

Skyfallsmodellering Grenå 4

Stockholm 2024-03-19

Confidential

Skyfallsmodellering Grenå 4

Datum	2023-03-19
Uppdragsnummer	1320062836
Utgåva/Status	PM

Neil Young
Uppdragsledare

Emmie Kjellström
Handläggare

Sara Karlsson
Granskare

Ramboll Sverige AB
Krukmakargatan 21
Box 17009
10462 Stockholm

www.ramboll.se

Unr 1320062836 Organisationsnummer 556133-0506

Confidential

Sammanfattning

HSB AB arbetar med detaljplanen Grenå 4 i Kista, Stockholms stad. Detaljplanens syfte är att möjliggöra bebyggelse av flerbostadshus på mark som idag består av idrottshall med nedsänkta parkeringsytor under hallen. För att utreda nuläges- och framtidsscenarioer i samband med skyfall har Ramboll Sverige AB fått i uppdrag av HSB AB att upprätta en skyfallsmodell. Skyfallsmodellen har upprättats med hjälp av programmet MIKE+.

Syftet med skyfallsmodelleringen är att kartlägga nuvarande situation inom detaljplaneområdet vid händelse av skyfall. Vidare ska modellen visa på hur situationen kommer att förändras i framtiden när detaljplanen blivit bebyggd. Resultaten från utförd simulering ska användas som underlag för att identifiera vilka eventuella åtgärder som behöver vidtas för att omhänderta skyfallsflöden inom och i anslutning till detaljplanen. Skyfallet ska omhändertas på ett sätt så att det inte sker en ökad risk för översvämning för befintlig bebyggelse i anslutning till detaljplanen. Samtidigt ska ny bebyggelse planeras så att det inte föreligger risk för skada på nya byggnader i samband med skyfall.

Det finns en befintlig lågpunkt där stora volymer (740 m^3) blir instängda vid händelse av skyfall. Delar av Grenå 4 ligger inom lågpunkten och byggnationen av detaljplanen kommer att leda till förändrade markhöjder i anslutning till den befintliga lågpunkten. Det kommer att resultera i en förändrad översvämningsutbredning i samband med ett 100-årsregn.

De genomförda skyfallssimuleringarna visar att den framtida höjdsättningen med de planerade skyfallsåtgärderna, som utgörs av ett underjordiskt magasin, kan få samma fördröjning som befintlig situation. Därmed påverkas inte områdena nedströms. Åtgärderna minskar dessutom översvämningsrisken för bebyggelse inom Grenå 4.

Magasinets volym har inte optimerats. Det finns möjligheter för ytterligare utredning för att förbättra volymer och åtgärder för att hantera översvämning under skyfallshändelser.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Syfte	1
1.2	Underlag	1
2.	Förutsättningar skyfallsmodellering.....	2
2.1	Höjdmodell.....	2
2.2	Regn	3
2.3	Avrinningsområde och modellgräns	4
2.4	Randvillkor	5
2.5	Markytans råhet.....	6
3.	Resultat.....	6
3.1	Befintlig situation	6
3.2	Framtida situation	10
3.3	Jämförelse.....	11
4.	Osäkerheter	13
5.	Slutsats	13
6.	Vidareutveckling av skyfallsmodell	14

Skyfallsmodellering Grenå 4

1. Inledning

1.1 Syfte

Skyfallskarteringen syftar till att utreda befintlig samt framtida situation i samband med skyfall för fastigheten Grenå 4, inklusive avrinningsområdet som fastigheten ligger inom. Utredningen ska med hjälp av en skyfallsmodell, upprättad med programmet MIKE+, kartlägga nuvarande situation inom och i anslutning till detaljplanen i samband med ett 100-årsregn. Vidare ska utredningen visa på hur situationen förändras i samband med planerad bebyggelse och förändrade markhöjder inom området. Utifrån simuleringsresultaten ska sedan effekten av förslagna åtgärder för omhändertagande av dagvattnet presenteras. Åtgärdernas syfte är att säkerställa att översvämningsrisken för planerade fastigheter inte ökar till följd av den förändrade markanvändningen i området. Utredningen ska också redovisa att risken för befintlig bebyggelse, anläggningar och gator nedströms inte ökar till följd av den planerade bebyggelsen. Åtgärdernas syfte är att inte förvärra översvämningsrisken i omgivningen och att den nya byggnaden inte ska riskera att översvämmas vid ett 100-årsregn. För att säkerställa att ny bebyggelse inte tar skada av kvartersmarkens flöden måste eventuellt fasaden och husgrunden få en vattentålig anläggning.

1.2

Underlag

- Grundkarta i dwg-format
- Planerad bebyggelse och markanvändning i dwg-format
- Ortofoto, SCALGO.
- Höjdraster, SCALGO.
- Publikation P110, Svenskt Vatten.

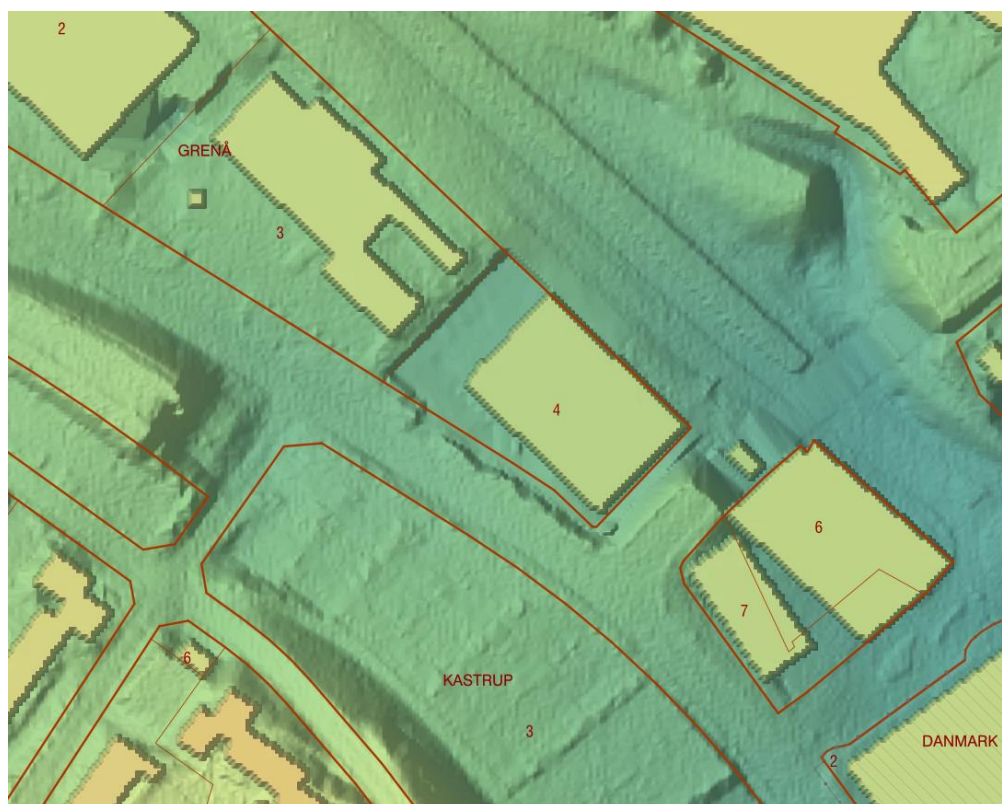
2. Förutsättningar skyfallsmodellering

För att ta fram befintliga och framtida flödesvägar samt riskområden för översvämningar inom planområdet har en skyfallsmodell byggts upp i DHI:s programvara MIKE+.

2.1 Höjdmodell

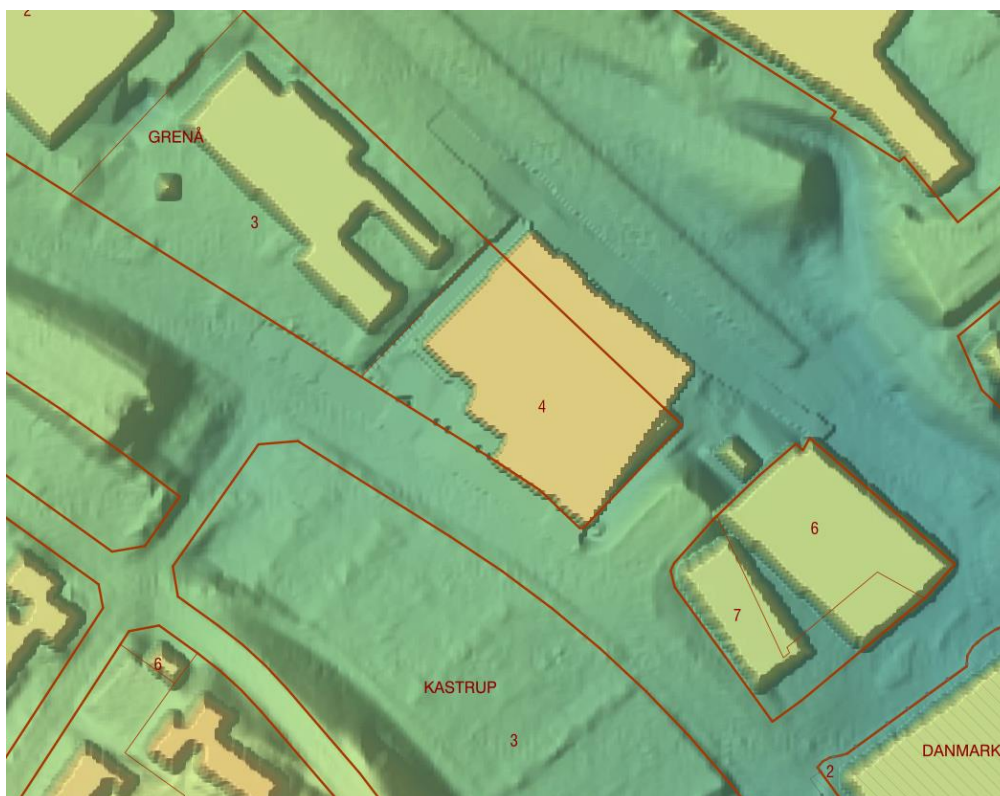
Ett scenario med befintliga markhöjder har simulerats för att kunna utgöra jämförelsescenario, det vill säga för att kunna analysera konsekvenserna av den planerade exploateringen inom Grenå 4. Den befintliga höjdmodellen utgår från SCALGO Lives höjdmodell Sweden/Skog vilken bygger på Lantmäteriets LIDAR-data "Laserdata Skog" och har en upplösning på 1x1 m. Befintlig höjdmodell inom planområdet redovisas i Figur 1. Byggnaden står idag på pelare och höjdmodellen har därför justerats. Genom att klippa bort den del av byggnaden som står på pelare kan volymen under byggnaden inkluderas i höjdmodellen.

Broar och kulvertar representeras i höjdmodellen med deras högsta nivå vilket leder till att vatten inte kan flöda under eller igenom konstruktionerna. För att undvika att vatten blir stående vid dessa konstruktioner har större broar tagits bort med hjälp av GIS-verktyg.



Figur 1. Befintlig höjdmodell kring Grenå 4.

För att simulera ett framtida scenario har planerade höjder, byggnader och planerade skyfallsåtgärder lagts in i den befintliga höjdmodellen med hjälp av GIS. De planerade höjderna har erhållits i form av terrängmodell (genererat från L-31-P01.dwg) inom planområdet.



Figur 2. Framtida höjdmodell kring Grenå 4.

2.2

Regn

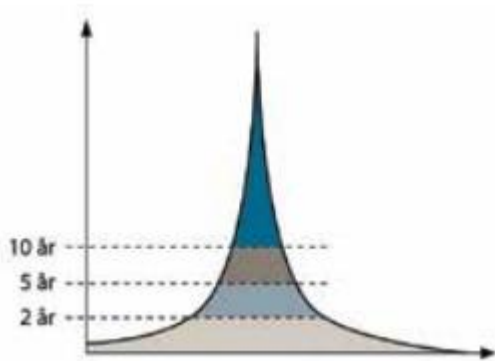
I de utförda skyfallssimuleringarna har ett CDS-regn med återkomsttiden 100 år med klimatfaktor 1,25 belastat modellen. Ett CDS-regn är uppbyggt av ett antal blockregn med samma återkomsttid som har varierande varaktighet (intensitet). Regnet är symmetriskt fördelat kring ett intensitetsmaximum som antas inträffa i den tidigare delen eller mitten av regnet. Fördelen med att använda ett CDS-regn i modelleringsarbetet är att regnet statistiskt sett innehåller intensitetsblock med alla varaktigheter upp till den tid som krävs för att alla delområden skall hinna rinna av och bidra med flödet i varje punkt i modellen. Därmed säkerställer man att rätt varaktighet på regnet använts för att få med maximal avrinning i varje sträcka i modellen (Svenskt Vatten, 2011). CDS-regnet som belastar modellen har en total varaktighet på 6 timmar, samt en total nederbörds mängd på 105,7 mm (utan hänsyn till avdrag).

För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet samt infiltration i grönytor inom området har avdrag på regnet gjorts i enlighet med metodiken för Stockholms stads skyfallsmodell. Regnet delas upp i de tre stadierna *förregn*, *topp (peak)* samt *efterregn*.

Under förregnet faller totalt 25 mm nederbörd, och under denna period antas ledningsnätet ha tillräcklig kapacitet att avleda den nederbördsmängden som faller på de hårdgjorda ytorna. All nederbörd som faller på grönytor under förregnet antas infiltrera, vilket bidrar till att vattenmättningen fylls upp. Till följd av att all nederbörd infiltrerar till marken samt omhändertas av ledningsnätet bidrar förregnet inte till någon ytavrinning i modellen, och avdrag för hela förregnet görs på det ursprungliga regnet.

Förregnet efterföljs av toppen (peaken), och under denna 30 minuter långa period faller totalt 55,6 mm. Under toppen antas ledningsnätet kunna avleda ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25, vilket motsvarar en nederbördsmängd på 29,5 mm. Under toppen görs inget schablonavdrag på regnet för infiltration, utan den infiltration som kan ske beräknas i stället av infiltrationsmodulen.

Under efterregnet faller 25 mm nederbörd. Den nederbörd som faller på de hårdgjorda ytorna antas kunna omhändertas av ledningsnätet, medan infiltrationen i grönytorerna beräknas av infiltrationsmodulen i stället för schablonavdrag på regnet.



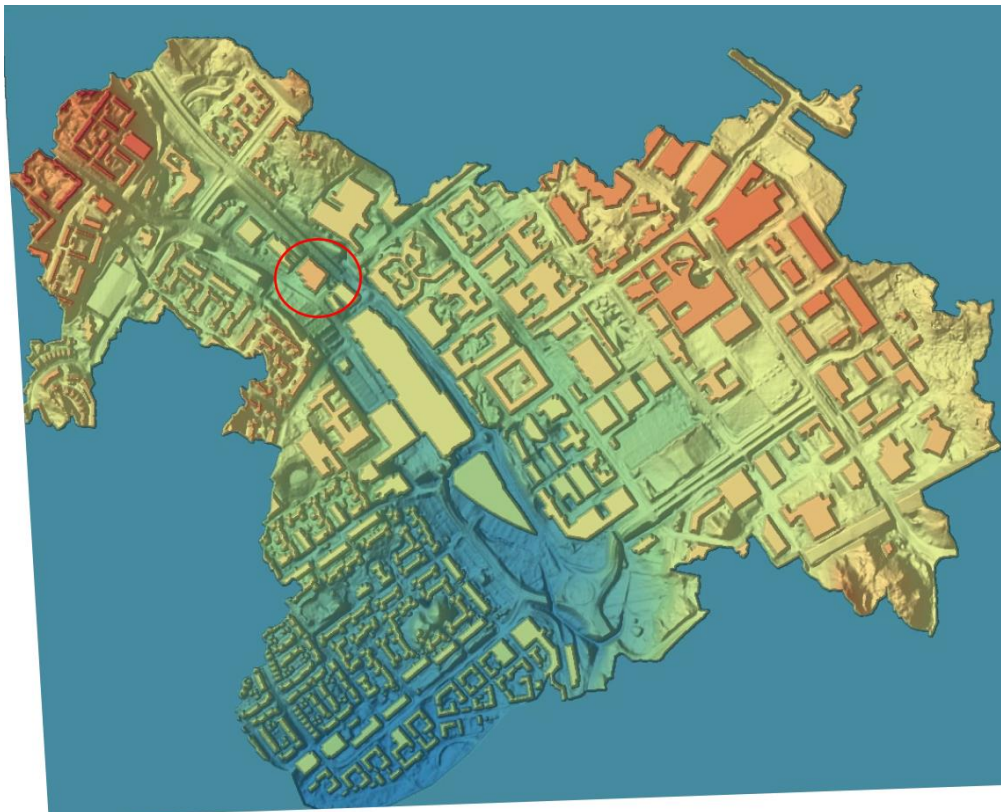
Figur 3. Regnkurva för CDS-regn likt de som använts vid utförda simuleringar

2.3

Avrinningsområde och modellgräns

Skyfallsmodellen har avgränsats genom att analysera de delavrinningsområden som ligger kring Grenå 4. För att säkerställa att samtliga flöden som kan tänkas påverkas av den framtida exploateringen har modellgränsen utgått från det avrinningsområde som avleds till Danmarksgatan och sedan fortsätter nedströms till Hanstavägen. I Figur 4 redovisas modellgränsen (röd linje) som detaljplanen för Grenå 4 (svart linje) ligger inom. Det bör dock noteras att enbart ett mindre

delavrinningsområde inom modellgränsen avleds genom Grenå 4, och modellgränsen är således väl tilltagen.



Figur 4. Hela modellområdet som analyserats

2.4

Randvillkor

Som tidigare beskrivits omfattar modellområdet ett avrinningsområde som avleds mot Danmarksgatan via planområdet och sedan fortsätter nedströms mot Hanstavägen. För att vatten inte ska bli stående vid modellgränsen har ett fiktivt utlopp inkluderats vid denna gräns. Det fiktiva utloppet är utformat som en konstant vattennivå på 5 cm ovan mark för att representera ett fritt utlopp.

För att få en snabbare modellkörning ska en testmodell användas med randvillkor vid överdäckning av Hanstavägen. När en åtgärdslösning hittas för planområdet ska ett större scenario köras för att visa påverkan på lågpunkten, denna visas i Figur 4 och Figur 5.

I verkligheten fortsätter flödet vidare till lågpunkten där en översvämning bildas. Det fiktiva utloppet bedöms inte ha någon inverkan på resultatet inom studieområdet.

2.5 Markytans råhet

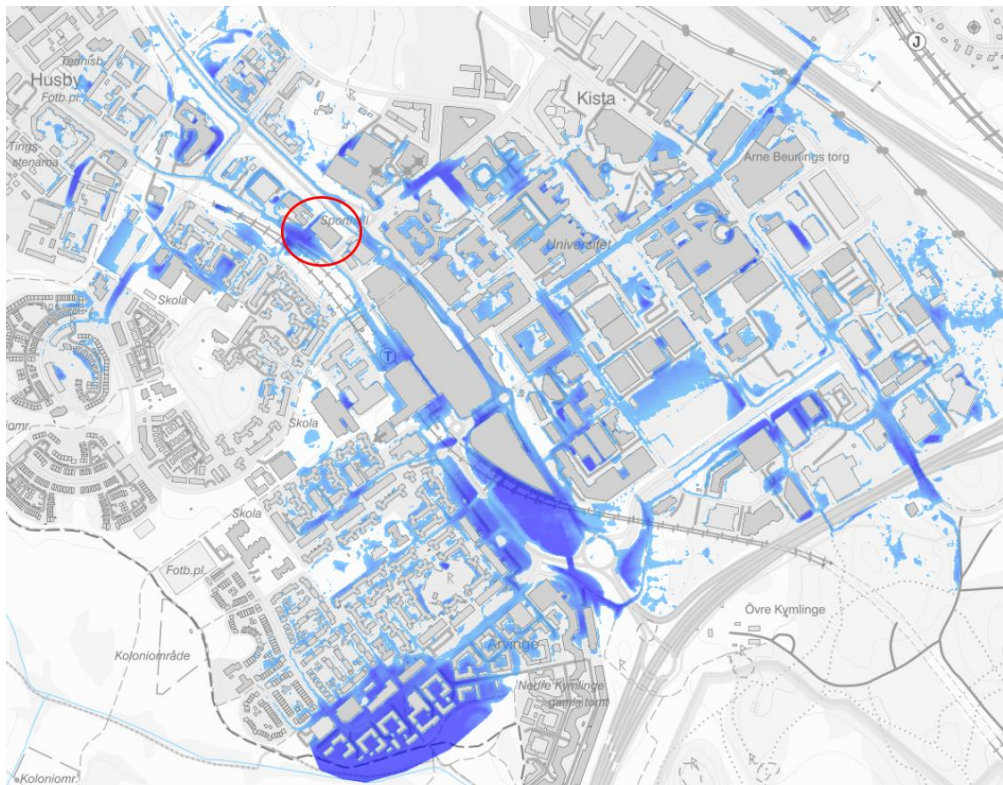
I modellen har ett konstant Mannings tal används. Förenklingen har gjorts på grund av att modellen omfattar ett homogent urbant område samt osäkerhet om framtida markanvändning.

3. Resultat

3.1 Befintlig situation

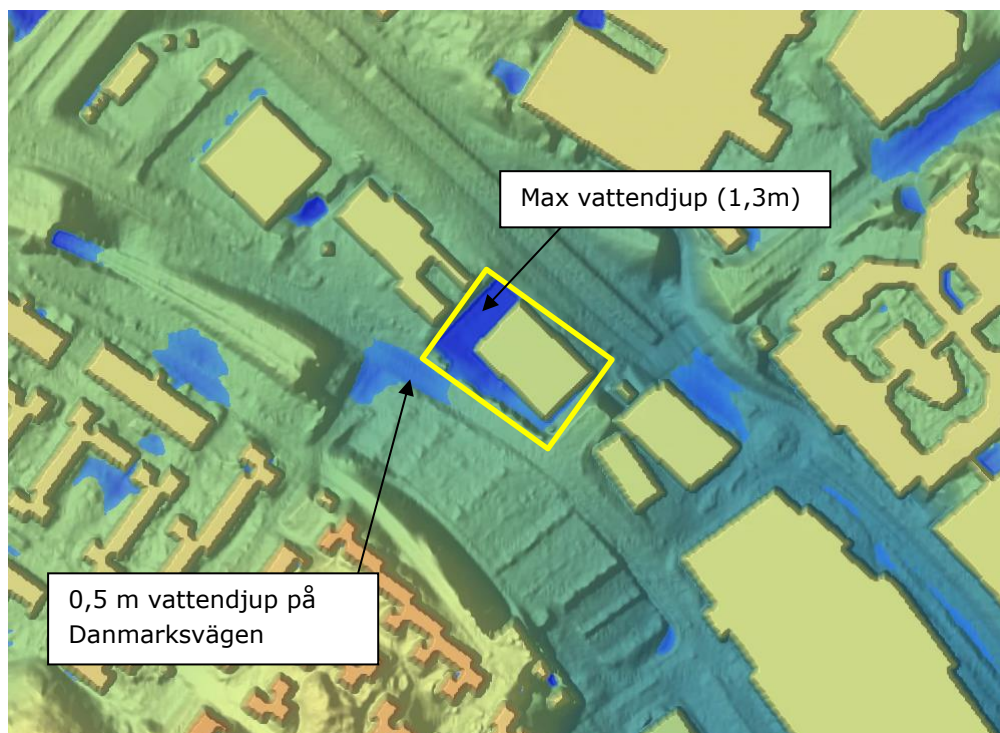
I Figur 5 presenteras en översiktlig bild av beräknat maximalt översvämningsdjup (m) för befintlig situation vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 inom modellområdet. Det bör noteras att resultatet för det maximala vattendjupet visar översvämningen som uppstått i varje enskild beräkningspunkt någon gång under simuleringsförloppet. Med andra ord har de maximala vattendjupen och flödena inte nödvändigtvis uppstått samtidigt inom olika delar av modellen.

Vid skyfall uppkommer ett stort skyfallsflöde på Danmarksgatan. På Danmarksgatan i höjd med Grenå 4 finns en större lågpunkt. Vid skyfall fylls denna lågpunkt upp och det gäller även lågpunkten under Grenå 4. Vid en viss nivå rinner detta vatten vidare över kvartersmarken vid Grenå 4. Beräknad vattennivå på Danmarksgatan vid befintlig situation har beräknats till +17,47 m.



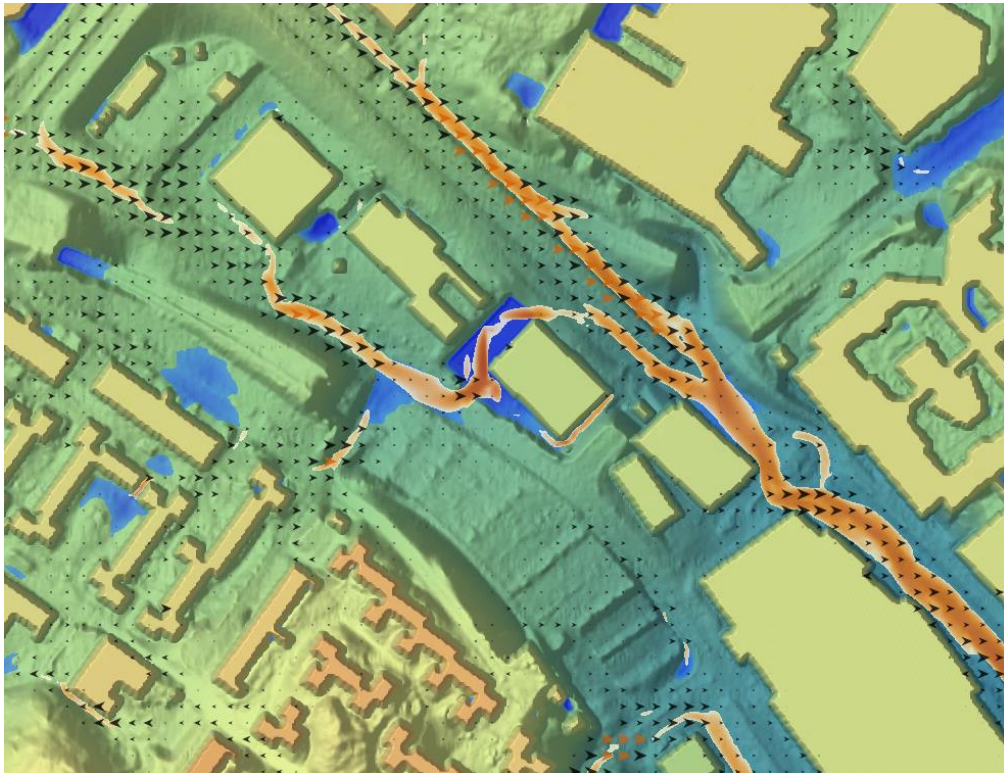
Figur 5. Beräknat maximalt översvämningsdjup för befintligt scenario vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

I Figur 6 redovisas skyfallsmodellens beräknade maximala översvämningsdjup (m) kring planområdet för befintlig situation vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Resultatet visar att det inom planområdet uppstår en större översvämnning med en stående vattenyta på +17,47 m, vilket till stor del sker till följd av att vatten flödar in till området från Danmarksgatan. Det största översvämningsdjupet inom det instängda området återfinns nordväst om planområdet där djupet beräknas överstiga 1,3 meter. Inom planområdesgränsen beräknas ett generellt vattendjup på upp till 50 cm på Danmarksgatan.



Figur 6: Beräknat maximalt översvämningsdjup kring Grenå 4 för befintligt scenario vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Ungefärlig planområdesgräns markerad med gul linje.

I Figur 7 presenteras en översikt av relativa maximala flöden ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) och flödesriktning för befintlig situation kring planområdet vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Som tidigare beskrivits orsakas översvämningen inom planområdet främst av inkommande vatten från Danmarksgatan, där flödet följer den befintliga fastighetens infartsväg.

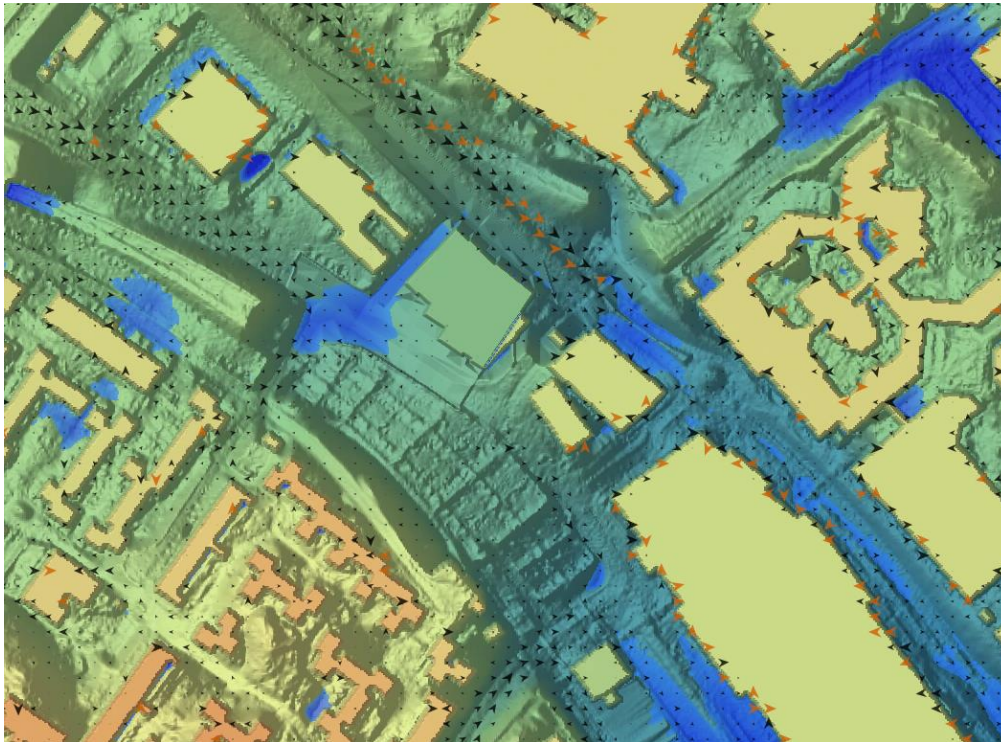


Figur 7: Beräknat maximalt relativt flöde och flödesriktning för befintligt scenario vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

3.2

Framtida situation

I Figur 8 presenteras en översiktlig bild av beräknat maximalt översvämningsdjup (m) och flödesriktning för framtida situation med åtgärder inom det modellerade området. Resultatet visar att de beräknade översvämningsdjupen utanför det avrinningsområde som avleds till planområdet förblir oförändrade jämfört med befintlig situation.

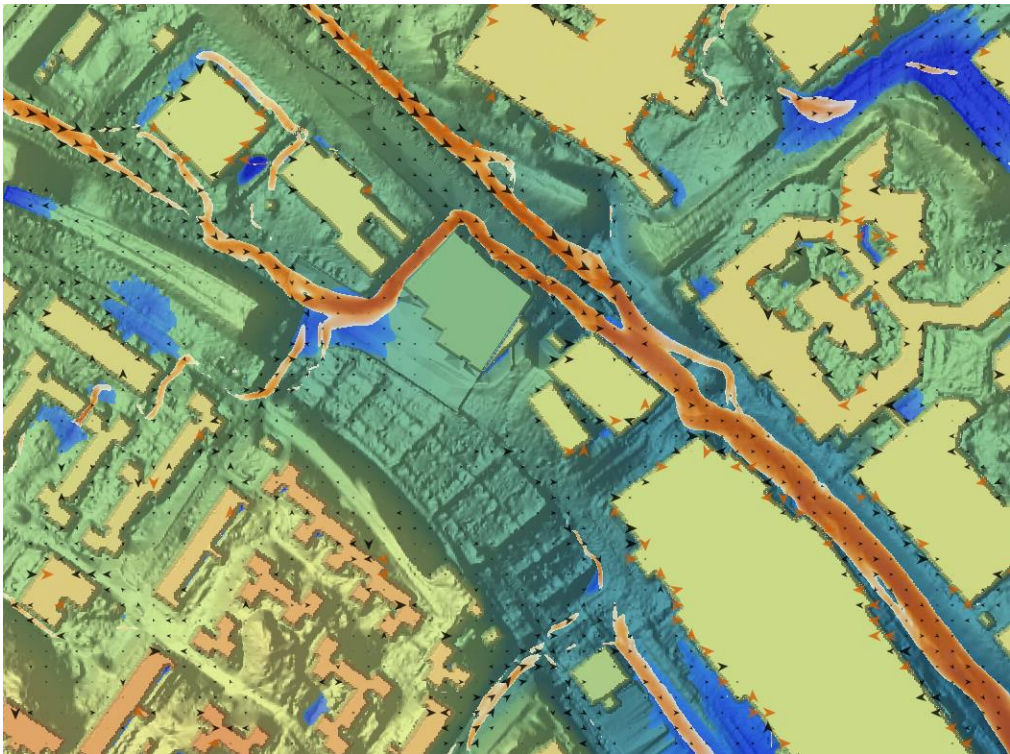


Figur 8: Beräknat maximalt översvämningsdjup för framtida scenario vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25.

En iterativ process användes för att identifiera det alternativ som visas i Figur 8 och Figur 9. Inledande modellering visade att den förslagna designen ökade översvämningsnivåerna på Danmarksgatan och förvärrade översvämningen nedströms. Ett skyfallsmagasin utformades med en volym på 740 m³ som motsvarar den volym som byggdes bort.

Det var komplicerat att inte förvärpa översvämningsrisken på Danmarksgatan och flera alternativ studerades. Det första alternativet som undersöktes var att minska den planerade byggnadens fotavtryck för att identifiera den största möjliga byggnaden (arean) som inte skulle påverka översvämningsnivåerna. Progressiva minskningar av byggnaden gav inte önskat resultat och en kontroll-simulering där byggnaden togs bort helt och hållet visade att den styrande parametern inte var byggnadens fotavtryck. I den andra delen av undersökningen undersöktes höjdsättnings påverkan på översvämningen på Danmarksgatan. I detta skede identifierades att den beroende variabeln var nivån på gatan och flödesvägen. På

grund av att den befintliga flödesvägen är på en lägre nivå än gatan tar den emot överskottsflöden från de allra tidigaste stadierna av regnet. För att efterlikna den befintliga flödesvägen och fördröjningsvolymen med den nya strukturen inom planområdet måste en liknande mekanism upprätthållas i form av nivåer som ligger mycket nära de som finns på Danmarksgatan. Flera scenarier testades där flödesvägen låg på +17,1 m - +16,9 m. Scenariot med +16,9 m gav bäst resultat, men nivåerna under +17,0 m ansågs vara acceptabla då det skedde en minimal ökning av översvämningen på några cm. Nivån på +17,0 m ansågs också vara lättare att uppnå än en nivå på +16,9 m. Alla framtidsscenarier inkluderar magasinen. En preliminär höjdsättning testades i modellen och ansågs vara acceptabel (Tabell 1. Redovisning av föreslagen magasinsvolym och nivå).



Figur 9. Beräknat maximalt relativt flöde och flödesriktning för framtida scenario med åtgärder vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

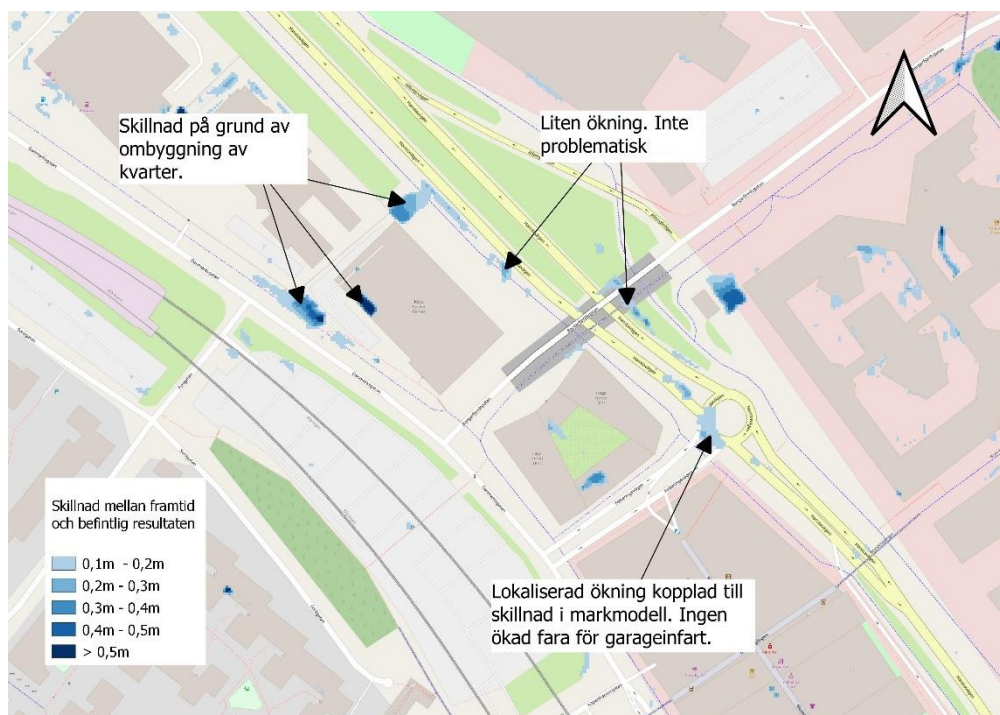
Tabell 1. Redovisning av föreslagen magasinsvolym och nivå

Modell resultat	
Magasinsvolym	740 m ³
Flödesväg nivå	+17,00 m

3.3 Jämförelse

Skillnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig och planerad situation efter exploatering redovisas i Figur 10. Det identifierades tidigt i modelleringsprocessen att ett område nedströms var känsligt för ökad översvämning när den befintliga lågpunkten under sporthallen togs bort, vilket ledde till att behovet av ett kompensatoriskt skyfallsmagasin identifierades. Figur 10 visar att denna kompensationsvolym fungerar som planerat utan några betydande eller problematiska ökningar av översvämningsrisken nedströms. Vi kan göra bedömningen att det inte blir en ökad risk för garaget eftersom det inte framkommer någon skillnad mellan modellen för befintlig och framtida situation. Det innebär att det inte finns någon skillnad i översvämningsrisk vid garageets entré på Folketingsvägen. Modellen visar heller ingen skillnad nedströms.

Skillnaden mellan befintlig och planerad situation utanför planområdet, till exempel på kvartersmark, är på grund av skillnaden i markmodellen och inte på grund av en ökad översvämningsrisk. Markmodellen i framtida scenarier är uppdaterad. Däremot behövdes innergården tas bort för att stabilisera modellberäkningarna.



Figur 10: Skillnad i översvämningsdjup mellan befintligt och framtida scenario.

4. Osäkerheter

Syftet med en skyfallsmodell är att efterlikna de verkliga förhållandena vid ett skyfall, men modellen kan aldrig fullständigt återspegla den verkliga situationen då ett stort antal komplexa parametrar påverkar situationen vid skyfall.

En av de största osäkerheterna kopplade till den framtagna modellen bedöms vara infiltrationen. Vid skyfall är infiltrationshastigheten ofta begränsad och varierar till stor del av lokala markförhållanden vilket inte återspeglas i modellens infiltrationsmodul. Även regnets schablonavdrag för ledningsnätet är förknippad med osäkerheter då det antas att hela ledningsnätet är dimensionerat för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25, och det antas att exempelvis gallerbrunnar inte sätts igen samt har tillräcklig kapacitet för att svälja de flöden som genereras.

För fler osäkerhetsfaktorer gällande skyfallskarteringen se WSP:s rapport "Skyfallsmodellering Stockholms stad" daterad 2018-06-13.

Regnets varaktighet kan spela roll i hur omfattande översvämningen blir inom ett instängt område. Ju längre regnet är desto mer omfattande riskerar översvämningen att bli i utbredning och djup. Dock så ökar samtidigt sannolikheten för ledningsnätets förmåga att avleda dagvattnet vid längre varaktigheter då regnets intensitet avtar med tiden. Hur översvämningen i området som omfattas av den här utredningen kan förändras beroende av regnets varaktighet går inte att avgöra i och med att ledningsnätets kapacitet är okänd.

5. Slutsats

Den befintliga konstruktionen är komplicerad eftersom det handlar om en upphöjd idrottshall över en nedsänkt parkeringsplats. Det gör att skyfallsflöden kan flöda från Danmarksgatan och fortsätta ut på Hanstavägen. För att upprätthålla denna situation och säkerställa att översvämningar inte förvärras på grund av uppförandet av den nya byggnaden måste en sänkt flödesväg och fördröjningsvolym upprätthållas. Bedömningen är att varken området nedströms eller Danmarksgatan påverkas. Däremot behöver vi beskriva samt utreda om några åtgärder eller planer för framkomlighet behövs vid skyfall.

Modelleringen fastställde att om en flödesväg på +17,0 m tillhandahålls tillsammans med en magasinvolym på 740 m³ så kan den planerade strukturen byggas utan negativa effekter uppströms eller nedströms. Det har inte gjorts någon utredning av möjligheten att ta fram åtgärder inom yta och förfining av storlek i denna utredning.

6. Vidareutveckling av skyfallsmodell

En skyfallsmodell kan alltid utvecklas och förfinas på olika sätt för att skapa scenarion som ligger så nära verkligheten som möjligt. Dock behöver detaljnivån i en modell avgränsas till en rimlig nivå för det ändamål som modellen ska användas till. För utförd utredning bedöms framtagna modell vara tillräckligt detaljerad.

Finns behov av att göra en ännu mer detaljerad skyfallskartering kan skyfallsmodellen uppdateras med befintligt dagvattenledningssystem om det underlaget finns tillgängligt.