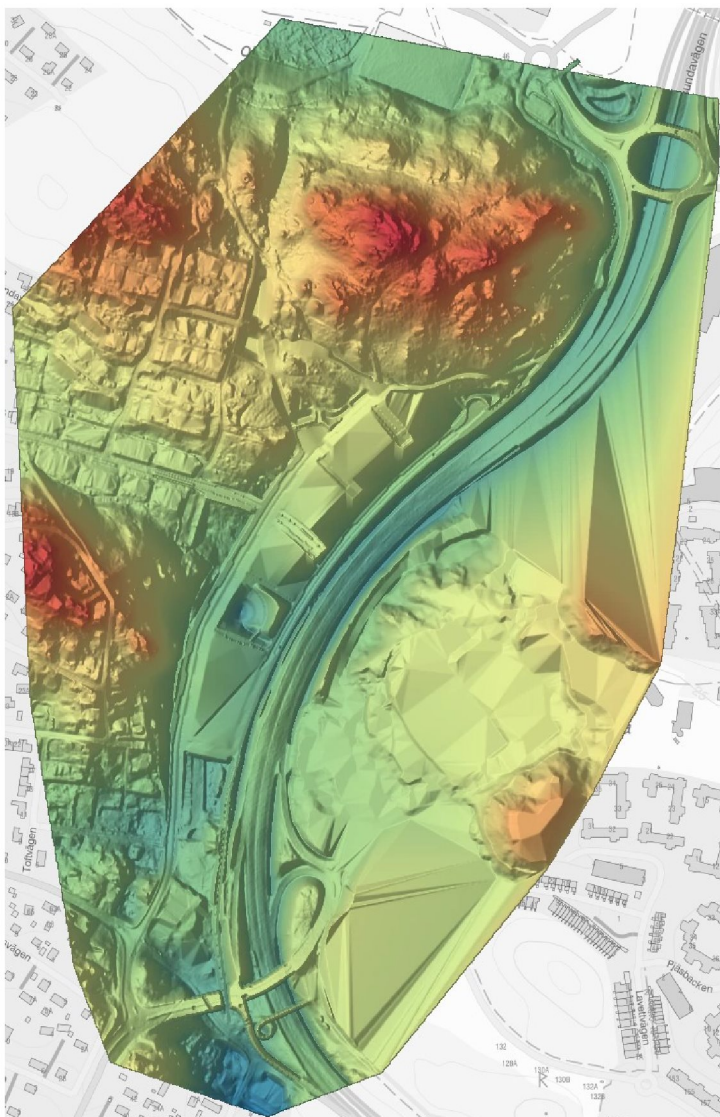
Figur 6: Översiktsskild över planområdet (blått område) och vidare avledning av dagvatten från planområdet. Prickad linje avser kulverterad eller delvis kulverterad del av vattendrag.

5 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

De konsekvenser som planförslaget får för skyfallssituationen har studerats genom en iterativ process där åtgärder implementerats genom justeringar i terrängmodeller. De marknivåer och resultat som presenteras är den senaste versionen av planförslagets höjdsättning, enligt underlag *Gata_LA_bef mark* (2022-07-07). Terrängmodeller har tagits fram av Gata och Landskap och sammanslagits till en samlad terrängmodell av Gata som redogör för planerade marknivåer på allmän platsmark (se Figur 8). Denna terrängmodell har sedan importerats till Scalgo och slagits samman med befintliga nivåer (på platser där inga förändringar sker). Ytterligare justeringar i marknivåer har sedan utförts direkt i Scalgo vid analys (se avsnitt 6). Figur 7 visar en illustrationsplan över planförslaget.

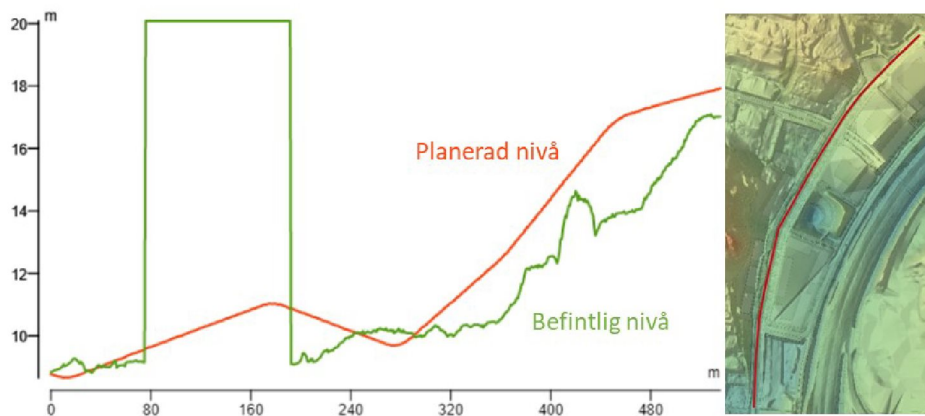


Figur 7. Illustrationsplan över planförslaget.

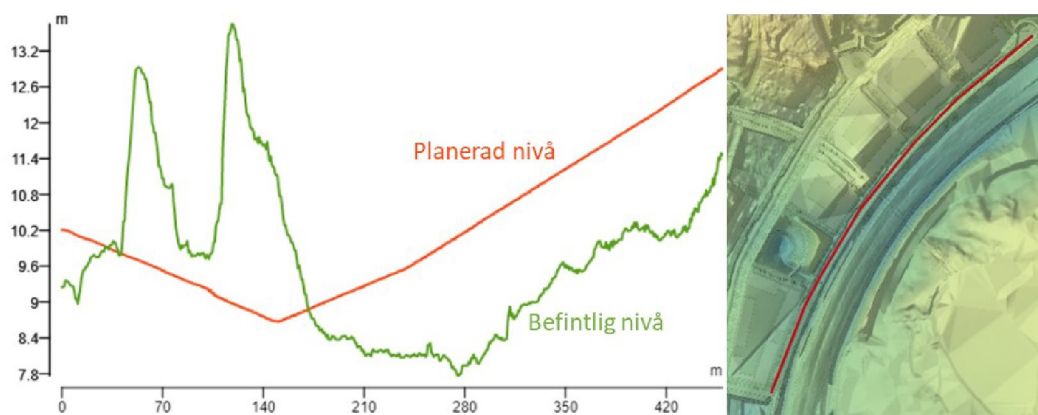


Figur 8. Terrängmodell med planerad höjdsättning för gata och parker, sammansatt av Gata, *Gata_LA_bef mar* (2022-07-07)

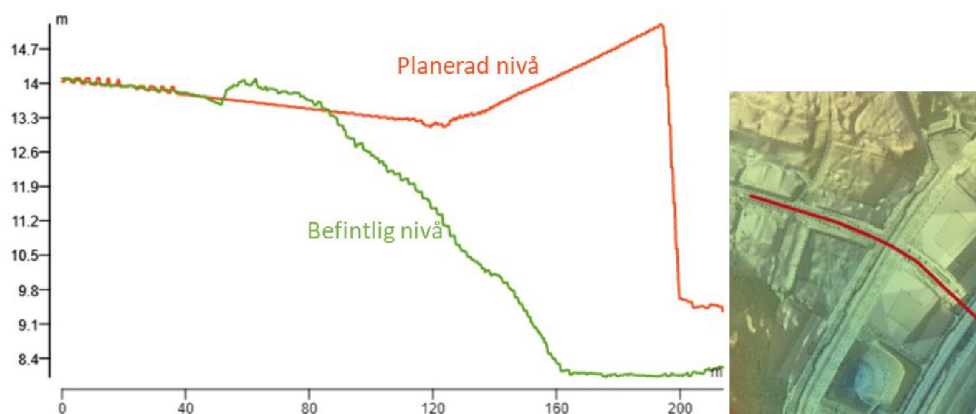
Planförslaget utformning leder till betydande höjdförändringar. Figur 9- Figur 11 visar exempel på höjdskillnader mellan befintliga förhållanden och planerad gata, genom att presentera profiler längs den röda linjen.



Figur 9. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från syd till nord (dvs uppåt i högra bilden).

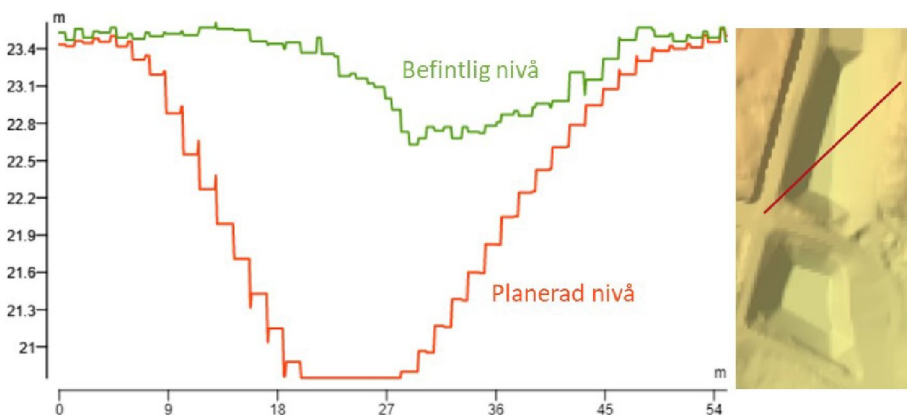


Figur 10. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från syd till nord (dvs uppåt i högra bilden).

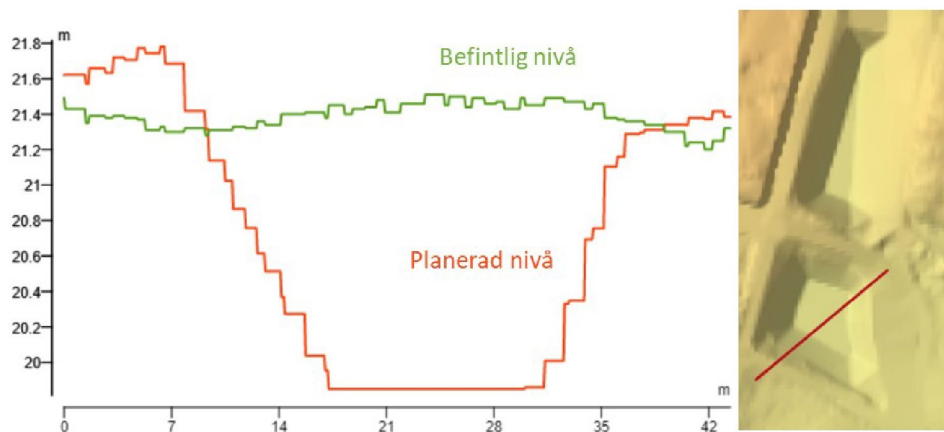


Figur 11. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från väst till öst (dvs från höger till vänster i högra bilden).

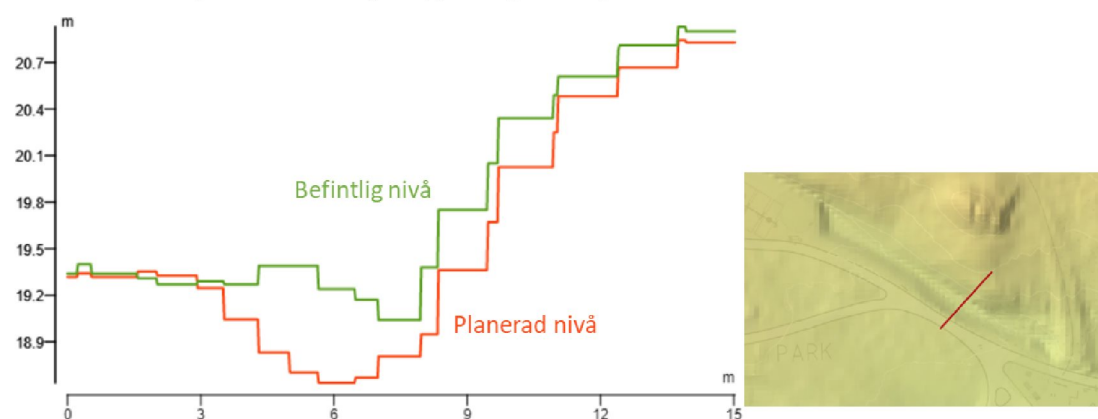
De parker som planeras i området utformas också som åtgärder för skyfallshantering, vilket medför ytterligare förändringar av befintliga marknivåer. I nordvästra delen av området föreslås två dammar, *Norra ytliga dammarna*, Figur 12 & Figur 13. Vid den norra av dessa utnyttjas en befintlig lågpunkt som utvidgas. Det befintliga diket mellan skogsmarken i norr och Naturparken föreslås breddas, Figur 14. För att fånga upp ytterligare skyfallsflöden planeras södra delen av *Naturparken* med tre stycken lågpunkter, Figur 15. De två östra lågpunkterna sammankopplas via yttligt flöde och benämns *Naturparken Östra* medan den västra lågpunkten fungerar som en separat fördröjningsanläggning, *Naturparken Västra*.



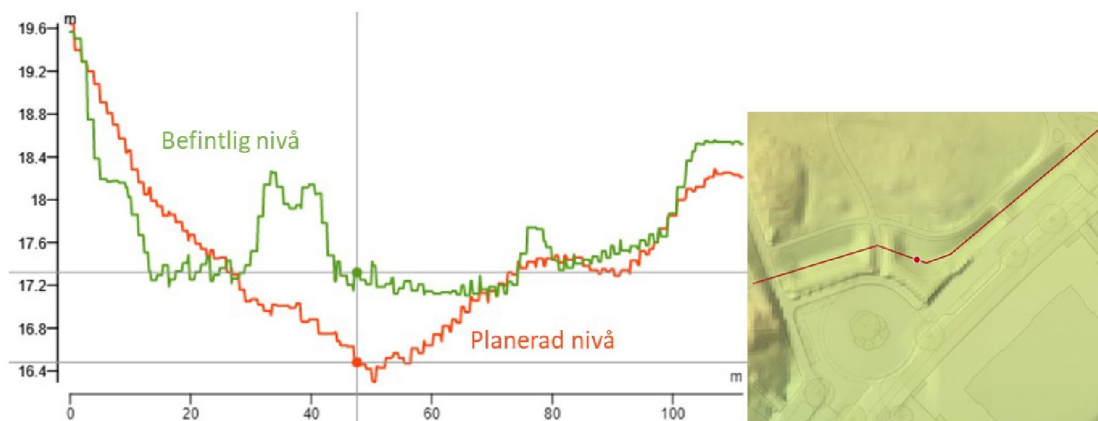
Figur 12. Visar *Norra ytliga dammarna*. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från sydväst till nordöst (dvs uppåt i högra bilden).



Figur 13. Visar Norra ytliga dammarna. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från sydväst till nordöst (dvs uppåt i högra bilden).

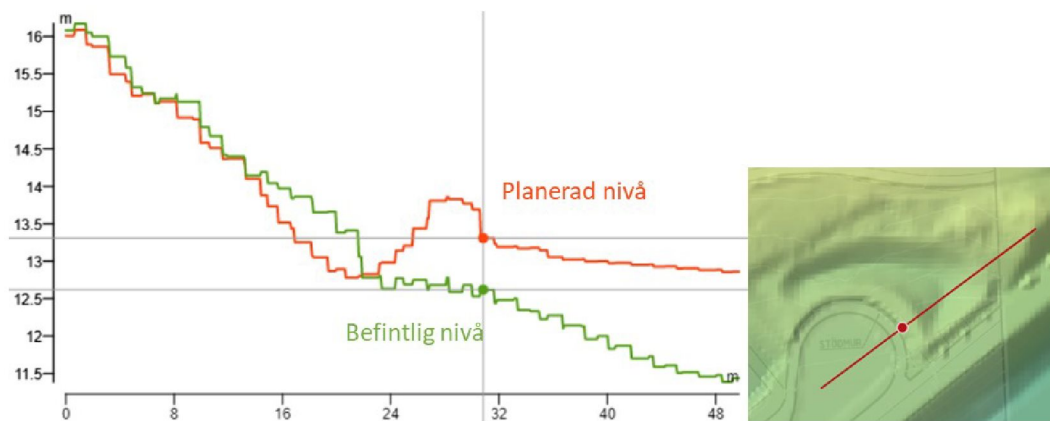


Figur 14. Visar diket mellan skogsmark och Naturparken. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från sydväst till nordöst (dvs uppåt i högra bilden).

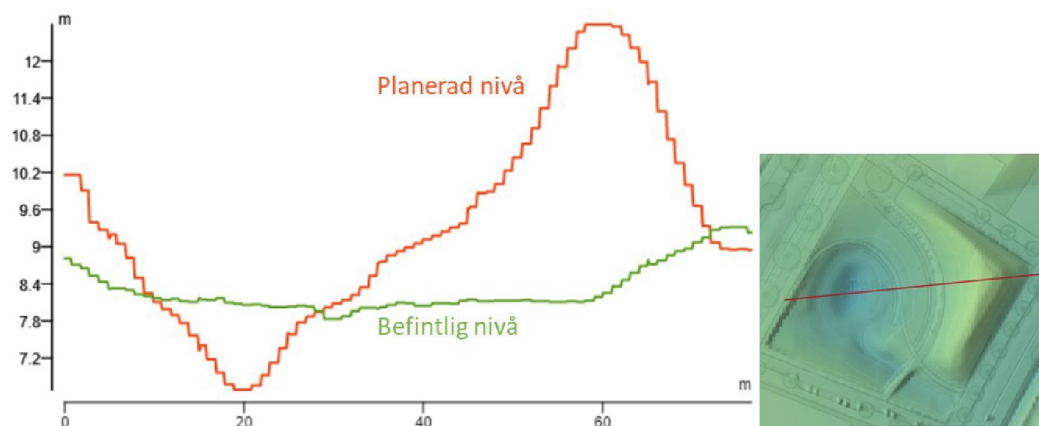


Figur 15. Visar Naturparkens lågpunkter. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från väst till nordöst (dvs till höger och uppåt i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.

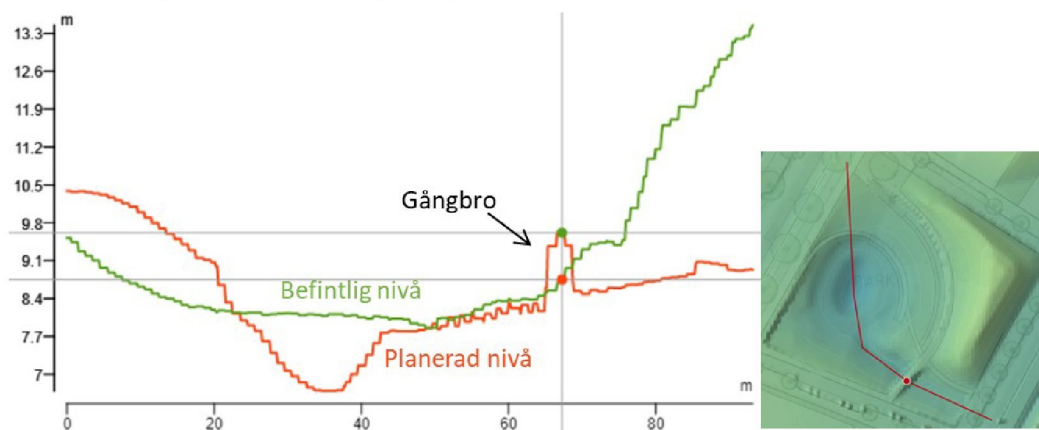
Nordost om Dikesvägens *vändplan* skapas en naturlig svacka mellan gatan och naturmarken, som planeras utökas för att kunna rymma en större mängd vatten vid skyfall, Figur 16. *Vattenparken*, som också är områdets centrala grönområde, föreslås utformas med lågpunkt i halva området och en kulle i andra halvan, Figur 17. Lågpunktens botten planeras stå i kontakt med grundvattnet så att en permanent vattenspegel skapas för att skapa en trevlig miljö och ett habitat för vattensalamandrar. Det nedsänkta området stäcker sig mot sydöstra delen av parken, ut mot Dikesvägens GC-bana och korsas av en gångbro, Figur 18. På så sätt skapas en väg för vattnet att brädda ut mot Dikesvägen då parkens magasineringsförmåga överstigs.



Figur 16. Visar lågpunkt vid Vändplanen. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från sydväst till nordöst (dvs till uppåt i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.

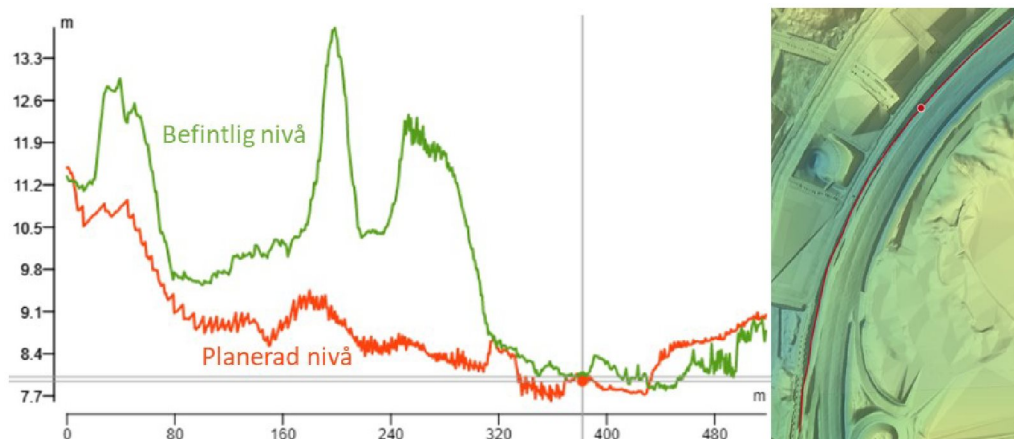


Figur 17. Visar Vattenparken. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från väst till öst (dvs från vänster till höger i högra bilden).

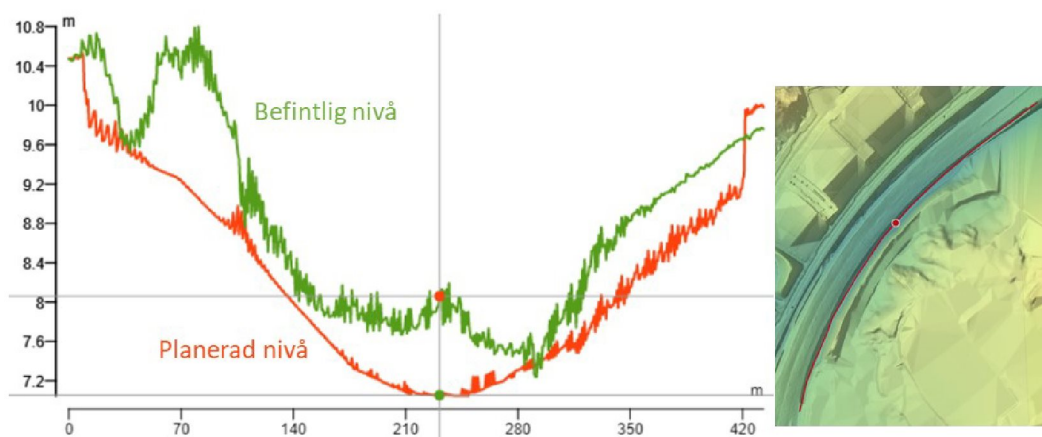


Figur 18. Visar Vattenparken. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från nord till sydost (dvs till uppför och till höger i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.

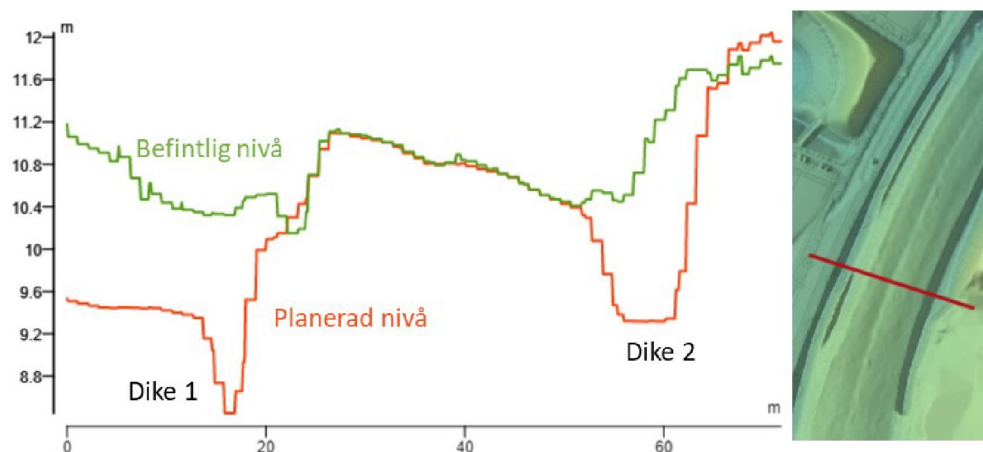
Utmed Ulvsundavägen föreslås befintliga diken utvidgas för att rymma mera vatten, Figur 19-Figur 21. Dikena benämns här som *Dike 1* och *Dike 2* och dess utformning har anpassats efter befintliga ledningar.



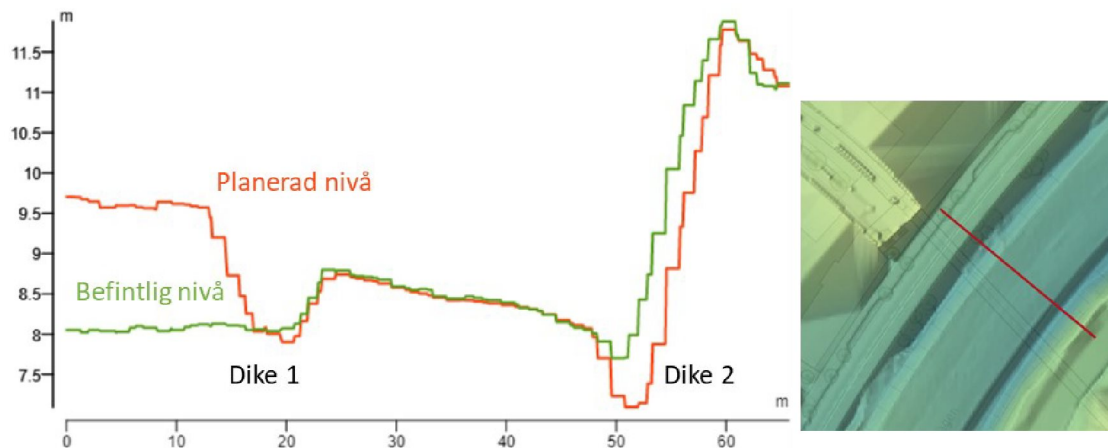
Figur 19. Visar *Dike 1*. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från syd till nord (dvs uppåt i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.



Figur 20. Visar *Dike 2*. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från syd till nord (dvs uppåt i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.



Figur 21. Visar *Dike 1* och *Dike 2* på vardera sida av Ulvsundavägen. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från väst till ost (dvs från vänster till höger i högra bilden).



Figur 22. Visar Dike 1 och Dike 2 på vardera sida av Ulvsundavägen. Befintliga och planerade marknivåer i profil utmed den röda linjen i plan till höger. Profilen läses från väst till öst (dvs från vänster till höger i högra bilden).

6 REDIGERINGAR I MARKMODELL

Inför analysen av flödesvägar och översvämningsvolymen övervägdes potentiella markredigeringar i Scalgo för befintlig och planerad situation. Inga nödvändiga korrigeringar har identifierats för befintlig situation. För planerad situation har dock ett antal justeringar genomförts för att bättre representera hur framtida flöden går i realiteten.

Alla terrängredigeringar så som diken, kulvertar och rör är bara teoretiska och modellen tar ingen hänsyn till deras hydrauliska kapacitet utan skapar bara hydrologiska förbindelser mellan två sidor av markbarriärer, som till exempel vägar. För denna typ av noggrannhet krävs en modellering.

Nedan presenteras en sammanfattning av de justeringar som utfördes, varav några beskrivs mer utförligt i underrubriker i detta avsnitt. Justeringarna presenteras i Figur 23.

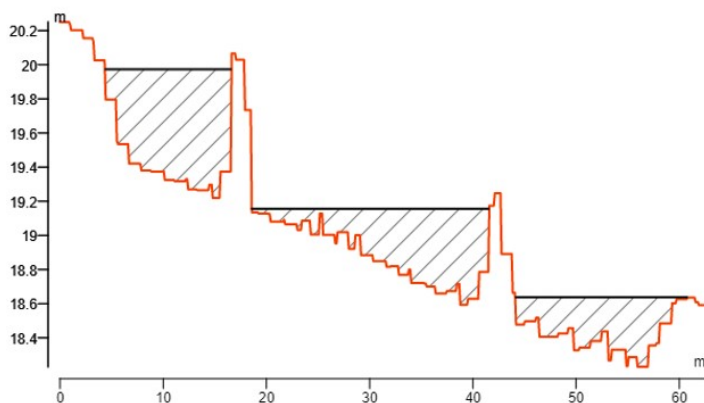
- Marken höjdes schablonmässigt med 5 meter där byggnader planeras
- Fiktiva kulvertar/rör för avledning av vatten från kvartersmark som i terrängmodellen samlas på kvartersmarken eftersom höjdsättning av denna inte tagits med i modellen (då den typen av detaljprojektering inte utförts i detta skede), samt avledning från andra platser som kommer att lösas vid detaljprojekterad höjdsättning
- Tillägg av barriärer & diken för ytlig avledning och fördröjning av skyfall
- Tillägg av Idrottsytan som en nedsänkt yta
- Tillägg av underjordiskt magasin



Figur 23: Överblick över redigeringar i höjdsättningar som implementerats i Scalgo.

6.1.1 Barriärer & diken

I norra delen av planområdet, mellan Naturparken och skogen, föreslås att det befintliga diket vidgas. Diket finns i den sammanslagna höjdmodellen (avsnitt 5), men har i Scalgo försetts med två barriärer vilket gör det till ett "kaskaddike" som tillåter större volymer att ansamlas. Diket har också utvidgats något i södra ändan för att skapa en sammanbindning till Naturparkens dammar.



Figur 24. Profil och plan över kaskaddike i Scalgo. Rödlinje i högra bilden motsvarar profilen till vänster. Gråa ränder illustrerar sänkor där vatten kan bli stående i Scalgo-modellen.

Utmed den norra GC-banan, som löper mellan kvarteret i nordöst och skogen, har en barriär skapats. Här planeras att kantsten eller en låg mur ska hindra vatten från att rinna ner mot kvartersmarken. Denna detaljeringsgrad framgår dock inte av den sammanslagna höjdmodellen, varför justeringen var nödvändig att göra manuellt i Scalgo.



Figur 25. Barriär som lagts in i Scalgo utmed GC-banan i norra delen av området (lila linje). Barriären symboliserar den kantsten/mur som föreslås för att stoppa vatten från att rinna in på kvartersmarken söder om GC-banan.

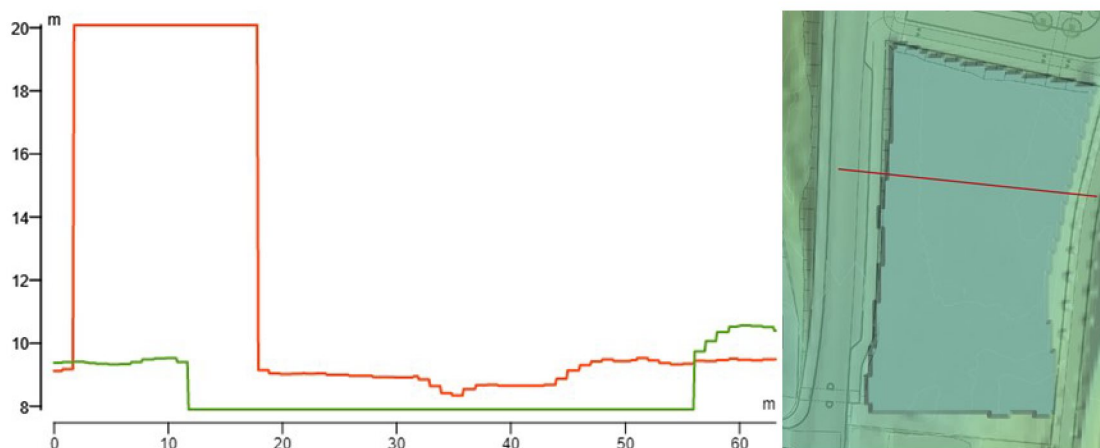
Ytterligare en barriär skapades på Ulvsundavägen. Denna barriär är inte något som planeras i projektet utan har endast använts i beräkningssyfte. Barriären möjliggör uppdelning av flöde och översvämningssvolymer som kommer från Stockholms stads område väster om Ulvsundavägen och Sundbybergs stads område öster om Ulvsundavägen.



Figur 26. Barriär på Ulvsundavägen som lagts in i Scalgo (lila linje). Barriären är till för beräkningstekniskt syfte och planeras inte i projektet.

6.1.2 Idrottsytan

I södra delen av planområdet planeras en yta för idrottsaktiviteter. Exakt användning och utformning av ytan är inte klarlagt i detta skede, men ytan föreslås vara nedsänkt och tillåtas bli översvämmad vid skyfall. Platsen har hanterats i Scalgo genom att sänka hela ytan till +7,9 m.



Figur 27. Profil och plan över Idrottsytan i Scalgo. Rödlinje i högra bilden motsvarar profilen till vänster. Profilen läses från väst till ost (dvs från vänster till höger i högra bilden).

6.1.3 Magasin

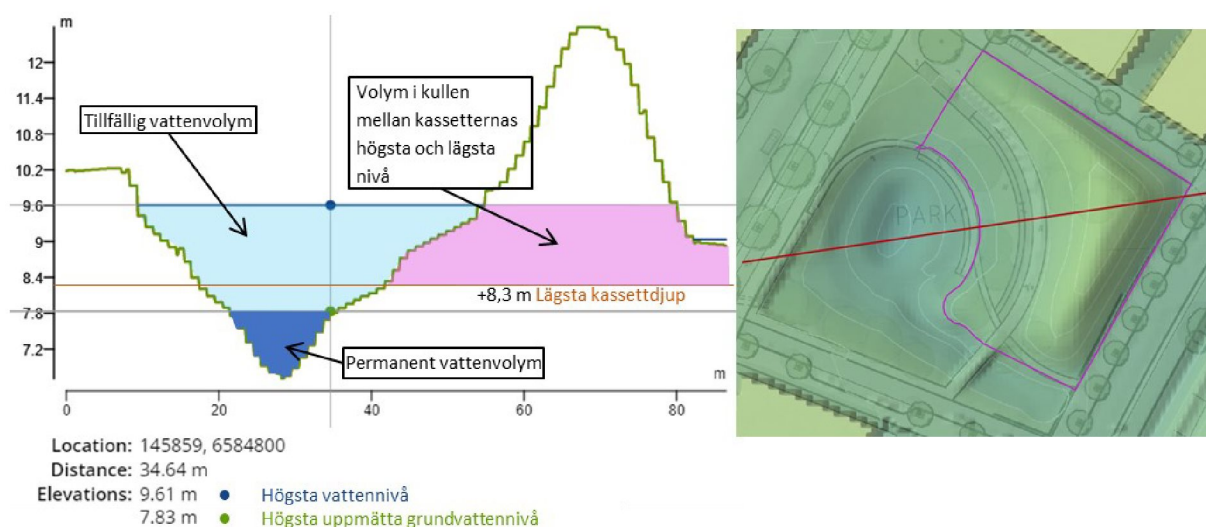
Vattenparken utformas med en lågpunkt i halva området, och en kulle i andra halvan. Lågpunkten har enligt höjdmodellen en lägsta nivå på +6,7 meter och planeras stå i kontakt med grundvattnet så att en permanent vattenspegel skapas i botten av lågpunkten. Till lågpunkten leds vatten vid skyfall och vattennivån kan då stiga till +9,6 m varefter vattnet rinner ut vid parkens sydöstra hörn.

I kullen föreslås anläggning av kassetmagasin för att skapa ytterligare utrymme för magasinering av vatten vid skyfall. Utifrån landskapsarkitekternas höjdmodell och uppmätta grundvattennivåer har en möjlig magasineringsvolym beräknats, Figur 5. Högsta uppmätta grundvattennivån i närmsta provtagningspunkt är +7,8 m och kassetternas botten har därför ansatts till + 8,3 m, vilket ger en halvmeter marginal till grundvattnet. Kassetterna antas kunna fyllas till nivån +9,6 m, varefter vatten breddar ut från Vattenparken. Den totala volymen i kullen mellan dessa nivåer (lila område t.v. i Figur

28), med en utbredning i plan enligt lila linje t.h. i Figur 28, har beräknats. Denna volym har sedan reducerats med 10% för att ta hänsyn till krav på marktäckning samt det faktum att kassetterna produceras i vissa former vilket medför att det sannolikt inte kommer att vara möjligt att utnyttja all volym i kullen. Vidare antags också att kassetterna har en porositet (tillgänglig volym) på 90 %. För ytterligare marginal i beräkningarna har resultatet avrundats nedåt, varmed möjlig magasinvolym är 1500 m³. Magasinvolymen har implementerats i Scalgo som ett underjordiskt magasin med inlopp i Vattenparken.

Tabell 1. Beräkning av möjlig fördröjningsvolym i kassetter i Vattenparkens kulle.

	Z-nivå [+ xx m]	Volym [m ³]
Högsta uppmätta grundvattennivå	7,8	
Lägsta möjliga kassettdjup	8,3	
Högsta möjliga vattennivå i kassetter	9,6	
Volym i kullen mellan kassetternas högsta och lägsta nivå		1910
Uppskattad kassettvolum (10 % avdrag)		1719
Uppskattad magasinvolym (porositet kassetter 90%)		1547
Marginal / avrundning		1500



Figur 28. Profil med beräkningsskiss, och plan över Vattenparken, där röd linje i högra bilden motsvarar profilen. Lila område är antagen utbredning av kassetter i beräkning av möjlig fördröjningsvolym

7 FÖRUTSÄTTNINGAR I SCALGO

I detta avsnitt presenteras de förutsättningar som antagits vid analys av skyfallsvolymer och flödesvägar i Scalgo.

7.1 REGNVOLYM

Skyfallet som studeras i denna utredning är ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och klimatkoefficient 1,25. Varaktigheten har valts utifrån avrinningsområdets koncentrationstid, vilken definieras som tiden det tar för vatten att rinna från den mest avlägsna punkten i avrinningsområdet genom den längsta avrinningsvägen till utloppet från området.

Eftersom avrinningsområdets befintliga och framtida dagvattenledningsnät bör kunna hantera delar av skyfallsvolymer (innan ledningarnas kapacitet överskrider) har hänsyn tagits till detta genom avdrag från 100-årsregnet. Enligt Svenskt vattens rekommendationer (2016) ska ledningsnätet dimensioneras för avledning av 20-årsregn, men avledningskapaciteten kan begränsas av befintligt ledningsnät nedströms Bromstensgluggen (enligt kommunikation med Stockholm Vatten och Avfall), som dimensionerats för 10-årsregn. Därför har tre olika scenarier studerats;

- 100-årsregn utan något avdrag
- 100-årsregn med avdrag för 10-årsregn
- 100-årsregn med avdrag för 20-årsregn

Vid skyfallsanalys i Scalgo representeras det regn som utreds i mm nederbörd ("regnvolymer"). Omräkning av nederbördshändelserna har gjorts enligt Tabell 2, där avdraget motsvarar regnvolymer för 10- respektive 20-årsregn.

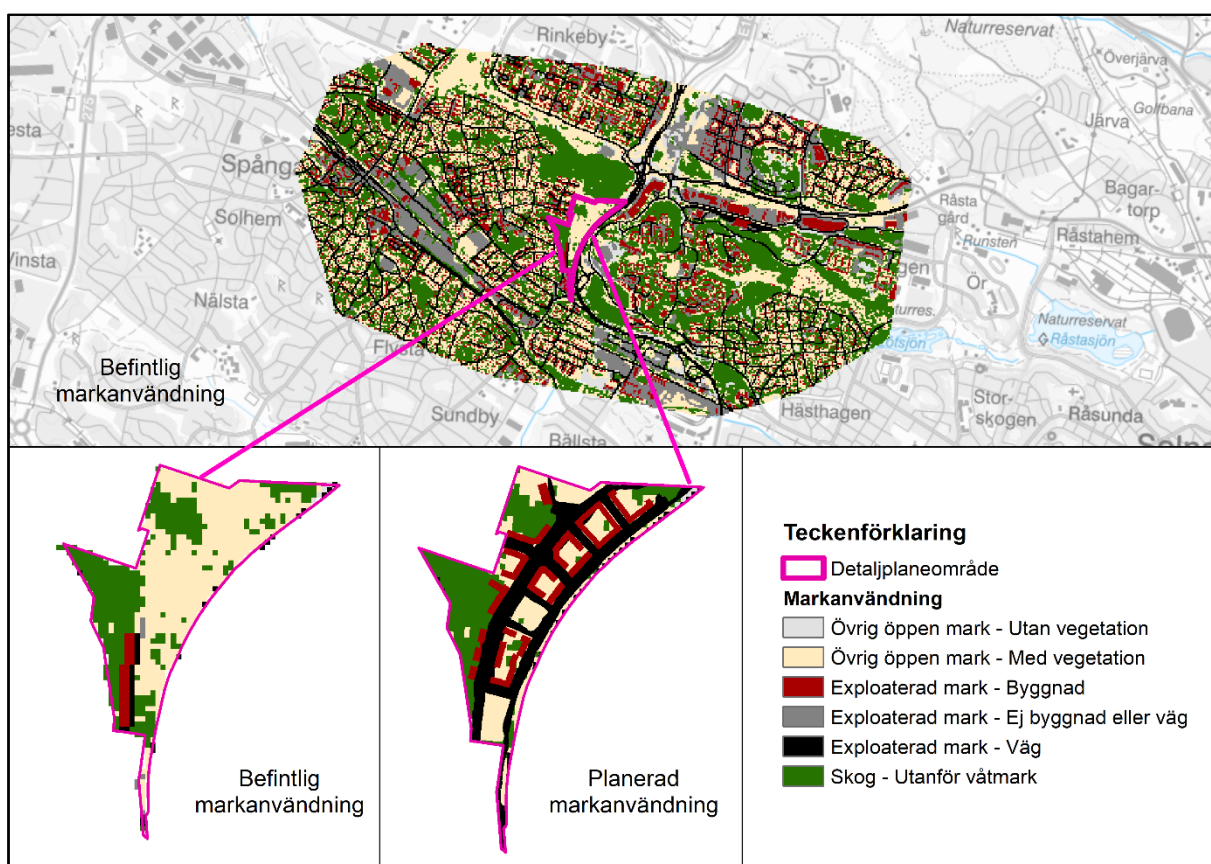
Tabell 2: Regnscenarier som representerar 100-årsregn som skyfall, som har använts i analysen.

Regn	Avdrag	Avdragets återkomsttid	Anmärkningar
56 mm	0	-	
30 mm	26 mm	10	Rekommenderat av SVOA
23 mm	33 mm	20	

7.2 IMPLEMENTERING AV MARKANVÄNDNING

Vid analys av avrinnande volymer har markens infiltrationsförmåga stor betydelse. Till exempel är ytavrinningen från tät skog mycket lägre än avrinningen från hårdgjorda ytor så som vägar, vilket medför att den nederbördsvolym som samlas upp nedströms en skog är mycket lägre än den som erhålls nedströms en väg. För implementering av infiltration i skyfallsanalysen har markanvändning och infiltrationsförmåga klassificerats för utredningsområdet. Detta har gjorts med utgångspunkt från den markanvändningsdata som finns tillgänglig i Scalgo, som är uppbyggd av raster på 10x10 m och ger en bra grund för uppskattning av avrinningsområdets avrinningskoefficienter. Markanvändningstyper har identifierats enligt Figur 29 och Tabell 3.

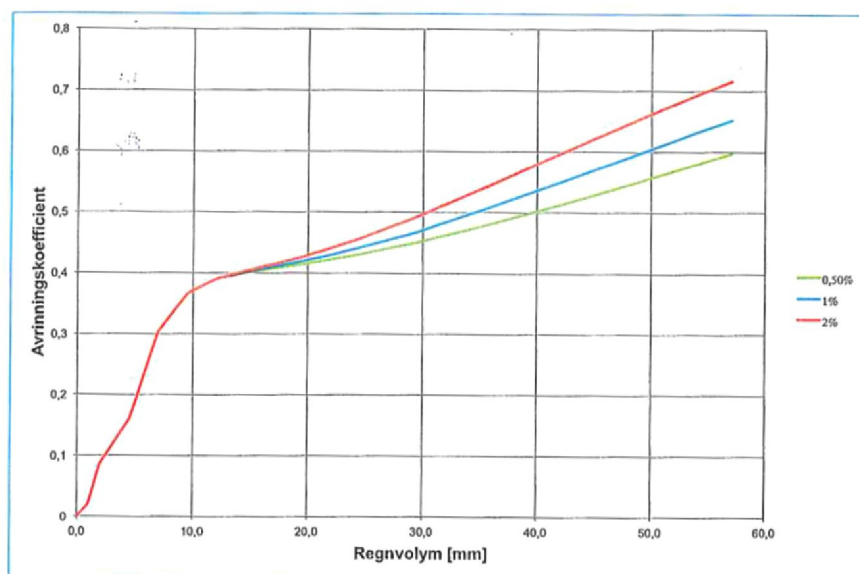
Utifrån underlag på planerad gata och byggnader har markanvändningen modifierats för planerad situation. I området för nya byggnader har markanvändningen ändrats till *Exploaterad mark – Byggnad* och där ny gata och GC-bana projekterats har markanvändningen bytts till *Exploaterad mark – Väg*.



Figur 29. Befintlig och planerad markanvändning i Scalgo-modellen.

Markanvändningstyperna har tilldelats avrinningskoefficienter, genom att typerna har tilldelats en avrinningsfunktion, som i sin tur har en specifik avrinningskoefficient. Markanvändningar med lika infiltrationsförutsättningar har tilldelats samma avrinningsfunktion. Avrinningskoefficienter har valts med avseende på riktlinjer som presenteras i P110 (tabell 4.8 s.68), med justeringar för det specifika området, samt i dialog med Exploateringskontoret (se kolumn 5 i Tabell 3). Avvägningar som gjorts är desamma som de som legat till grund för avrinningskoefficienter och flödesberäkningar i dagvattenutredningen. Markanvändningar så som åkermark, grönområden och skogar har tilldelats avrinningsfunktionen *grönområden* och avrinningskoefficienten för denna kategori har justerats uppåt (jämfört med generella riktlinjer) på grund av förväntat relativt tunt jordtäckte ovanpå bergbädden. Infiltrationen i bergbädden är lägre, vilket gör avrinningen större på jordtäcket.

Vid beräkning för skyfallsscenarier har avrinningskoefficienterna ökat med faktor 1,35 för att ta hänsyn till att avrinningsgraden ökar vid mycket kraftiga regn när infiltrerbara ytor mätas. Det maximala värdet för avrinningskoefficienten är fortfarande 1,0. Faktorn har uppskattats utifrån Figur 30 som hämtats från P110 (Svenskt vatten, 2016) och beskriver korrelationen mellan regnvolym och avrinningskoefficient vid olika terränglutning för ett område med avrinningskoefficient 0,4. Den gröna linjen i Figur 30 har bedömts motsvara förhållandena i Bromstensgluggen. Den regnvolym som justeringen av avrinningskoefficient bör ta hänsyn till är 56 mm (se avsnitt 7.1). Den gröna linjen i Figur 30 visar att avrinningskoefficienten vid regnvolym 20 mm är cirka 0,43 och vid 56 mm cirka 0,58. Den procentuella ökningen av avrinningskoefficienten är därmed 35%.



Figur 30: Illustration baserad på resultat från en hydrodynamisk modell som beskriver korrelationen mellan regnvolym och 0,4 ökning av avrinningskoefficienten med avseende på terränglutningar (P110 - Figur 4.3., Sida 69)

Tabell 3. Markanvändning i Scalgo, motsvarande markanvändning i dagvattenutredningen, avrinningsfunktion som använts för simulering i Scalgo, samt rekommenderade och använda avrinningskoefficienter.

-	Markanvändning från Scalgo	Markanvändning i dagvattenutredning	Avrinningsfunktion	Avr.koeff. P110	Avr.koeff. $\phi 1$	Avr.koeff. ($\phi 1 \cdot 1,35$) $\phi 2$
1	Övrig öppen mark - Utan vegetation	Befintlig bebyggelse	Bebyggelse	0,2-0,9	0,5	0,68
2	Övrig öppen mark - Med vegetation	Naturmark/Genomsläpplig parkmark	Grönområden	0,1	0,2/0,3	0,41
3	Exploaterad mark - Byggnad	Finns ej	Tak	0,9	-	1
4	Exploaterad mark - Ej byggnad eller väg	Ogenomsläpplig parkmark	Hårdgjord mark	0,8	0,8	1
5	Exploaterad mark - Väg	Gata & GC-bana	Vägar/gator	0,8	0,8	1
6	Skog - Utanför våtmark	Naturmark	Grönområden	0,1	0,3	0,41

7.3 BEGRÄNSNINGAR I METODEN

Det finns begränsningar i Scalgo-analyser som gör det svårt att bedöma föreslagen skyfallshantering på en detaljerad nivå. Detta beror på att tidsaspekten saknas för beräkningar av vattenflöden i Scalgo. Därmed kan metoden inte med säkerhet visa hur och när vattenvolymer uppstår och när avrinning sker under ett skyfall. Detta är en viktig aspekt framför allt när man tittar på hur ytvatten drabbar avrinningsområdena.

Scalgo-analysen ger en preliminär totalvolym vatten som behöver hanteras vid nederbörd med hänsyn tagen till avrinningskoefficienter, lågpunkter och flödesvägar. För att få en mer rättvisande bild, behöver även aspekter kopplade till hur snabbt eller långsamt ytvattnet avrinner från område till område, från lågpunkt till lågpunkt och från fördröjningsåtgärd till fördröjningsåtgärd genom ytliga vattenvägar, diken, trummor, kulvertar och rör tas med i beräkningarna. För denna grad av noggrannhet behövs en hydrodynamisk modell.

Scalgo-analysen kan innebära både en under- och en överskattning. Resultatet från en hydrodynamisk modellering, dvs där hänsyn tas även till det dynamiska förloppet och där tid och flödes hastigheter ingår, kan ge mer detaljerade resultat jämfört med utförd Scalgo-analys, vilken kan ge både under- och överskattning beroende på olika parametrar.

8 ANALYS AV FLÖDESVÄGAR, VOLYM OCH ÅTGÄRD

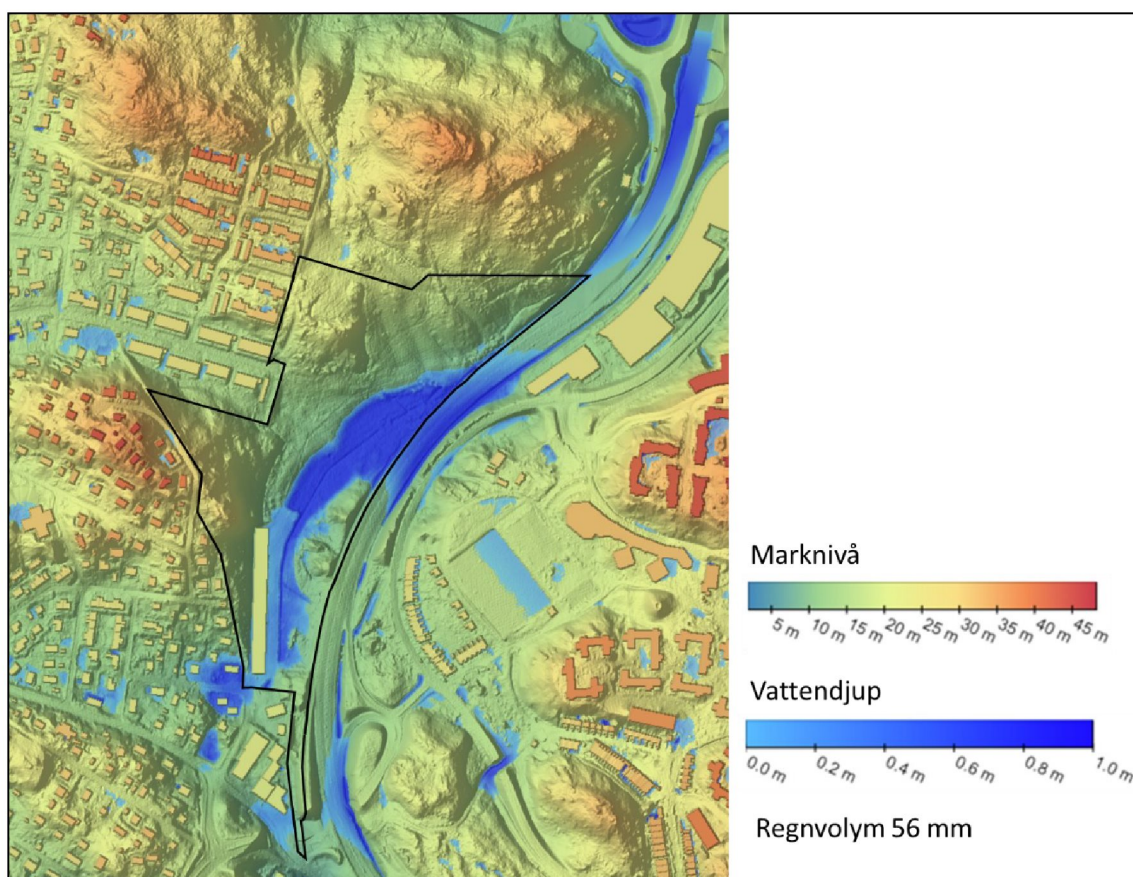
8.1 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Flödesvägar vid befintlig situation har presenterats i Figur 5 i avsnitt 4, där även vattnets väg hela vägen till recipienten beskrivits. Kortfattat gäller att vatten flödar mot planområdet från väst och nord samt från öst över Ulvsundavägen. Därefter ner mot ett dike som löper genom planområdet från sydväst till nordost. Diket övergår i en kulvert, som vid vanliga regn leder vattnet till Norra Råstabäcken. Vid yttligt flöde lämnar vattnet istället planområdet i dess nordöstra hörn.

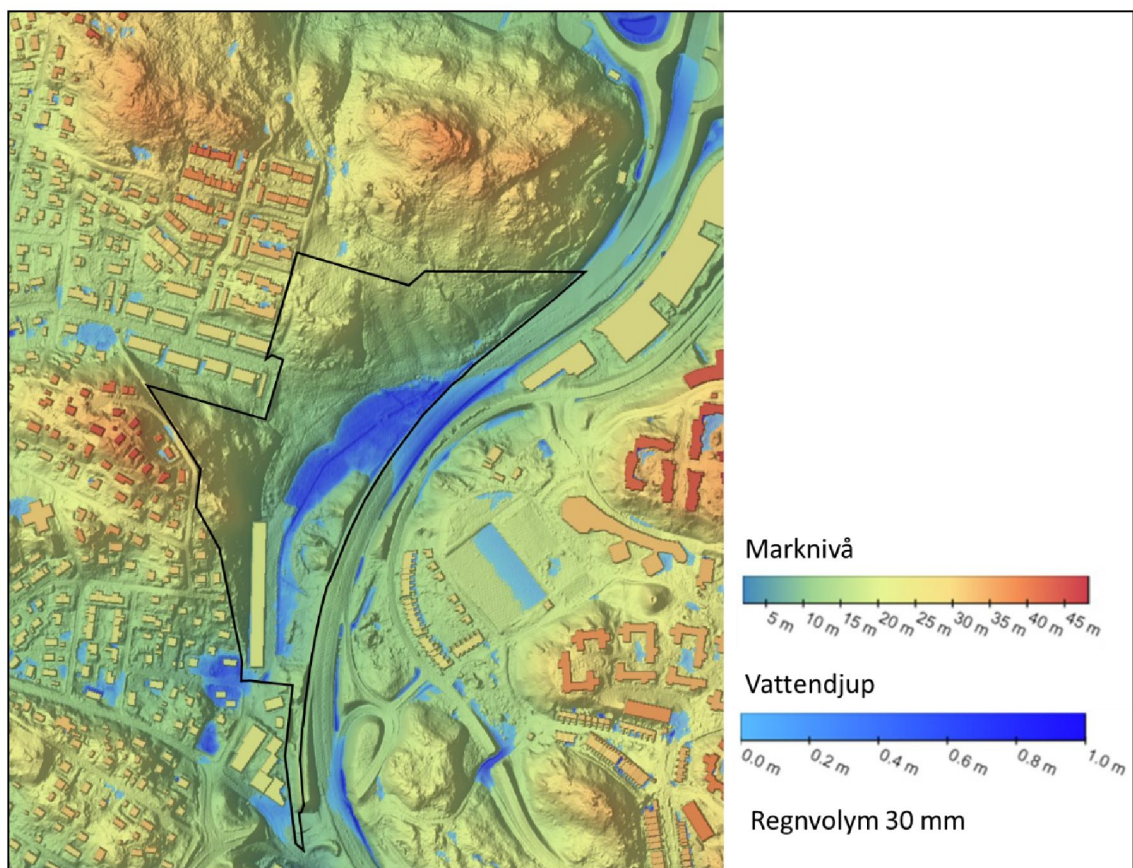
Eftersom områdets ytliga avledningsväg ligger högre än stora delar av planområdet visar Scalgo-analysen att om kulverten inte fungerar (och alltså inte avleder något vatten) översvämmas ett stort område kring diket. Det översvämmade området stämmer väl överens med vad som observerats under platsbesök (2021-06-10), där det framgick att delar av ängen har en annan vegetation än kringliggande mark, vilket tyder på att dessa delar ofta är vattenmättade. Även på östra sidan av Ulvsundavägen blir vatten stående i vägdiket, eftersom diket har fall både från norr och syd, troligen till brunnar som avvattnar diket, som inte kan tas hänsyn till i Scalgo. Översvämningen sträcker sig ut över Ulvsundavägen så att de två områdena (väster och öster om Ulvsundavägen) binds samman.

Strax utanför planområdet i sydväst, i befintligt villaområde, finns ett instängt område där vatten blir stående ifall den dagvattenbrunn som finns i svackan blir överbelastad. När vattennivån i lågpunkten stiger kopplas detta översvämningssområde samman med planområdets dike.

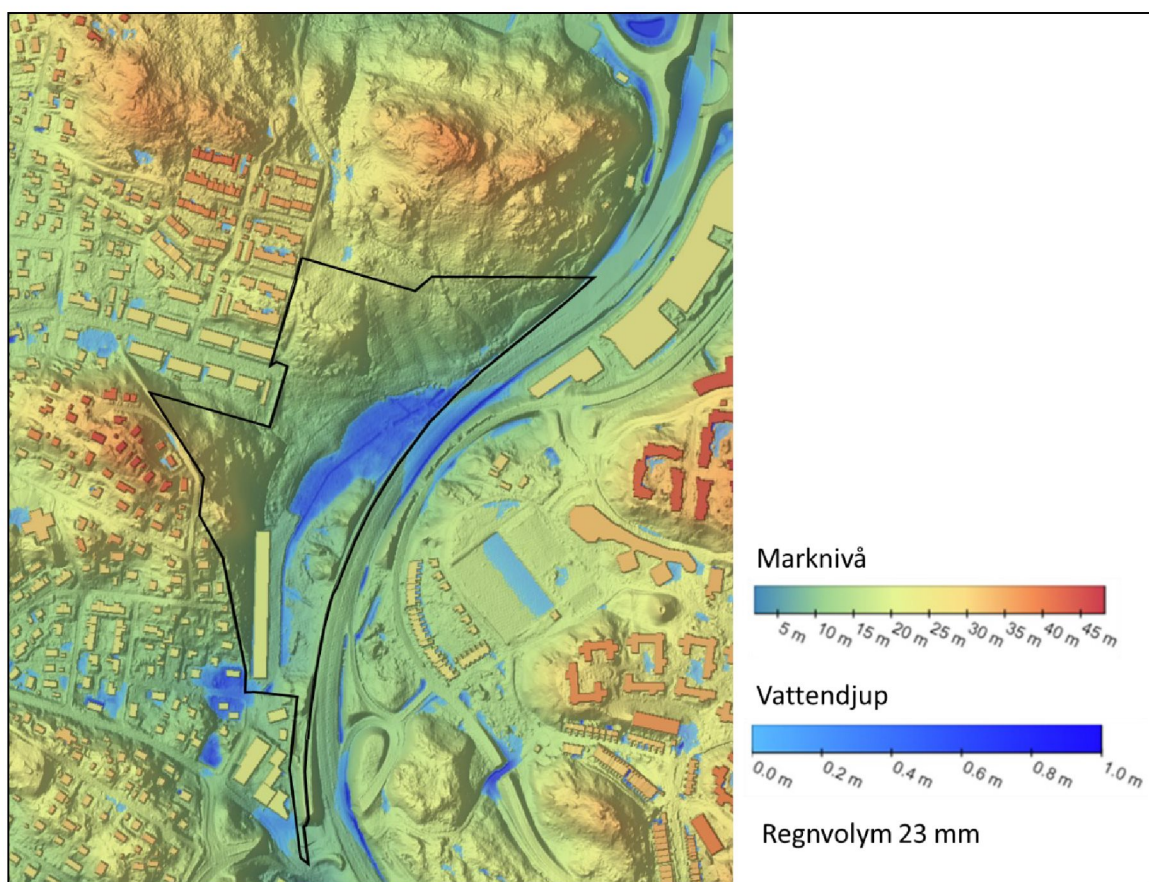
Utbredningen av översvämningen är något mindre vid regnvolym 23 mm och 30 mm än vid 56 mm, men ovanstående beskrivning är applicerbar även i dessa fall. Figur 31 - Figur 33 visar översvämningssituationen vid befintlig situation för de tre scenarierna.



Figur 31. Marknivå och översvämmade områden vid regnvolym 56 mm, enligt Scalgo-analys av befintlig situation.



Figur 32. Marknivå och översvämmade områden vid regnvolym 30 mm, enligt Scalgo-analys av befintlig situation.



Figur 33. Marknivå och översvämmade områden vid regnvolym 23 mm, enligt Scalgo-analys av befintlig situation.

8.2 PLANERAD SITUATION

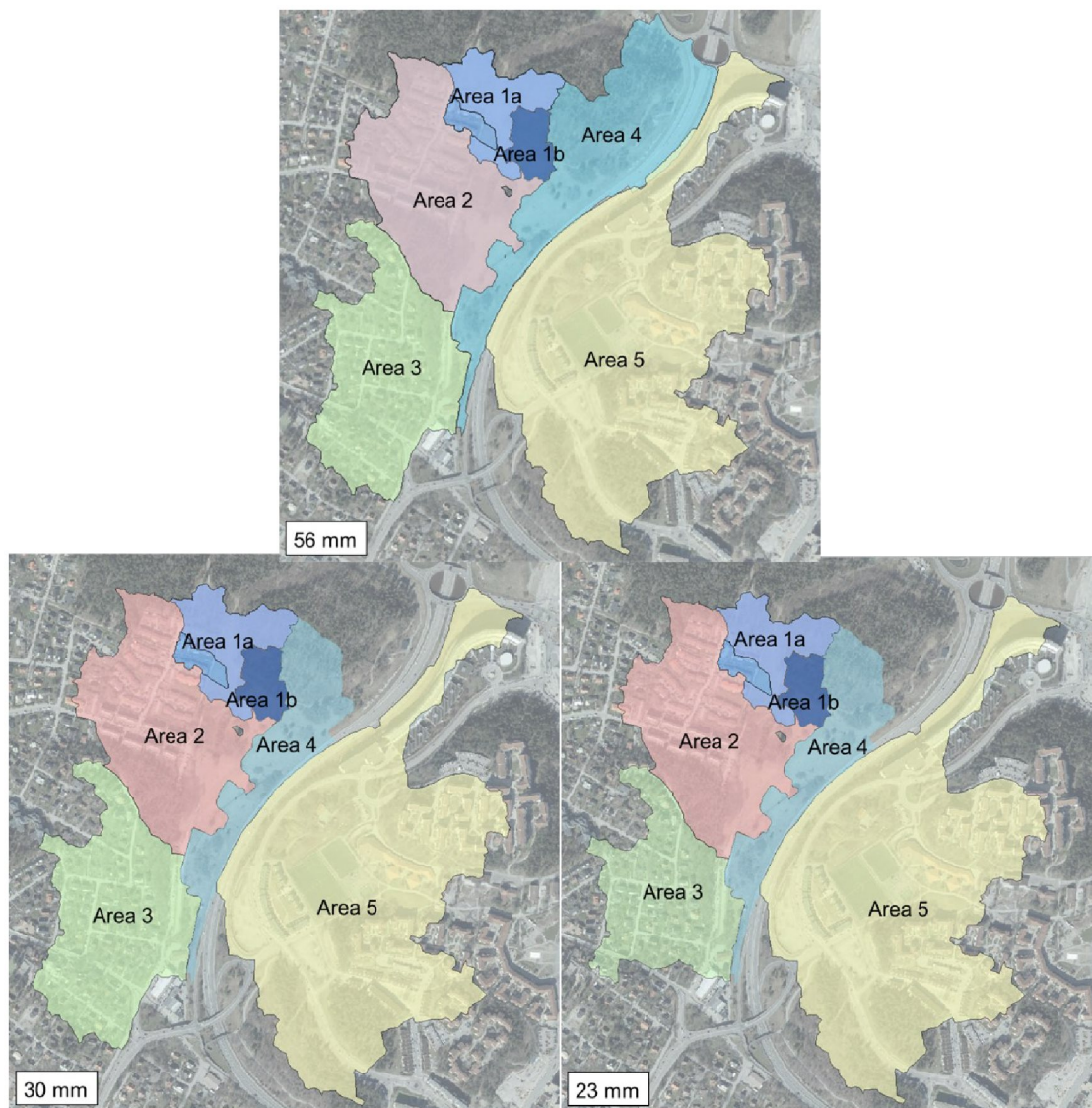
Utifrån den redigerade terrängmodell över planerad situation som beskrivits har flödesvägsanalys och volymberäkningar utförts. Beräkningarna används för en utvärdering av skapade åtgärdsvolymmer samt skillnader mellan befintlig och planerad situation. Analysen har utförts för de tre regnscenarier som presenterats i avsnitt 7.1.

8.2.1 Avrinnande volymer

För jämförelse mellan avrinnande volymer och de fördröjningsvolymerna som skapats genom åtgärder i planen har området delats upp i ett antal avrinningsområden. Då det också finns naturliga lågpunkter som bidrar till fördröjningen så ser avrinningsområdena olika ut beroende på vilka regnvolymerna som studeras. Vid större nederbördsvolymer fylls de naturliga lågpunkterna upp och vattnet rinner vidare, vilket skapar större avrinningsområden. Detta innebär att avrinningsvolymerna till en viss punkt inte ökar proportionellt mot regnvolymerna, utan att en större ökning erhålls. Avrinningsområdenas storlek och avrinnande volymer vid de tre undersökta scenarierna presenteras i Figur 34 och Tabell 4 nedan. Avrinningsområde 1a och 1b ligger uppströms area 2, vilket i sin tur ligger uppströms area 4.

Tabell 4. Avrinnande volymer från de identifierade avrinningsområdena vid de tre undersökta scenarierna med regnvolym 56 mm, 30 mm respektive 23 mm.

Avrinnande område	Regnvolym 56 mm	Regnvolym 30 mm	Regnvolym 23 mm
Area 1a [ha]	3.09	3.09	3.09
Area 1a [m ³]	1040	557	428
Area 1b [ha]	1.09	1.09	1.09
Area 1b [m ³]	350	187	144
Area 2 [ha]	9.3	9.3	9.3
Area 2 [m ³]	4144	2200	1658
Area 3 [ha]	10	10	7.76
Area 3 [m ³]	4077	2173	1253
Area 4 [ha]	11	5.6201	5.6201
Area 4 [m ³]	4397	1252	961
Summering [ha]	34.48	29.1001	26.8601
Summering [m ³]	14008	6369	4444
Area 5 [ha]	27	24	25
Area 5 [m ³]	15319	7507	5572



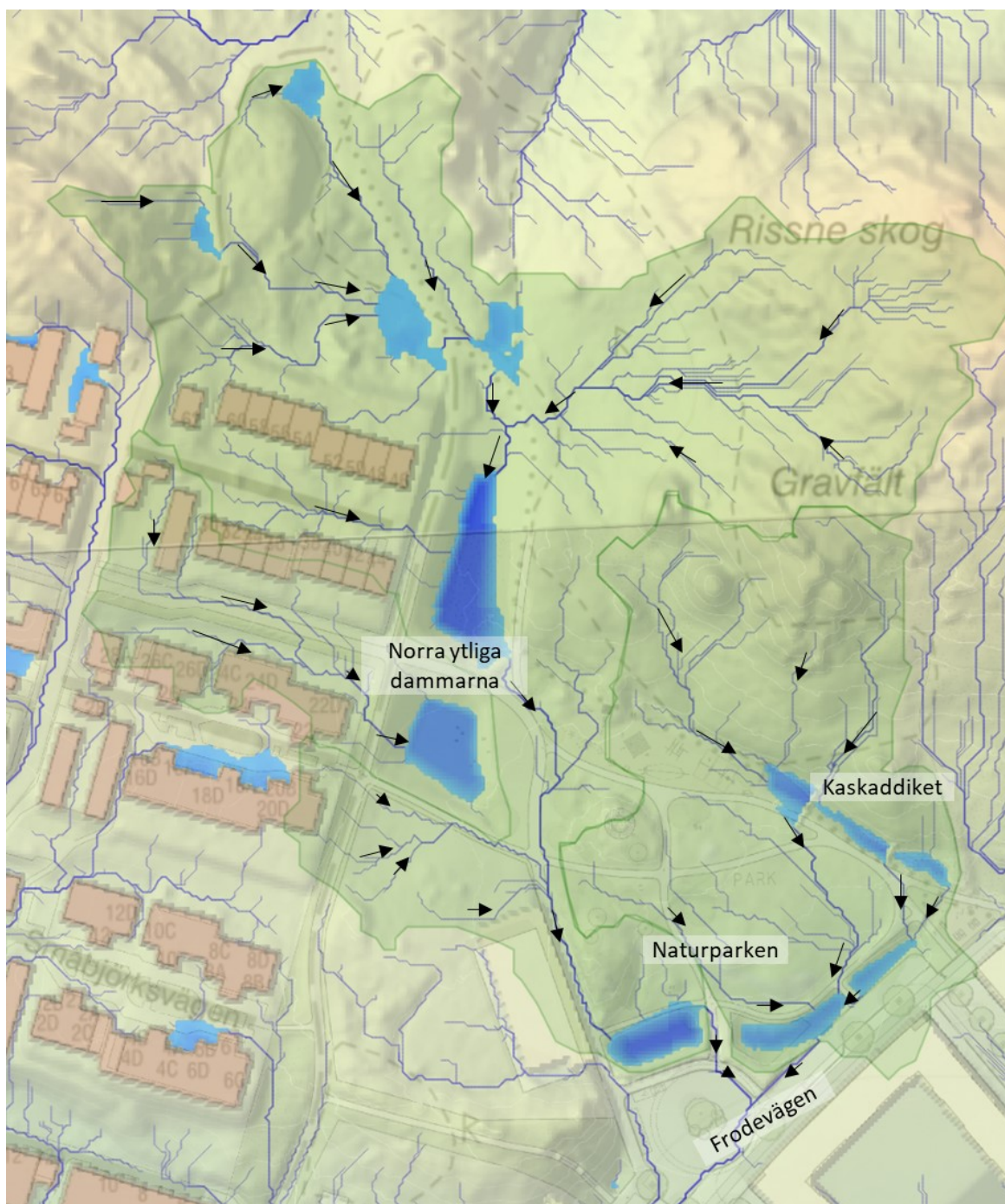
Figur 34. Indelning i avrinningsområden vid regnvolym 56 mm, 30 mm och 23 mm.

8.2.1. Flödesvägar

Som en del i Scalgo-analysen har avrinningsriktningar och flödesvägar undersökts. Nedan presenteras resultatet av analysen beskrivet per avrinningsområde. Eftersom höjdsättning av kvartermark inte utförts i denna analys hänvisas till respektive dagvattenutredning för kvarteren samt den sammanfattning av områdets skyfallshantering som utförts i projektets sammanställda dagvattenutredning (WSP, 2022-08-26). Det förutsätts att all kvartermark höjdsätts så att det skapas ytliga flödesvägar ut till allmän platsmark i linje med Stockholm stads checklista.

Area 1a & 1b

Vatten som rinner in i planområdet från nordväst når först de *norra ytliga dammarna*. När kapaciteten i dessa överstigs flödar vattnet vidare över *Naturparken* till lågpunkterna i södra delen av denna. Avrinning från västra delen av skogsområdet i norr når först *kaskaddiket*. Största flödet går till den övre av diket delar, men en del vatten rinner även direkt till de två lägre delarna. När dikesdelarna har fyllts rinner vattnet ner mot lågpunkter i södra delen av *Naturparken* genom tre separata flödesvägar. I ett senare skede när diket projekteras mer i detalj kan det utformas så att barriärerna istället skapar kaskader från övre till nedre delen av diket och sedan ett samlat flöde mot södra delen av *Naturparken*. Allt regn som faller på *Naturparken* avrinner mot de tre lågpunkterna. När magasinetsförmågan i dessa överskridits bräddar vattnet mot Frodevägen och fortsätter söderut.



Figur 35. Avrinningsriktningar (svarta pilar) och flödesvägar (blåa streck) i area 1a och 1b (svagt grön markerat) vid regnvolym 56 mm.

Area 2

Bostadsområdet väster om planområdet avvattnas mot *Rissnavägen*, som leder vattnet österut och in i planområdet. Även skyfall från kvarter A avleds till *Rissnavägen*. I korsningen mellan *Rissnavägen* och *Dikesvägen* styrs vattnet söderut och det rinner sedan in i *Vattenparken*. Delar av höjden väster om planområdet rinner ner mot kvarter C och kvarter D. Där avleds vattnet kring byggnaderna ut till *Frodevägen*. I och med *Frodevägens* höjdsättning går en vattendelare mitt för kvarter D som styr delar av flödet söderut (tillhör area 3, Figur 37) och delar norrut mot *Vattenparken*. Då vattenparken fyllts upp rinner vattnet vidare mot *Dike 1* (area 4)

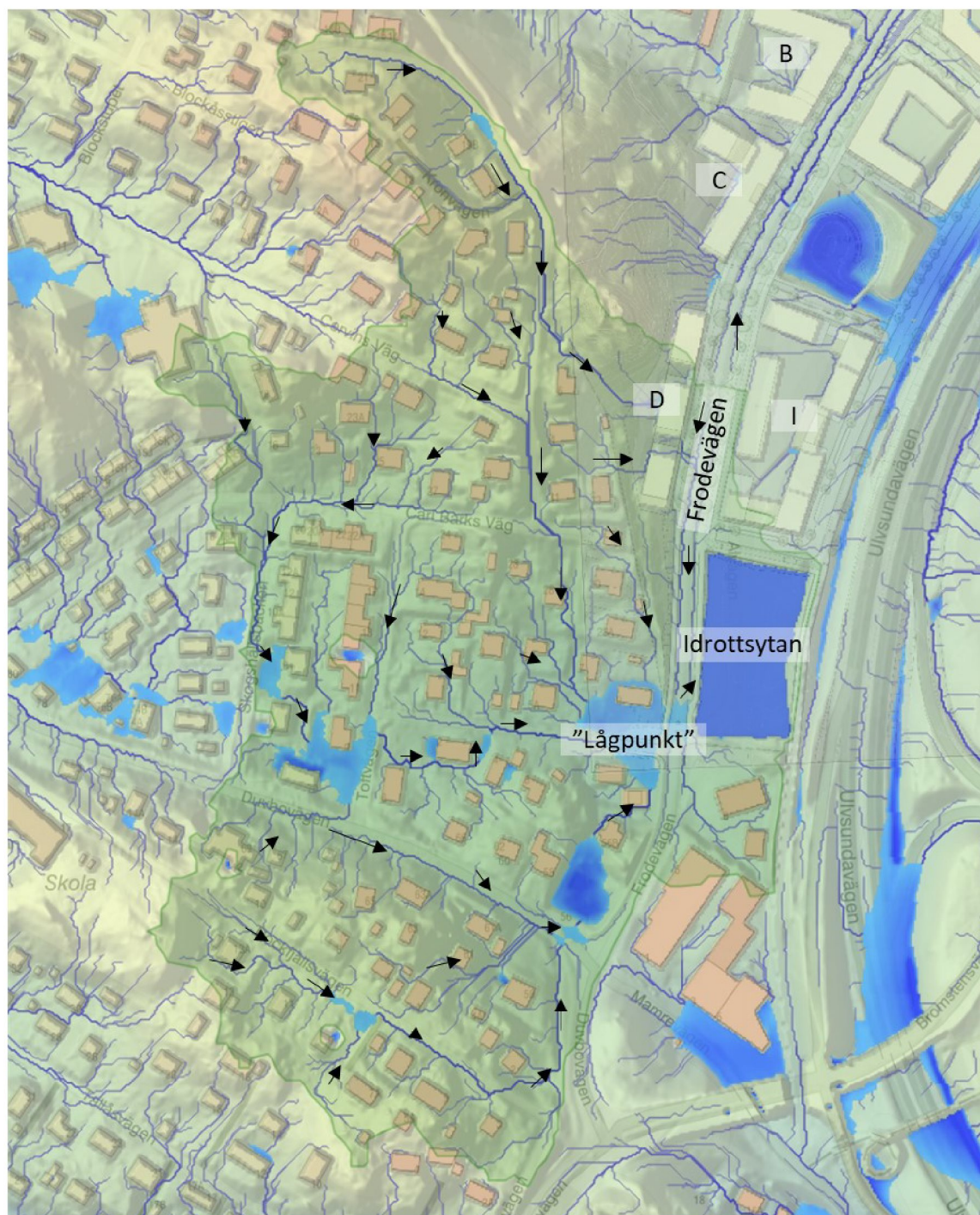


Figur 36. Avrinningsriktningar (svarta pilar) och flödesvägar (blå streck) i area 2 (svagt grön markerat) vid regnvolym 56 mm.

Area 3

Från villaområdet sydväst om Bromstensgluggen flödar vattnet mot en lågpunkt belägen utanför planområdets sydvästra hörn. Lågpunkten avvattnas i modellen till *Idrottsytan*, men om vattennivån i *Idrottsytan* blir för hög rinner vattnet tillbaka till lågpunkten. Detta illustreras i avsnitt 8.2.2 punkt 8.

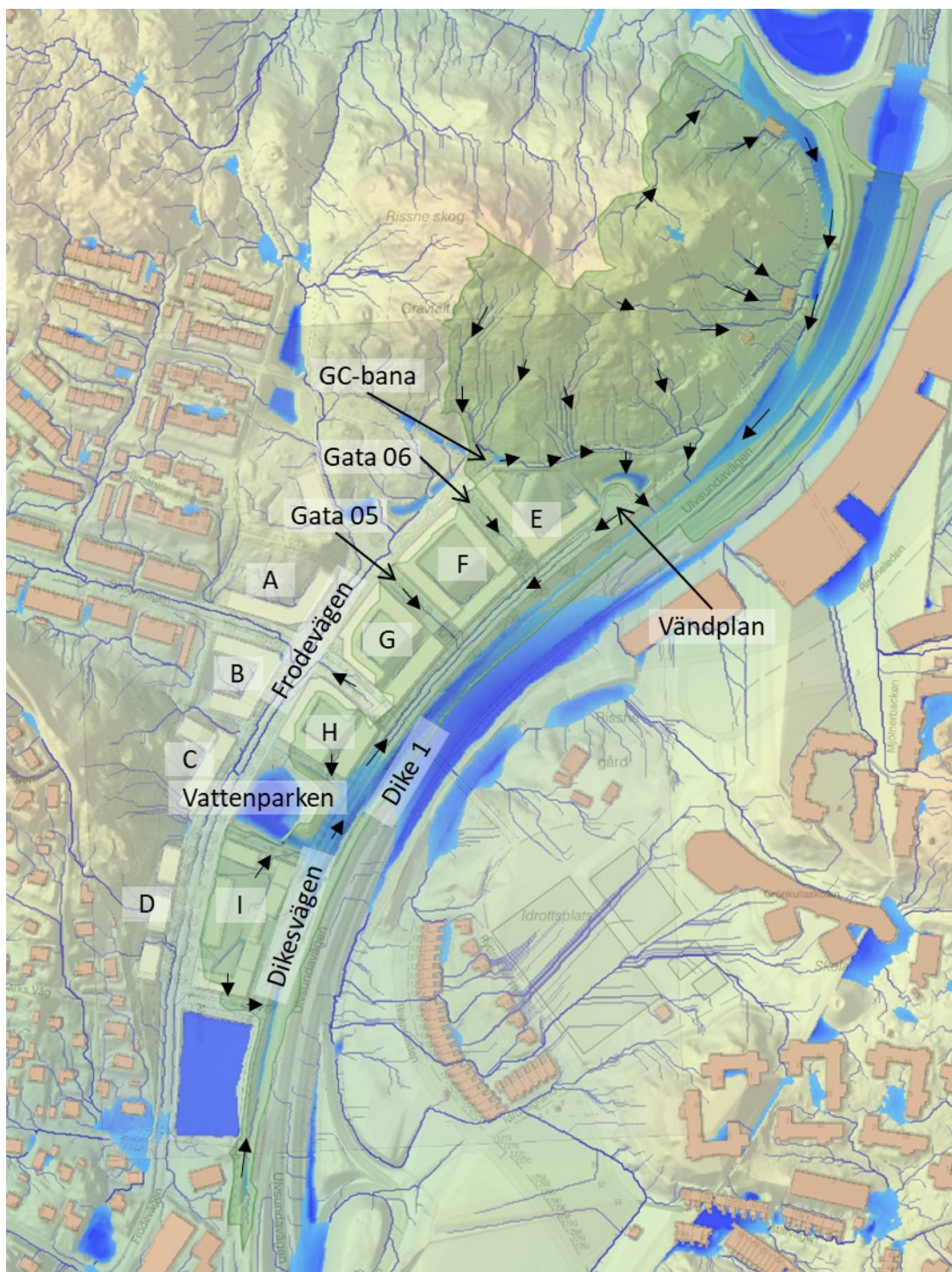
Delar av höjden väster om planområdet rinner ner mot kvarter *D*, där det leds kring byggnaderna och ut mot Frodevägen. Frodevägen har en höjdpunkt mitt för kvarter *D*, vilket styr delar av flödet norrut (tillhör area 2) och delar söderut mot *Idrottsytan*.



Figur 37. Avrinningsriktningar (svarta pilar) och flödesvägar (blåa streck) i area 3 (svagt grönt markerat) vid regnvolym 56 mm.

Area 4

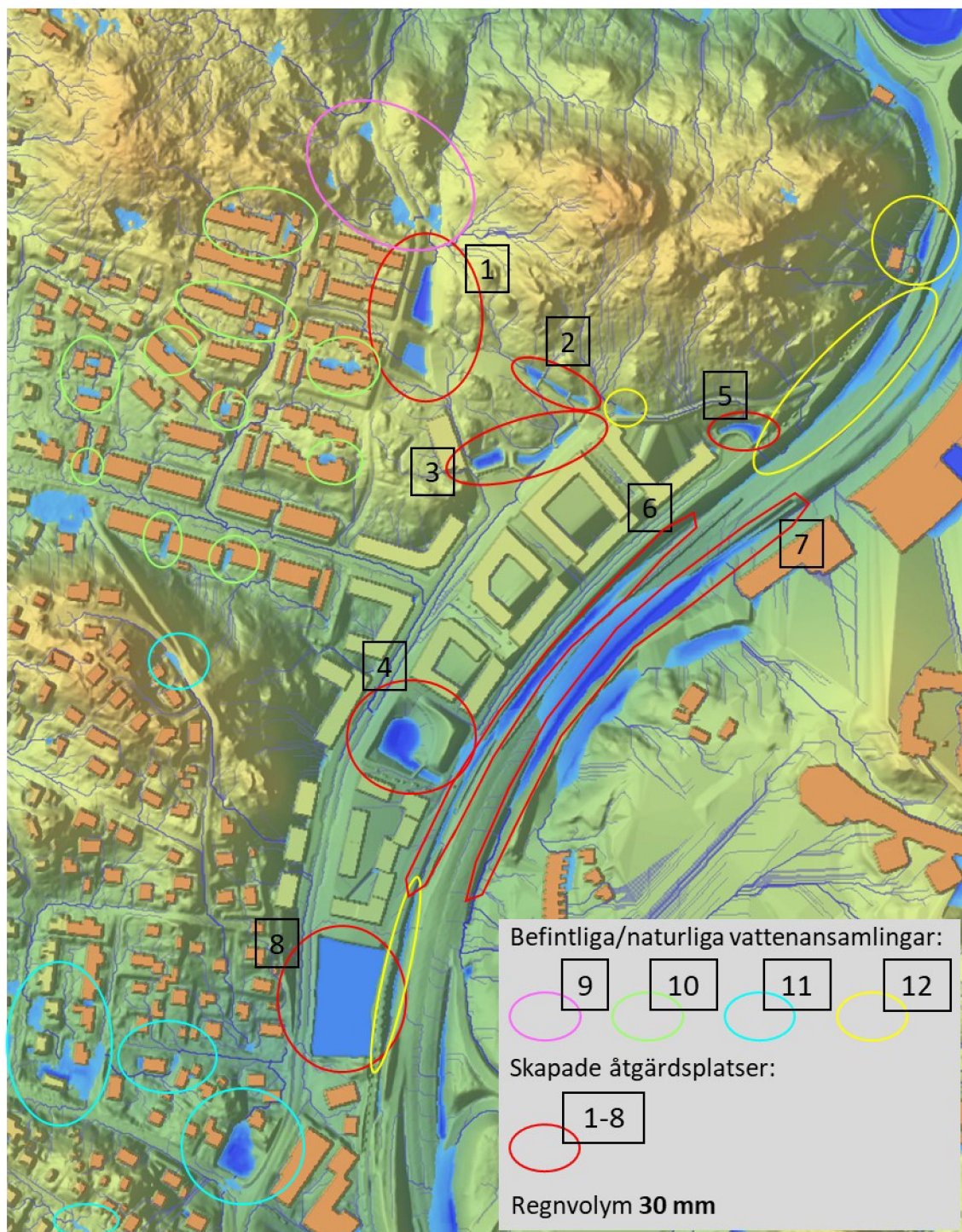
Östra delen av skogsområdet i norr avrinner mot GC-banan i norr, där det tack vare den skapade barriären (se avsnitt 6.1.1) avleds österut och rinner ner i lågpunkten vid Dikesvägens vändplan (Figur 38). När denna lågpunkt fylld upp rinner vattnet vidare mot en svacka längs Ulvsundavägen, norr om *Dike 1*. Direkt till *Dike 1* avleds även skyfall från kvarter *E, F, G, H* och *I*, samt *Dikesvägen, Gata 05* och *Gata 06*. Detta förutsätter att kvarterens mark höjdsätts på korrekt vis i enlighet med de dagvattenutredningar som utförts. Om fördröjningsförmågan i *Idrottsytan* och *Vattenparken* inte räcker nås *Dike 1* även av bräddning från dessa områden.



Figur 38. Avrinningsriktningar (svarta pilar) och flödesvägar (blåa streck) i area 4 (svagt grön markerat) vid regnvolym 56 mm.

8.2.2 Fördröjningsvolym

De volymer som har skapats i terrängmodellen, samt genom de terrängredigeringar som beskrivs i avsnitt 6 har beräknats, dels genom att simulera i Scalgo, och dels genom handberäkningar. Analysen inkluderar även översvämningsvolym i befintliga lågpunkter utanför planområdet, som inte kommer att påverkas av planförslaget och därmed kommer att fortsätta rymma delar av avrinningsområdenas regnvolym även vid planerad situation. Från vissa fördröjningsvolym rinner vattnet vidare genom yttlig flödesväg när maximal magasinsvolym överskridits, medan vattnet på andra ställen sprider sig ut mot kringliggande områden så att en oönskad översvämning skapas. För att fastställa platsens magasinsvolym innan sådan bräddning sker har olika regnvolym studerats. Förutom maximal fördröjningsvolym innan bräddning har även simulerad volym vid respektive scenario undersökts. Platserna har numrerats och beskrivs nedan, varpå en sammanställning följer i Tabell 5. Figur 39 visar fördröjningsvolymernas numrering och placering i planområdet.



Figur 39. Placering och numrering av åtgärdsplatser och övriga vattenansamlingar vid lågpunktskartering i uppbyggd modell i Scalgo med regnvolym 30 mm. Numreringen är densamma som i sammanställningen i Tabell 5.

1. Norra ytliga dammarna

De ytliga fördröjningsdammarna i nordvästra delen av planområdet rymmer totalt 391 m³ och 347 m³ innan bräddning leder till att vattnet flödar vidare söderut. Den norra dammen bräddar redan vid regnvolym 38 mm, medan den södra är full först vid 111 mm. Vid projektering av dammarna kan bräddat vatten från den norra dammen ledas till den södra dammen, så att den södra dammens möjliga fördröjningsvolym kan utnyttjas. Vid summering av maximal fördröjningsvolym har den totala

volymen av båda dammarna använts. Eftersom dammarnas avrinningsområde är relativt litet (se Figur 40) fylls de inte upp vid scenarierna med regnvolym 23 mm och 30 mm.



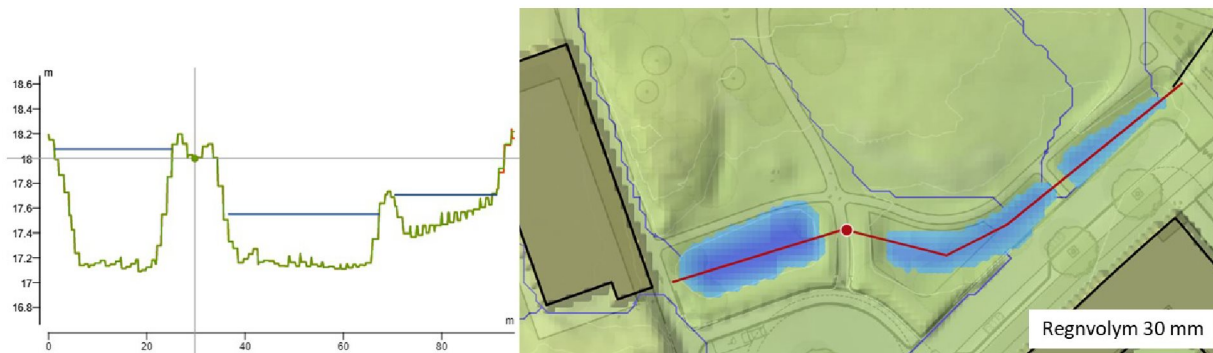
Figur 40. De norra ytliga dammarna samt dess avrinningsområden vid regnvolym 30 mm.

2. Kaskaddiket

Kaskaddiket mellan skogsmarken och Naturparken rymmer enligt analysen maximalt ca 67 m³. De två övre delarna av diket fylls upp och bräddar redan vid 23 mm, medan den nedre inte når sin fulla magasin kapacitet förrän vid regnvolym 50 mm. Detta innebär att diket fördröjningsförmåga är något lägre (ca 61 m³) vid 23 och 30 mm än vid 56 mm.

3. Naturparken

I de tre dammarna i Naturparken erhålls en maximal fördröjningsvolym på 190 m³. Den västra dammen ("3a", *Naturparken Västra*) rymmer 131 m³, medan de östra dammarna ("3b", *Naturparken Östra*) rymmer 58 m³. Kapaciteten i de östra dammarna överstigs vid samtliga scenarion, så att vattnet flödar vidare söderut. Överflödig kapacitet i den västra dammen kan dock inte användas för detta flöde eftersom denna park ligger högre (se Figur 41).



Figur 41. Lågpunkterna i Naturparken vid regnvolym 30 mm i profil och plan. Rödlinje i högra bilden motsvarar profilen till vänster. Profilen läses från väst till ost (dvs vänster till höger i högra bilden). Markering i profilen motsvarar röd punkt i plan.

4. Vattenparken

Vattennivån i Vattenparken kan med planerad höjdsättning stiga till +9,6 m innan vattnet rinner vidare. Vid denna vattennivå rymmer parkens lågpunkt totalt 1702 m³. Då parkens botten planeras placeras under grundvattennivån så att en permanent vattenvolym skapas innehåller parken ca 89 m³ (vid

vattennivå +7,8 m) redan vid skyfallshändelsens start. Tillgänglig fördröjningsvolym i parken är alltså 1613 m³. Utöver detta rymmer kassetmagasinen enligt tidigare beräkningar ca 1500 m³, vilket ger en total fördröjningsvolym i parken på ca 3113 m³. Då det underjordiska magasinet har lagts till i Scalgo-modellen beräknas fördröjningsvolymen vid de olika scenarierna direkt i Scalgo (dvs ingen addition av kassetmagasinets 1500 m³ har behövts göras i efterhand).

5. Vändplanen

Den lågpunkt som skapats mellan *Dikesvägens vändplan* och naturmarken rymmer 98 m³. Åtgärdsvolymen ligger inom area 4, vilket är det avrinningsområde som avrinner direkt till *Dike 1*.

6. Dike 1

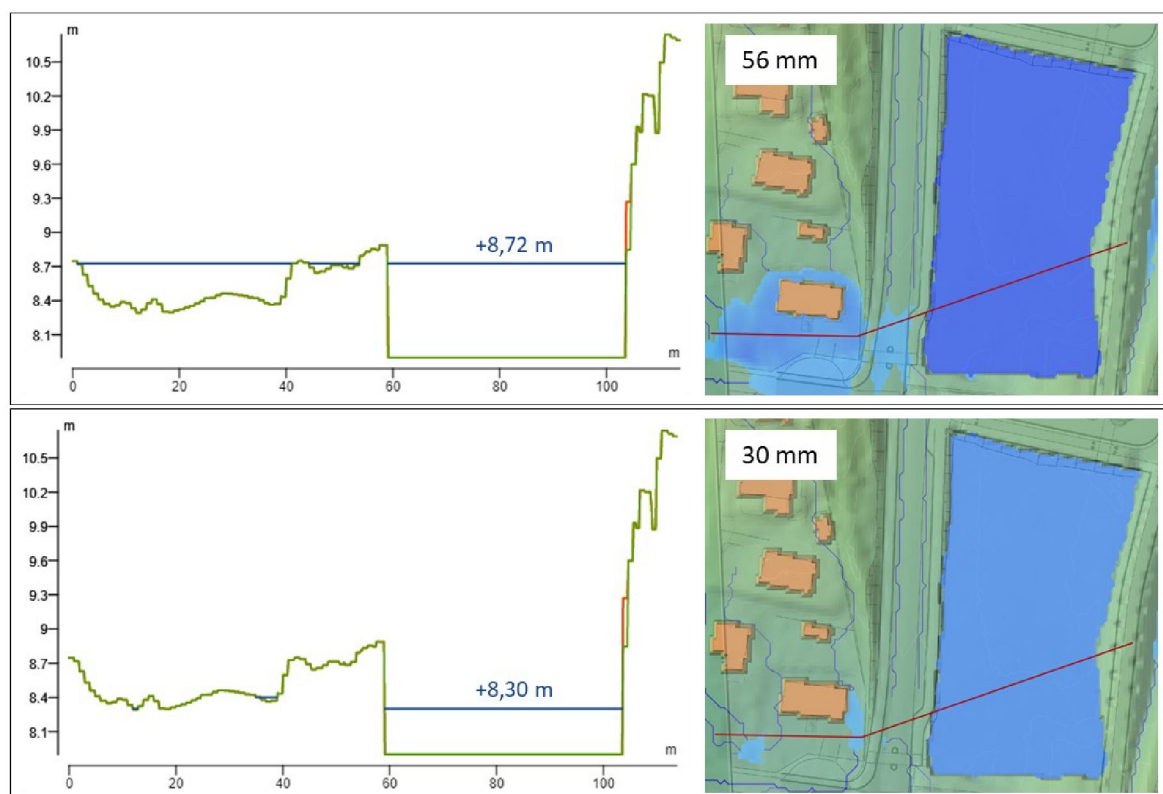
Maximal volym i diket på västra sidan av Ulvsundavägen är 509 m³. Vid regn som överstiger 18 mm överstigs denna kapacitet och vattnet bräddar mot Ulvsundavägen och tillbaka mot Dikesvägen.

7. Dike 2

Diket som föreslås på den östra sidan av Ulvsundavägen får en maximal fördröjningsvolym på 834 m³. Vid regn som överstiger fördröjningsvolymen bräddar vattnet ut mot Ulvsundavägen. Diket ligger inom Stockholms stad och kan utnyttjas för eventuellt vatten som inte kan fördröjas på västra sidan av Ulvsundavägen (inom Bromstengluggen).

8. Idrottsytan

Flödesanalysen visar att vattennivån i Idrottsytan inte får överstiga +8,3 m, om intilliggande lågpunkt ska avvattnas. Detta illustreras i Figur 42 där övre bilden med tillhörande profil visar översvämningssituationen vid regnvolym 56 mm då vattennivån stiger upp till +8,72 m. Högra bilden visar istället situationen med regnvolymen 30 mm så att vattennivån i Idrottsytan endast stiger till +8,3 m.

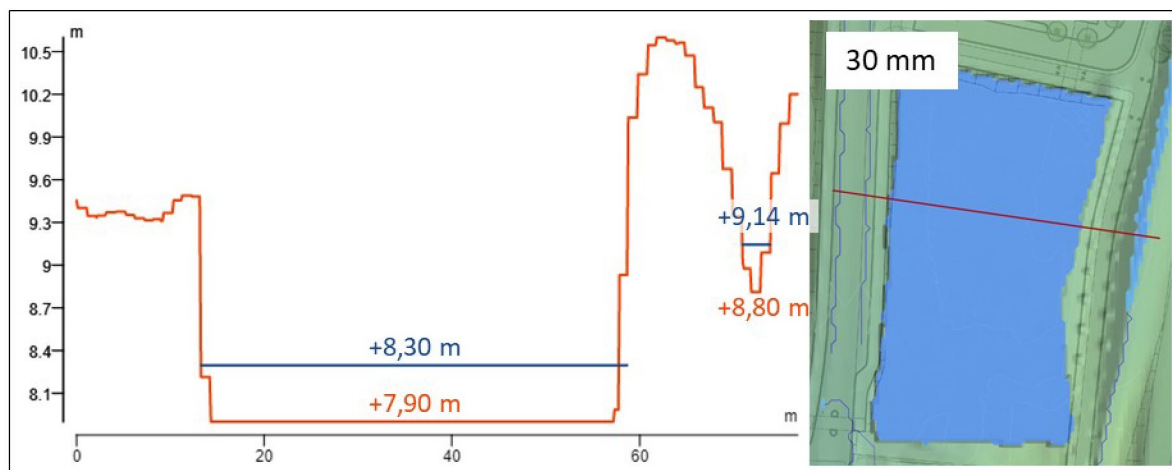


Figur 42. Översvämningssituationen vid Idrottsytan vid regnvolym 56 mm och regnvolym 30 mm, samt vattennivå i fördröjningsytan vid de två scenarierna.

Idrottsytans botten ligger på +7,9 m (enligt beskrivning i avsnitt 6.1.2) och har en yta på ca 3800 m². Med en högsta vattennivå på +8,3 m skapas ett djup på 0,4 meter, vilket ger en total fördröjningsvolym på 1520 m³, förutsatt att hela ytan tillåts översvämmas till detta djup. Vid större nederbördsmängder fortsätter parken att fyllas, men den intilliggande lågpunkten samt delar av Frodevägen svämmas över (se Figur 42).

Om bottennivån på idrottsplatsen tillåts placeras under grundvattenytan, vilket kräver tätning, kan en större volym erhållas.

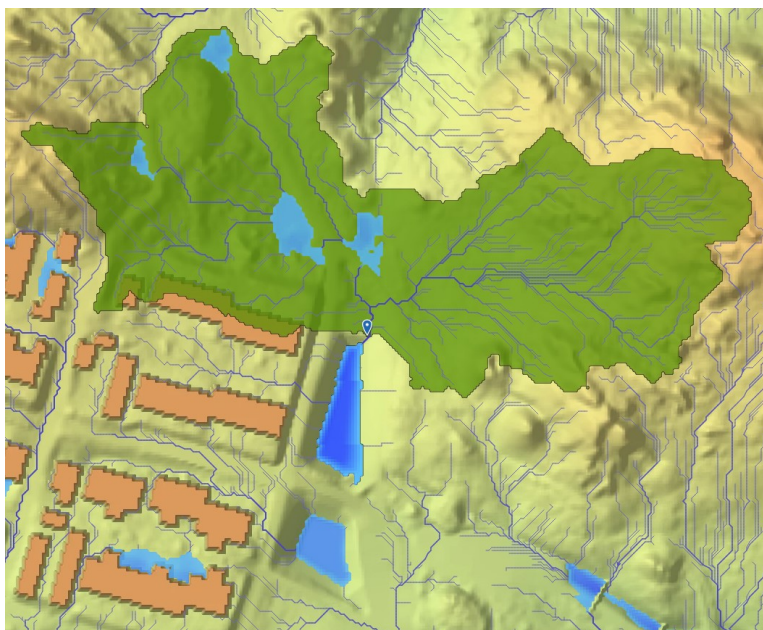
Parkens bottennivå på +7,9 m ligger lägre än bottennivån i Dike 1. Detta innebär att parken inte kan avvattnas mot diket, utan en annan anslutning för avvattningsrör för avvattningsrör under Dike 1, som ansluts till dagvattenledningssystemet i norra delen av diket.



Figur 43. Vatten- och bottennivå i Idrottsytan och Dike 1 vid regnvolym 30 mm.

9. Lågpunkter/svackor/sänkor – Area 1

Förutom i tilltänkta åtgärdsplatser samlas vatten även i befintliga lågpunkter uppströms planområdet, se Figur 44. Volymen av dessa lågpunkter är densamma vid planerad som befintlig situation och har beräknats genom att undersöka den samlade volymen i lågpunkter i avrinningsområdet uppströms planområdet (se grönt område i Figur 44). Total volym som samlas i dessa lågpunkter är 49, 49 respektive 47 m³ vid regnvolym 56, 30 respektive 23 mm.



Figur 44. Avrinningsområde och lågpunkter uppströms Area 1a, vid regnvolym 30 mm.

10. Lågpunkter/svackor/sänkor – Area 2

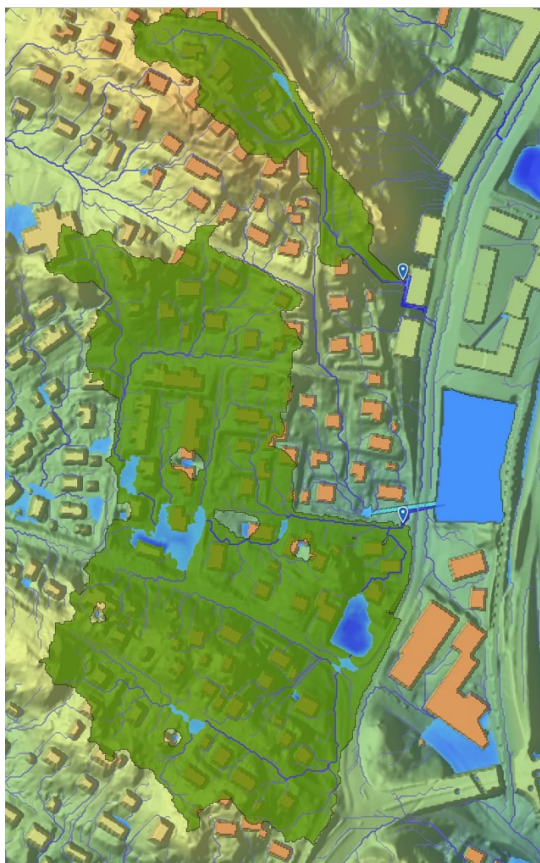
Förutom i tilltänkta åtgärdsplatser samlas vatten även i befintliga lågpunkter utanför planområdet, se Figur 45. Volymen av dessa lågpunkter är samma vid planerad som befintlig situation och har beräknats genom att undersöka den samlade volymen i lågpunkter i avrinningsområdet uppströms planområdet (se grönt område i Figur 45). Total volym som samlas i dessa lågpunkter är 136, 88 respektive 55 m³ vid regnvolym 56, 30 respektive 23 mm.



Figur 45. Avrinningsområde och lågpunkter uppströms Area 2, vid regnvolym 30 mm.

11. Lågpunkter/svackor/sänkor – Area 3

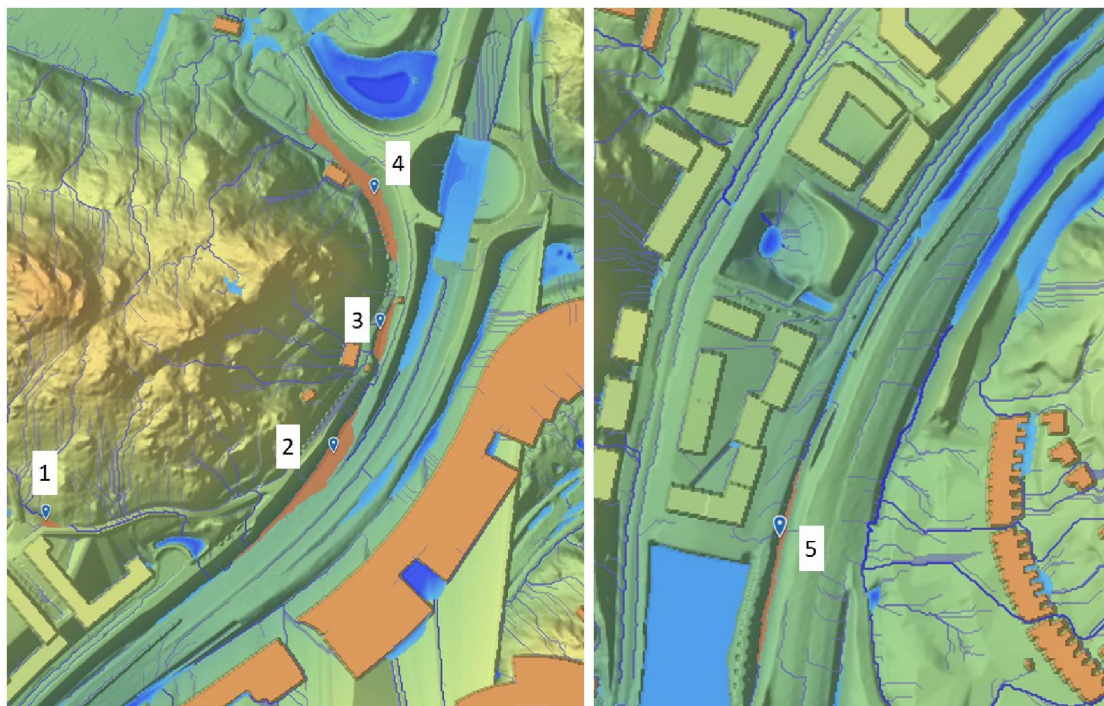
Förutom i tilltänkta åtgärdsplatser samlas vatten även i befintliga lågpunkter utanför planområdet, se Figur 46. Volymen som samlats i dessa lågpunkter är samma vid planerad som befintlig situation och har beräknats för respektive regnvolym scenario genom att jämföra avrinnande volym i area 3 (Tabell 4) med summan av Idrottsytans fördröjningsvolym och den volym som enligt simulering i Scalgo bräddar från Idrottsytan. Denna skillnad utgör det vatten som samlats i andra lågpunkter och uppgår till 672, 659 respektive 197 m³ för regnvolym 56, 30 respektive 23 mm.



Figur 46. Avrinningsområde och lågpunkter uppströms Area 3, vid regnvolym 30 mm. (Bilden är en sammanfogning av två separata bilder tagna från Scalgo).

12. Lågpunkter/svackor/sänkor – Area 4

Förutom i tilltänkta åtgärdsplatser samlas vatten även i naturliga eller befintliga lågpunkter, se Figur 47. Lågpunkterna 3 och 4 är opåverkade av de föreslagna förändringarna, medan lågpunkt 1 skapas vid planerad GC-bana, punkt 5 skapas i befintligt vägdike eller i en förlängning av *Dike 1* och utbredningen av det översvämmande området i punkt 2 ökar något vid planerad situation. Ökningen i punkt 2 kan dock bero på små skillnader i höjdsättning i de två modellerna i Scalgo, och kan komma att försvinna då planerad situation höjdsätts mer detaljerat. En jämförelse mellan översvämningssituationen vid befintlig och planerad situation presenteras i avsnitt 8.2.4. Då avrinningsområdets storlek är olika vid olika regnvolym varierar antalet lågpunkter som ligger inom avrinningsområdet, och lågpunkt 2, 3 och 4 har därför endast tagits med i beräkningarna för regnvolym 56 mm. Volymen av lågpunkterna som finns utmed Ulvsundavägen har hämtats från modellen vid regnvolym 18 mm, vilket motsvarar den volym då kapaciteten i *Dike 1* överstigs och lågpunkterna binds samman. Vid större regn anses även kapaciteten i dessa lågpunkter överskridas.



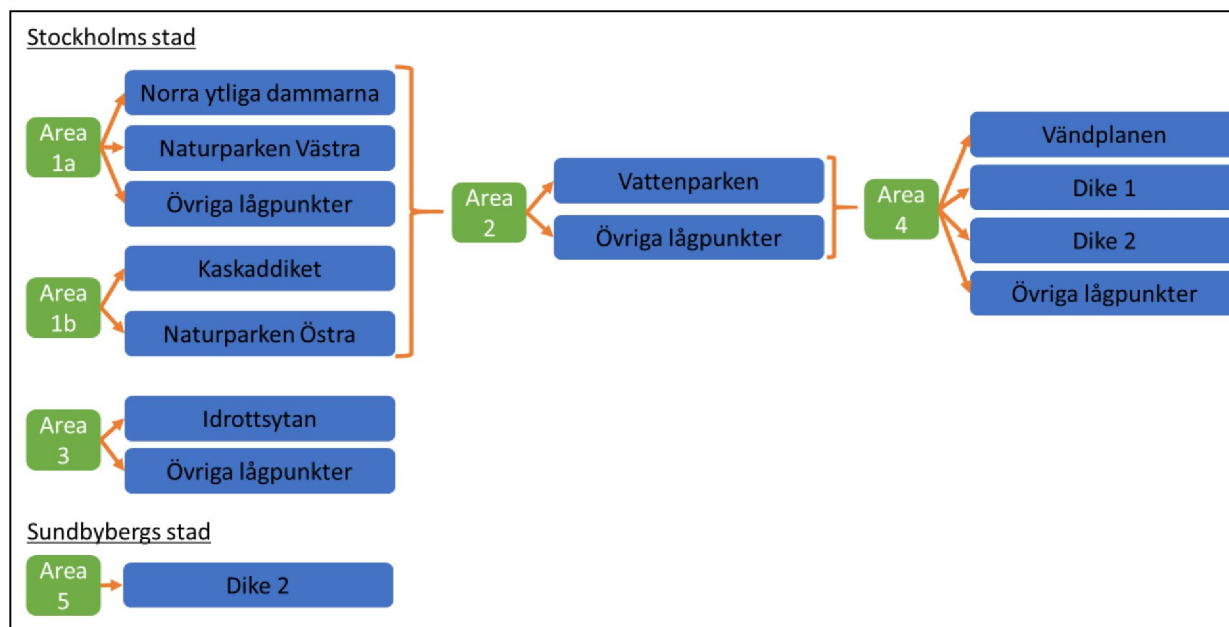
Figur 47. Lågpunkter uppströms Area 4, vid regnvolym 18 mm. (Bilden t.v. är en sammanfogning av flera separata bilder tagna från Scalgo).

Tabell 5. Födröjningsplatsernas volym vid respektive scenario, samt tillhörande avrinningsområde. Platsernas placering enligt numrering i tabellen framgår av Figur 39.

Nr	Födröjningsplats	Erhållen födröjningsvolym [m³]				
		Maximal	56 mm	30 mm	23 mm	
1	Area 1a	Norra ytliga dammarna	738	568	395	294
2	Area 1b	Kaskaddiket	67	67	62	61
3a	Area 1a	Naturparken Västra	131	131	113	87
3b	Area 1b	Naturparken Östra	58	58	58	58
4	Area 2	Vattenparken	3113	3113	2123	1543
5	Area 4	Vändplanen	98	98	98	98
6	Area 4	Dike 1 (Väst om Ulvsundavägen)	509	509	509	509
7	Area 4	Dike 2 (Öst om Ulvsundavägen)	834	834	834	834
8	Area 3	Idrottsytan	1520	1520	1514	1056
9	Area 1a	Övriga lågpunkter/svackor/sänkor	49	49	49	47
10	Area 2	Övriga lågpunkter/svackor/sänkor	136	136	88	55
11	Area 3	Övriga lågpunkter/svackor/sänkor	672	672	649	197
12	Area 4	Övriga lågpunkter/svackor/sänkor	526	526	60	60

8.2.3 Jämförelse avrinnande volym och fördröjningsvolym

För att utvärdera hur väl de skapade fördröjningsvolymerna klarar av att omhänderta de skyfallsvolymer som uppstår har avrinnande volym i respektive område jämförts med en summering av de erhållna fördröjningsvolymerna som presenterats i Tabell 5 ovan. Den extra volym som kan skapas i Idrottsparken om bottennivån tillåts vara lägre än grundvattennivån har inte medräknats i denna jämförelse. Jämförelsen har gjorts för samtliga undersökta scenarier. Flödesschemat i Figur 48 visar hur vattnet hanteras i de olika områdena och hur det flödar vidare till andra områden i det fall att fördröjningskapaciteten i området inte räcker till. Beräkningarna följer detta flödesschema.



Figur 48. Flödesschema som illustrerar hur vattnet hanteras i de olika avrinningsområdena och hur det sedan flödar vidare till andra områden.

Vid regnvolym 56 mm visar Tabell 6 nedan att fördröjningsvolymerna i area 1a och b inte är tillräckliga för att rymma hela skyfallsvolymer, vilket resulterar i att vatten flödar vidare längsmed Frodevägen till area 2. Vattenparken, som är den huvudsakliga fördröjningsvolymen i area 2, klarar inte att fördröja hela den avrinnande volymen i area 2, och därmed inte heller det inflödande vattnet från area 1a och 1b. Detta resulterar i ett stort flöde från vattenparken till Dike 1 i area 4. Dike 1 och 2, samt de övriga lågpunkterna i area 4 rymmer endast 1/3 av det vatten som når dikena, vilket resulterar i ett överskott ("utflöde") på cirka 3800 m³. Detta medför att dikena svämmar över mot Ulvsundavägen och Dikesvägen. Då Idrottsytans fördröjningsförmåga begränsas av möjligheten av avvattna intilliggande lågpunkt räcker inte erhållen fördröjningsvolym till för den avrinnande volymen i area 3. Detta resulterar i ett överskott ("utflöde") på ca 1900 m³ som ställer sig på delar av Frodevägen samt i den lågpunkt som översvämmas redan vid befintlig situation.

Tabell 6. Avrinning från Bromstengluggen vid scenario 56 mm.

Område	Avrinnande volym m ³	Från uppströms område m ³	Bidragande uppströms område n/a	Fördröjningsvolym m ³	(Åtgärdsplats) #	Utflöde m ³
Area 1a	1 040			748	(1,3a & 9)	292
Area 1b	350			125	(2 & 3b)	225
Area 2	4 144	517	Area 1a & b	3 249	(4 & 10)	1412
Area 3	4 077			2 192	(8 & 11)	1885
Area 4	4 397	1412	Area 2	1 967	(5,6,7 & 12)	3842

Bromstensgluggen	14 008	8 281		5 727*
Area 5	15 319	0	n/a	15 319

*summering av utflöde från area 3 och 4.

Vid regnvolym 30 mm visar Tabell 7 nedan att fördröjningsvolymen i area 1a (som utgörs av naturliga sänkor, norra ytliga dammarna och den västra av Naturparkens lågpunkter) har tillräcklig volym för att rymma hela regnvolymen. Däremot sker ett mindre flöde vidare från kaskaddiket och de östra av Naturparkens lågpunkter till Frodevägen och area 2. Trots detta är Vattenparkens maximala fördröjningsvolym större än behovet, vilket resulterar i att fördröjningsvolymen i Vattenparken är mindre än den maximala och att inget vidare flöde sker från Vattenparken till Dike 1. Det negativa utflödet för area 2 i Tabell 7 (-5) beror på avrundningsfel i metoden. Dike 1 och 2 rymmer med marginal det flöde som uppstår från Bromstensgluggen till dessa. Dock räcker kvarvarande volym i Dike 2 inte till att även magasinera flödet från area 5 i Sundbybergs stad. Idrottsytans fördröjningsvolym är i princip tillräcklig för att möjliggöra avvattning av befintlig lågpunkt och förhindra översvämning av Frodevägen.

Tabell 7. Avrinning från Bromstensgluggen vid scenario 30 mm.

Område	Avrinnande volym m ³	Från uppströms område m ³	Bidragande uppströms område n/a	Fördröjningsvolym m ³	(Åtgärdsplats) #	Utflöde m ³
Area 1a	557			557	(1,3a & 9)	0
Area 1b	187			120	(2 & 3b)	67
Area 2	2 200	67	Area 1b	2 272	(4 & 10)	-5
Area 3	2 173			2 163	(8 & 11)	10
Area 4	1 252			1 501	(5,6,7 & 12)	-249
Bromstensgluggen	6 369			6 613		-239*
Area 5	7 507			249	(7)	7258

*summering av utflöde från area 3 och 4.

Jämförelsen av avrinnande volymer och erhållna fördröjningsvolymer ger ungefär samma slutsatser vid regnvolym 23 mm som vid 30 mm. Kaskaddiket och Naturparkens lågpunkter är fortfarande inte riktigt tillräckligt stora för att fördröja hela volymen, utan en liten volym flödar vidare mot Vattenparken. Denna ryms dock utan problem i Vattenparken. Dike 1 och 2 utgör tillsammans tillräcklig volym för att rymma det vatten som uppstår inom area 4 och alltså avrinner direkt mot Dike 1. Överskottsvolymer i Dike 2 är inte tillräcklig för att rymma all avrinnande volym i area 5.

Tabell 8. Avrinning från Bromstensgluggen vid scenario 23 mm.

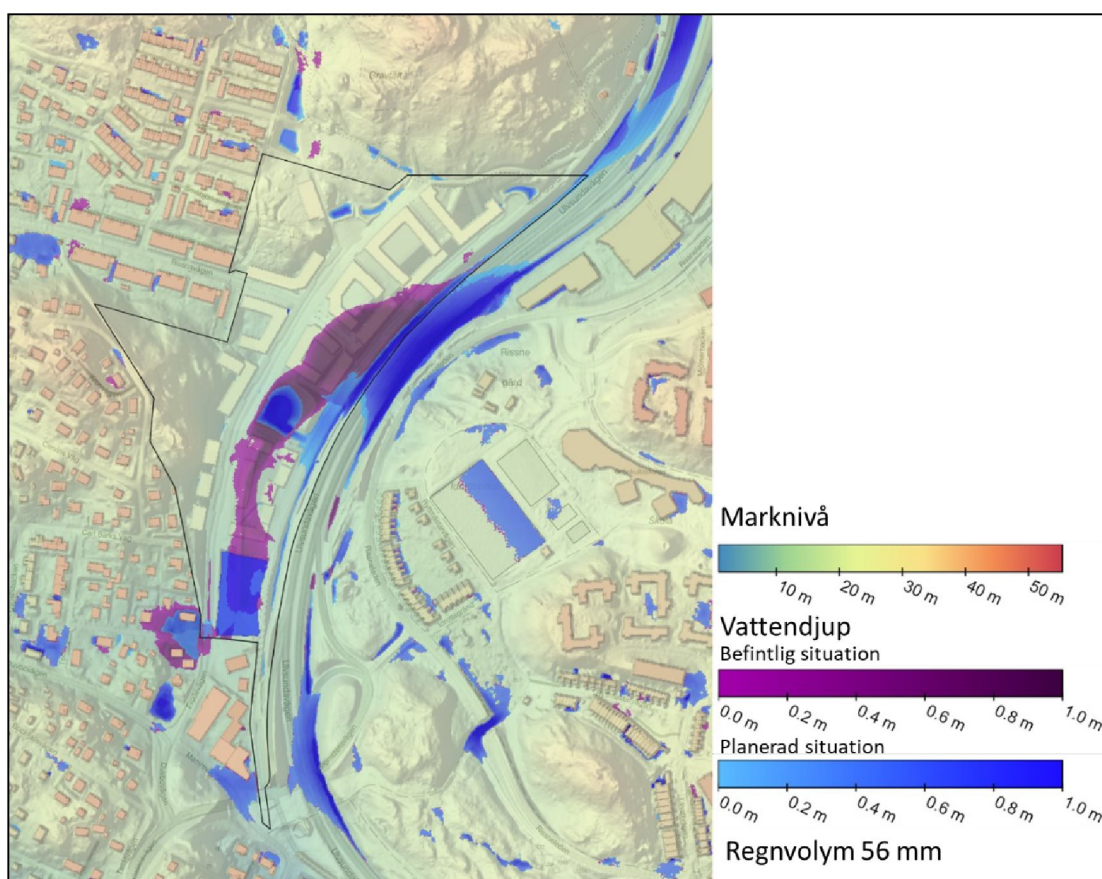
Område	Avrinnande volym m ³	Från uppströms område m ³	Bidragande uppströms område n/a	Fördröjningsvolym m ³	(Åtgärdsplats) #	Utflöde m ³
Area 1a	428			428	(1,3a & 9)	0
Area 1b	144			119	(2 & 3b)	25
Area 2	1 658	25	Area 1b	1 687	(4 & 10)	-4
Area 3	1 253			1 253	(8 & 11)	0
Area 4	961			1 501	(5,6,7 & 12)	-540
Bromstensgluggen	4 444			4 988		-540
Area 5	5 572			540	(7)	5 032

8.2.4 Jämförelse befintlig & planerad situation

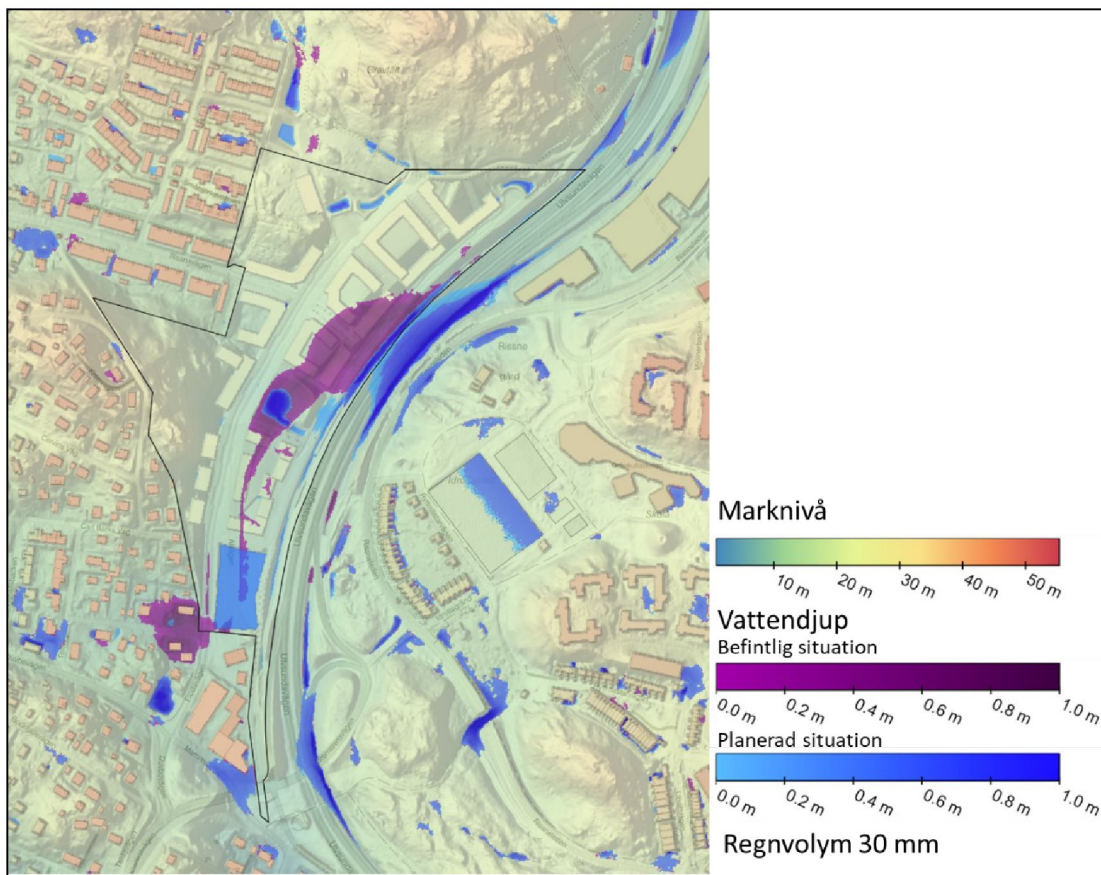
Figur 49, Figur 50 och Figur 51 visar översvämningssituationen vid befintlig och vid planerad situation för respektive scenario. Jämförelsen visar att trots att hela skyfallsvolymen inte kan rymmas inom planen sker en stor begränsning av översvämningens utbredning, och planerad bebyggelse i Bromstensgluggen utsätts inte för översvämning.

Vid regnvoly 56 mm översvämmas delar av Dikesvägen och Frodevägen, samt lågpunkten sydväst om planområdet. Eftersom Dike 2 översvämmas av det tillflöde som sker från area 5 medger simuleringen ingen överföring av vatten från Dike 1 till Dike 2, vilket resulterar i en mindre översvämning av Dikesvägen och västra sidan av Ulvsundavägen även vid regnvoly 30 och 23 mm, i motsats till vad som presenterats i Tabell 7 och Tabell 8. Ingen översvämning sker vid Frodevägen och lågpunkten i sydväst vid dessa scenarier.

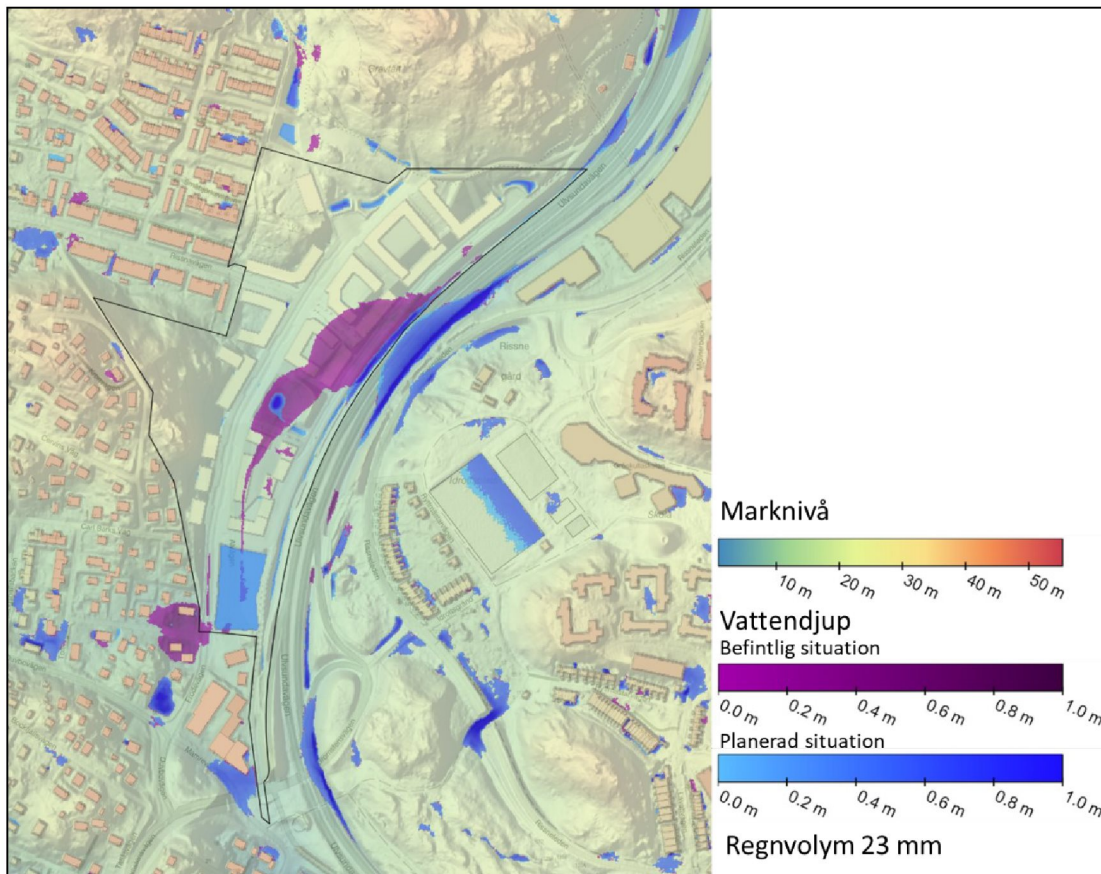
Ulvsundavägen översvämmas vid samtliga scenarion, men utbredning minskar med mindre regnvoly. Vid regnvolyerna 56 mm och 30 mm översvämmas en något större del av Ulvsundavägen vid planerad situation jämfört med befintlig situation, eftersom modellen för planerad situation inte tillåter vattnet från östra sidan av Ulvsundavägen (som härstammar från Sundbybergs stad) att rinna över till Bromstensgluggen. Vid 23 mm är istället översvämningens utbredning något mindre vid planerad situation. Större delen av den översvämning som sker på Ulvsundavägen beror på det flöde som uppstår inom Sundbyberg.



Figur 49. Översvämmade områden vid befintlig och planerad situation vid regnvoly 56 mm (Scalgo Live).



Figur 50. Översvämmade områden vid befintlig och planerad situation vid regnvolym 30 mm (Scalگو Live).



Figur 51. Översvämmade områden vid befintlig och planerad situation vid regnvolym 23 mm (Scalگو Live).

9 SLUTSATSER

Simuleringen i Scalgo är en grov förenkling av det verkliga flödet eftersom ingen hänsyn tas till dynamiken i nederbördsförloppet. Resultatet bör därför tolkas med försiktighet och endast övergripande slutsatser kan dras. Vid hydrodynamisk modellering kan de siffror som presenterats här komma att förändras.

De vattenvolymer som uppstår inom planområdet vid skyfall kommer både från ytor inom planområdet och utanför planområdet. Stora fördröjningsvolymer har skapats inom planområdet för att ta hand om båda dessa volymer. Åtgärderna avser att omhänderta det vatten som uppstår inom Stockholms stad.

Vid scenario med regnvolyvm 56 mm, som motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet utan avdrag för ledningsnätets kapacitet, räcker de skapade fördröjningsvolymer inte till för hela den avrinnande volym som uppstår. Detta medför att åtgärdsplatserna bräddar ut mot befintlig lågpunkt i sydväst samt mot Dikesvägen, Frodevägen och Ulvsundavägen. Vid regnvolyvm 30 mm och 23 mm, som motsvarar 100-årsregn med avdrag för ledningsnät med kapacitet för 10- respektive 20-årsregn, kan hela den skyfallsvolymer som uppstår inom Stockholms stads del av avrinningsområdet fördröjas med hjälp av föreslagna åtgärder.

De skapade fördröjningsvolymer medför att skyfallsvattnet samlas i tilltänkta ytor och att den totala utbredningen av översvämningen av planområdet som översvämmas minskas jämfört med befintlig situation. Planerad bebyggelse utsätts inte för översvämningsrisker vid något av de undersökta scenarierna, förutsatt att höjdsättning av kringliggande mark utförs på ett korrekt vis. Föreslagen skyfallshantering i Idrottsytan möjliggör även avvattning av en lågpunkt som ligger sydväst om planområdet, som översvämmas vid befintlig situation. Situationen norr om planområdesgränsen, vid *Norra ytliga dammarna* och *Kaskaddiket*, påverkas också till följd av de föreslagna förändringarna. Här uppstår nya skyfallsvolymer i de skapade åtgärderna medan några mindre befintliga lågpunkter försvinner. Översvämningen av Ulvsundavägen kvarstår vid samtliga scenarion, i huvudsak till följd av tillflöde från östra sidan av Ulvsundavägen, utanför planområdet. Detta vatten fördröjs med fördel längre uppströms, inom Sundbybergs kommun. En dialog förs mellan Stockholms stad, Sundbybergs stad, Stockholm Vatten och Avfall samt Sundbyberg Avfall & Vatten kring hur flödet kan hanteras i framtida. I nuläget finns ingen lösning framtagen. Befintlig bebyggelse och övriga områden kring planområdet påverkas inte av planförslaget.

10 REFERENSER

ScalgoLive. <http://scalgo.com/live/> [2022-08-26].

Svenskt vatten (2016). Publikation P110 - *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

Boverket (2018): *Tillsynsvägledning avseende översvämningsrisker, Rapport 2018:8*.

Länsstyrelsen Stockholm, LSt (2018): *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall- stöd i fysisk planering. Fakta 2018:5*

MSB (2017): *Vägledning för skyfallskartering, tips för genomförande och exempel på användning MSB1121 – augusti 2017, ISBN: 978-91-7383-764-4*.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 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. 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
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

