

Skyfallsutredning

Detaljplan Spelhagen 1 m.fl., Västra hamnen,
Nyköping



Uppdragsledare och

handläggare: Lena Ehwald

Modellgranskare och expert: Simon Rieger

Granskare: Moa Hamré

Handläggare (revidering): Johanna Schmidt

Reviderad maj 2023

Version 2

Revidering 2023-05-10: Revideringen grundar sig i ett beslut om att ändra den planeringshorisont som studeras avseende översvämningsrisker till år 2125. Detta påverkar dimensionerande framtida medelvattennivåer, vilket i sin tur påverkar funktionen hos och lämpligheten av vissa tidigare föreslagna lösningar för att hantera skyfall. Revideringen syftar endast till att förtydliga vilka framtida nivåer som bör användas samt att peka ut vilka delar av skyfallsutredningen som kan påverkas av detta och som behöver ses över i det vidare arbetet med att lösa skyfallshanteringen för detaljplanen. Revideringarna i denna rapport markeras med kursiv text.

Project Name:	Spelhagen_skyfall
Project Number:	30034305
Client:	Archus Partner AB
Revision	1
Date	10/05/2022
Author:	Lena Ehwald
Approved by	Simon Rieger
Document Reference:	

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	6
1.1	Förutsättningar	6
2.	Områdesbeskrivning.....	8
2.1	Avrinningsområde.....	8
2.2	Efter exploatering	9
2.3	Geologiska förutsättningar	10
2.4	Ledningsnät	11
3.	Arbetsmetodik.....	12
3.1	Modelluppbyggnad	12
3.2	Höjdmodell.....	12
3.3	Markens råhet.....	14
3.4	Nederbördsbelastning	14
3.5	Ledningsnätsmodell MIKE +.....	15
3.6	Riktvärden och tolkning av resultat	15
3.7	Sannolikhet.....	16
3.8	Osäkerheter	17
4.	Resultat	18
4.1	Nuläge	18
4.1.1	Maximala vattendjup	18
4.1.2	Vattendjup i sista tidssteget.....	19
4.1.3	Maximala flöden	21
4.2	Efter exploatering	23
4.2.1	Maximala vattendjup	23
4.2.2	Maximala flöden	24
4.3	Konsekvensanalys.....	26
5.	Åtgärder	27
5.1	Instängt område mellan kontorsbyggnad och museet	27
5.2	Vattenansamling norr om Spelhagsvägen	28
6.	Slutsatser.....	30
	Appendix 1 – vattendjup i det instängda området över tid - Nuläge.....	31
	Appendix 2 – vattendjup i det instängda området över tid – Efter exploatering	32

Sammanfattning

Västra hamnsidan är ett utvecklingsområde vid Nyköpings hamnkant som planeras att utvecklas med bostäder, besöksmål och arbetsplatser. Klöver Strand AB fick planbesked för detaljplaneanläggning av fastigheterna SPELHAGEN 1:7, 1:4, Väster 1:1 m.fl. under 2015. Detaljplanen var ute på samrådet men förslaget ska bearbetas med anledning av inkomna synpunkter under samrådsperioden.

Planområdet karaktäriseras av sin närhet till ytvattenförekomsten Stadsfjärden samt vattendraget Nyköpingsån och Kilaån. I den tidigare utredningen "Dagvattenutredning Spelhagen – Nyköping. Sweco, 2020" har risken för kustöversvämningar utretts och förslag på principiell höjdsättning av den skyddande kajkanten har getts med hänsyn till framtida stigande havsnivåer. *Utredningen har reviderats under år 2023 för att beakta uppdaterade prognoser för framtida havsnivåer samt en ändrad planeringshorisont.*

Den upphöjda kajkanten som skydd mot höga havsnivåer samt anslutning av planområdets höjdsättning till befintliga marknivåer har försvårat skyfallshanteringen i och med att planområdet ska skyddas mot havsvatten men samtidigt kunna avleda skyfallsflöden.

I föreliggande utredning har skyfallssituationen analyserats med hjälp av hydrodynamiskt modelleringsverktyg för situationen innan och efter exploatering. Utredningen ger rekommendationer på skyfallsåtgärder som är anpassade efter planområdets förutsättningar. Det eftersträvas att planområdet bidra till en hållbar skyfallshantering inom hela avrinningsområdet och att framtida exploateringar inom området inte omöjliggörs. Skyfallsanalysen har utförts för ett klimatkompenserat 100-årsregn och havsvattenytan har satts till +0,83 m som är den högsta förväntade medelhavsnivån år 2100 (RCP8,5)¹ för Nyköpings kommun. *Havsvattenytan bör i vidare arbete med skyfallshanteringen inom detaljplanen uppdateras till nivån +1,1 m, vilket motsvarar den övre percentilen av den förväntade medelvattenytan år 2125.*

I utredningen framgår att det finns idag ett instängt område mellan kontorsbyggnaden och museet där vatten förväntas att bli stående under en längre tid efter att ett skyfall har skett. Det finns risk att kontorsbyggnaden och museet tar skada vid skyfall och att risken förväntas att öka i samband med exploatering av planområdet eftersom den anslutande Tolagsgatan (som är dagens rinnstråk ut ur området) planeras att höjas i nivå jämfört med idag. Den maximala vattenytan i det instängda området ökar med runt 10 cm efter exploatering och en motsvarande volym på drygt 300 m³. Idag finns det inga dagvattenbrunnar i lägsta punkten som ligger på cirka +0,8 m (första brunnen ligger på +1,1 m) på den asfalterade ytan som gör att vatten blir stående (med upp till 30 cm) redan efter ett mindre regn har skett. I utredningen ges förslag på åtgärder för att förbättra dagens situation men framför allt säkerställa att översvämningensrisken för befintliga byggnader inte ökar vid skyfall i framtiden. Till exempel krävs dagvattenbrunnar i lågpunkten för att avvattna den asfalterade ytan vid dagliga regntillfällen samt en större utloppsledning än som finns idag. Det finns också möjlighet till utjämningsmagasin men utrymmet för

¹ Beräkningar baseras på regional havsnivåförändring och lokal landshöjning för Nyköpings kommun. Källa: SMHI.

magasinvolymen som skulle krävas för att fånga upp ett skyfall skulle vara för stort för platsen.

I utredningen belyses utöver detta att det finns en stor vattenansamling på den låglänta gräsmattan norr om Spelhagsvägen väster om planområdet. Spelhagsvägen ligger drygt en halv meter högre än gräsmattan. Vattenmassorna når upp till de befintliga byggnadernas fasad idag vid klimatkompenserat 100-årsregn. Skyfallsvatten som avrinner från planområdet till den beskrivna lågpunkten på gräsmattan ska till möjligaste mån begränsas i framtiden för att bidra till en hållbar skyfallshantering inom hela hamnområdet. Att minska översvämningsrisken som finns idag ingår dock inte i detaljplanearbete och anses snarare vara en kommunövergripande fråga.

1. Inledning

Sweco har fått i uppdrag av Archus Partner AB att ta fram en skyfallsutredning för detaljplan SPELHAGEN 1:7, 1:4 Väster 1:1 m.fl. inom västra hamnområdet i Nyköping. I utredningen undersöks skyfallssituationen vid ett klimatkompenserat 100-årsregn innan och efter exploatering inom planområdet. Utredningen ska kunna användas som underlag i den framtida planering av skyfallshantering inom detaljplaneområdet för att skapa ett skyfallståligt hamnområde.

1.1 Förutsättningar

Skyfallsanalysen har genomförts för ett klimatkompenserat 100-årsregn för situationen innan och efter exploatering har skett inom planområdet. Skyfallsåtgärder undersöks baserat på resultat från skyfallsanalysen. Med klimatkompenserat menas att regnintensiteten har ökat med 25 % jämfört med dagens förhållanden för att beskriva förändringen kopplat till ett förändrat framtida klimat. Skyfallsutredningen är en hydraulisk utredning och det har inte tagits hänsyn till exempelvis markstabilitet. Analysen har utförts i enlighet med riktlinjer som ges i vägledningarna från bl.a. Länsstyrelsen och MSB. Följande rekommendationer ges:

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

Det finns stor risk för kustöversvämning på grund av planområdets närhet till ytvattenförekomsten Stadsfjärden samt vattendraget Nyköpingsån och Kilaån. I den tidigare utredningen "Dagvattenutredning Spelshagen – Nyköping. Sweco, 2020" ges förslag på principiell höjdsättning av området. En förutsättning är att medelhavsvattenytan förväntas ligga på runt +0,83 m (RH2000) som högst år 2100 (RCP8,5). Detta enligt SMHI för Nyköpings kommun. Medelhavsnivån beskrivs i skyfallsmodellen som en initial vattennivå i både ytavrinningsmodellen och ledningsnätsmodellen. *Havsvattenytan bör i vidare arbete med skyfallshanteringen inom detaljplanen uppdateras till nivån +1,1 m,*

vilket motsvarar den övre percentilen av den förväntade medelvattenytan år 2125².

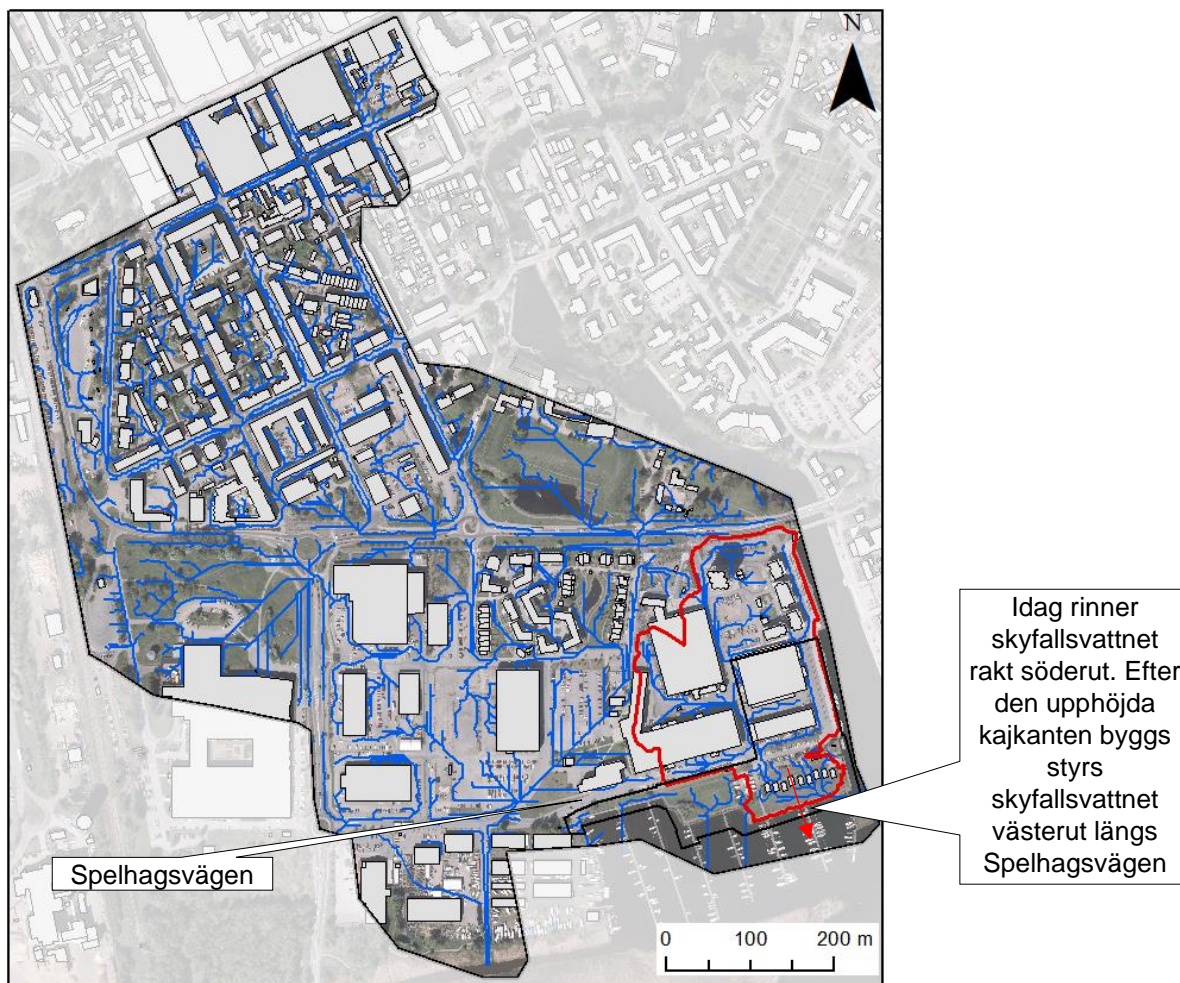
Alla angivna höjder är i RH2000 och koordinatsystemet SWEREF99 1630.

² *Beräknade framtida medelvattenstånd enligt SMHI. Värden för år 2125 har av Sweco beräknats som medelvärde mellan åren 2120 och 2130. Information hämtad 2023-05-10 från: <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand-1.165493>.*

2. Områdesbeskrivning

2.1 Avrinningsområde

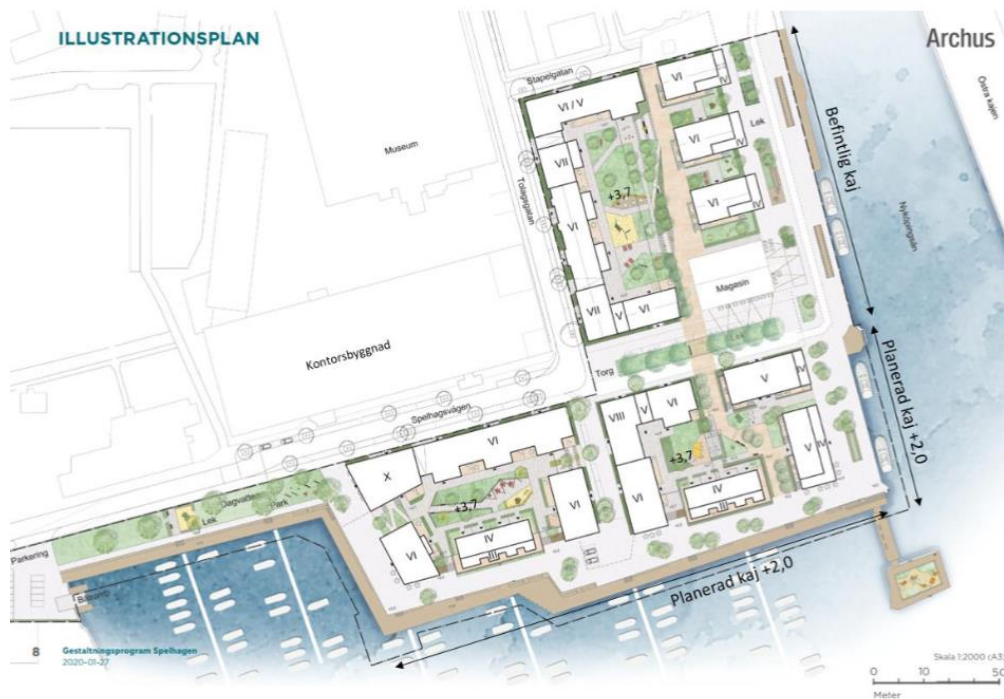
Avrinningsområdet som har modellerats är cirka 59 hektar stort och redovisas i Figur 1. Den röda polygonen visar avrinningsområdet som täcker planområdet idag som är cirka 6 hektar stort. Efter exploateringen kan skyfallsvatten inte längre rinna av rakt söderut på grund av den planerade kajkanten (se markering i Figur 1). I stället rinner skyfallsvatten västerut längs Spelhagsvägen.



Figur 1. Avrinningsområdet vid klimatkompenserat 100-årsregn. Planområdet är markerat med svart linje. Blåa pilar motsvarar vattnets avrinningsriktning med generell riktning åt syd.

2.2 Efter exploatering

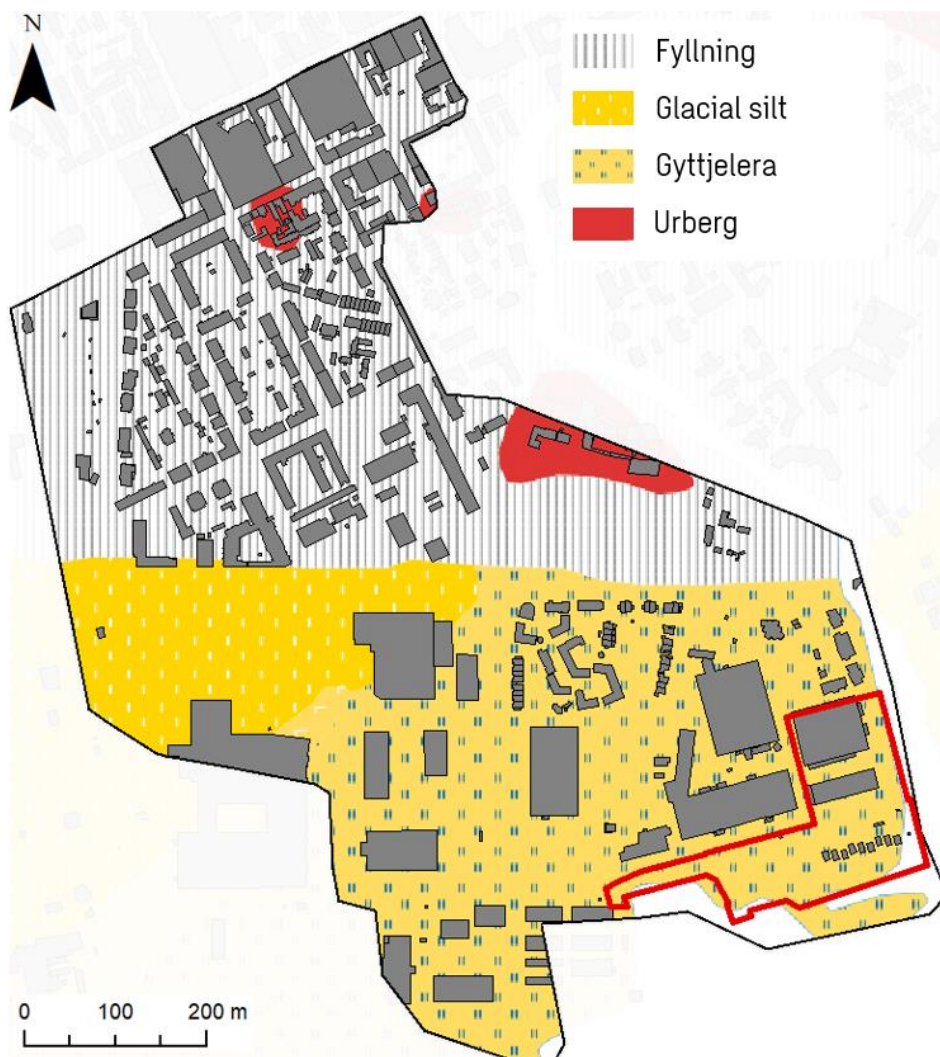
Kvarteret Spelhagen kommer att utvecklas till flerfamiljsområde med utformning enligt Figur 2. Den planerade kajkanten ska ligga på +2,0 m och nivåer på innergårdar höjs till en nivå på +3,7 m. Parkering kommer att möjliggöras genom garage under innergårdarna. Dagvatten hanteras lokalt på kvartersmark och allmän platsmark. Nya kvarter har höjts med 2 m i höjdmodellen.



Figur 2. Situationsplan för Spelhagen.

2.3 Geologiska förutsättningar

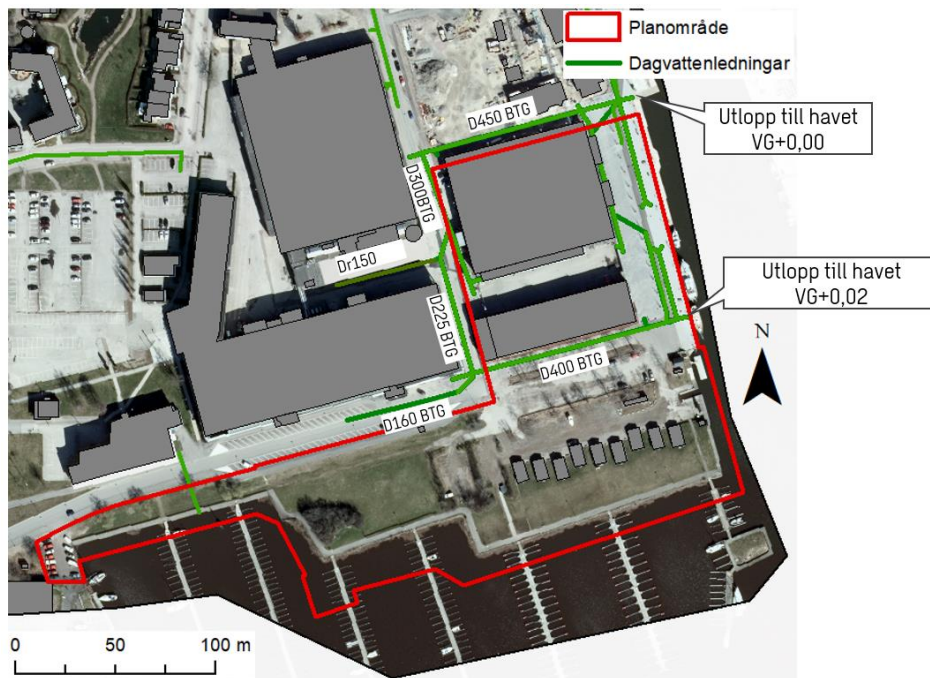
Förekommande jordarter inom avrinningsområdet redovisas i Figur 3. Inom norra delen av avrinningsområdet förekommer främst områden med fyllning, inom västra delen glacial silt och inom sydöstra delen dominerar gyttjelera. Jordarterna inom planområdet utgörs enligt SGU:s jordartskarta av gyttjelera. Genomsläppligheten bedöms vara hög inom norra delen av avrinningsområdet och låg inom södra delen samt inom planområdet.



Figur 3. Förekommande jordarter inom avrinningsområdet enligt SGU.

2.4 Ledningsnät

Det finns ett befintligt dagvattenledningsnät inom planområdet som planeras att ersättas med större ledningsdimensioner i framtiden, se befintliga ledningar inom området i Figur 4. Ledningsnätet ska kunna hantera ett regn med upp till 20-års varaktighet. Det finns två utlopp från dagvattenledningsnätet som mynnar i havet vid en nivå på under medelhavsvattenytan.



Figur 4. Befintliga dagvattenledningar inom planområdet.

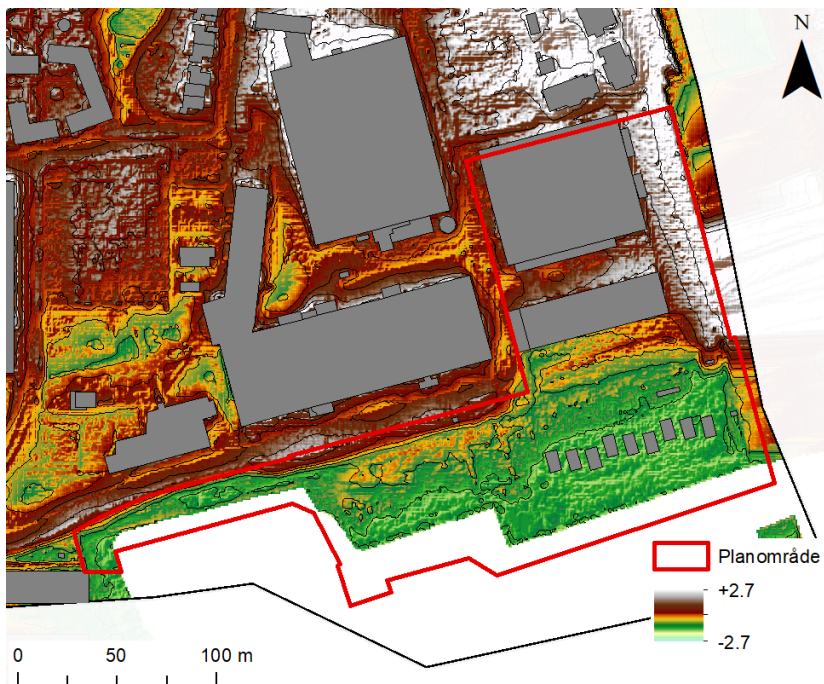
3. Arbetsmetodik

3.1 Modelluppbyggnad

Skyfallsanalysen har utförts i en kopplad modell bestående av ytavrinningsmodellen MIKE 21 FM och ledningsnätsmodellen MIKE+. Skyfallsmodelleringen har utförts för situationen innan någon exploatering inom utredningsområdet har skett samt efter utbyggnaden av detaljplanen. Ledningsnätsmodellen har byggts enbart för planområdet. Havsnivåytan har satts till +0,83 m som är den högsta förväntade medelhavsnivån år 2100 (RCP8,5) inom Nyköpings kommun enligt SMHI. *Havsvattenytan bör i vidare arbete med skyfallshanteringen inom detaljplanen uppdateras till nivån +1,1 m, vilket motsvarar den övre percentilen av den förväntade medelvattenytan år 2125.*

3.2 Höjdmodell

MIKE 21 FM modellen använder sig av ett rektangulärt beräkningsnät med 1x1 m upplösning som använder sig av en separat fil för höjdinformation. Höjdinformationen för beräkningsnätet för att beskriva den befintliga situationen redovisas i Figur 8. Höjdmodellen baseras på lantmäteriets laserscanning med insamlingsdatum den 2020-02-13.



Figur 5. Höjdmodell som beskriver den befintliga situationen. Områden med vita och bruna färgnyanser ligger på en högre nivå än områden med gröna färgnyanser.

Höjdmodellen som har använts i modelleringen för att beskriva den framtida situationen redovisas i Figur 6. Höjdmodellen är baserad på projekteringsunderlag framtaget under 2019.



Figur 6. Höjdmodell som beskriver den framtida situationen. Områden med bruna och gröna färgnyanser ligger på en högre nivå än områden med ljusblå färgnyanser.

3.3 Markens råhet

Markens ytråhet för respektive markanvändning beskrivs med hjälp av följande Manningstal M:

Taktytor och vägar: 50

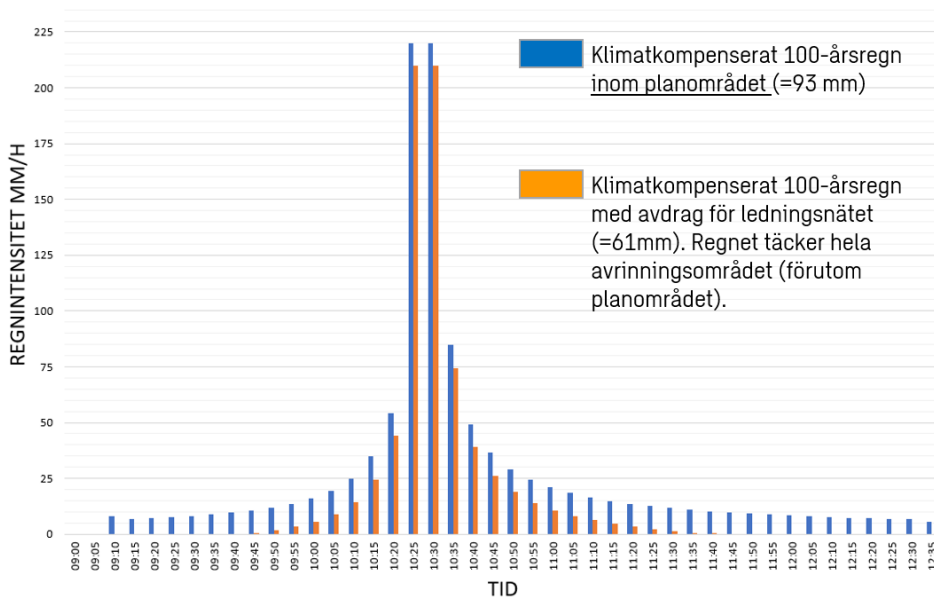
Naturmarksytor med exempelvis gräs: 5-10

Ett högt Mannings tal avspeglar låg ytråhet och därmed lågt motstånd för avrinnande vatten. Eftersom markanvändningen förändras med exploateringen har Mannings tal anpassats i modellen som beskriver situationen efter exploatering.

3.4 Nederbördsbelastning

Modellytan har belastats med ett 3,5-timmars klimatkompenserat 100-års CDS-regn, se Figur 7. Det har gjorts ett avdrag på regnet som faller utanför planområdet för att ta hänsyn till det befintliga ledningsnätet som inte beskrivs av ledningsnätsmodellen MIKE+. Den totala regnvolymen motsvarar 93 mm inom planområdet och 61 mm för områden utanför planområdet.

Skyfallsmodellen fortsätter i 6,5 timmar efter regnets slut. Regnets varaktighet i förhållande till avrinningsområdets storlek har bedömts utifrån längsta rinnsträckan inom avrinningsområdet.



Figur 7. Regn som belastar modellen.

3.5 Ledningsnätmodell MIKE +

Befintliga ledningar har modellerats i MIKE + och beskrivs utifrån sin dimension, lutning och material. Framtida projekterade ledningar har modellerats utifrån underlag från Ramböll, 2019. Det finns två utlopp från ledningsnätet som mynnar i havet, se Figur 8.



Figur 8. Skärmbild från ledningsnätmodellen i MIKE+.

3.6 Riktvärden och tolkning av resultat

Det finns inga nationella riktvärden vad gäller sambandet mellan översvämningsdjup och konsekvenser/kostnader och det handlar ofta om en kvalitativ bedömning där olika aspekter behöver vägas in. Allmänhetens medvetenhet och beredskap för översvämningsrisker kan ofta förebygga dödsfall och minska materiella skador. I Tabell 1 visas framräknade riskvärden enligt DEFRA³ för flödes hastighet i kombination med vattendjup. Observera att det kan vara svårt att bedöma risk i en pågående extremsituation. Forsande vatten kan föra med sig bråte och människor och i kombination med vattendjup påverkar möjligheten för framkomlighet. För att få en uppfattning om olägenheten/skador som skyfall kan orsaka kan följande vattendjupsintervall användas:

- Vattendjup under 25 cm är hanterbara för de flesta, även när vattnet är i rörelse.
- Vattendjup som överstiger 25 cm innebär att det börja bli besvärlig att ta sig fram med vanliga motorfordon. De flesta bilar är ostabila i 50 cm still vatten. Det finns risk att personer blir instängda i sina motorfordon eller även spolade iväg vid högre vattenhastigheter. Större utryckningsfordon kan hantera ett högre vattendjup än vanliga bilar. Enligt dialog med Stockholms Brandförsvär kan större utryckningsfordon hantera vattendjup upp till 50 cm (Stockholms Brandförsvär, 2019).

³ DEFRA/Environment Agency – Flood risks to people, 2006.

- Vuxna kan inte stå i vattendjup som överstiga 1,5 m eller mer, beroende på personens längd. Är vattnet i rörelse kan det vara svårt att stå i vattendjup som är mycket lägre än 1,50 m. Vissa människor kan ha svårt att stå i 30 cm vattendjup och vattenhastigheter som överstiger 2 m/s. Vissa människor kan inte stå i 50 cm vattendjup med vattenhastigheter som överstiger 1 m/s. De flesta människor kan inte stå i 60 cm vattendjup med vattenhastigheter som överstiger 2 m/s.
- Byggnader och infrastruktur kan kollapsa på grund av vattentryck eller skadas av medförande bråte i vattnet. Stående vatten mot fasad som överstiga 50 cm kan ha påverkan på byggnadens stabilitet. Lättare byggnadsstrukturer kan börja flyta.
- Dödsfall kan förekomma där personer blir instängda i exempelvis byggnader, parkeringshus eller underjordiska tunnelbanesystem.

Tabell 1. Riskvärden för flödes hastighet i kombination med vattendjup enligt DEFRA/Environment Agency – Flood risks to people, 2006. Beräknat utifrån risk = vattendjup*(flödes hastighet+0,5) + faktor för flytande föremål i vattnet.

Flödes hastighet (m/s)	Vattendjup (m)							
	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,50	1,75	2,00
0	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00
0,5	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
1	0,38	0,75	1,13	1,50	1,88	2,25	2,63	3,00
1,5	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
2	0,63	1,25	1,88	2,50	3,13	3,75	4,38	5,00

Hanterbart	0 – 0,75
Fara för vissa	0,75 - 1,50
Fara för de flesta	1,50 - 2,50
Fara för alla	2,50 – 20,00

3.7 Sannolikhet

Återkomsttid är ett mått på hur ofta naturliga händelser kan förväntas förekomma. Sannolikheten att ett 100-årsregn inträffar under de kommande 100 åren är exempelvis 63 %, se Tabell 2. Till och med att nederbördsintensiteten i Sverige förväntas att öka med runt 25 % (klimatfaktorn kan komma att höjas i och med fortsatt forskning) kommer sannolikheten för det som vi idag kallar ett 100-årsregn att fördubblas.

Tabell 2. Sannolikhet i % att ett regn med respektive återkomsttid inträffar under en period av tid.

Återkomsttid (år)	Sannolikhet under respektive period av år	
	50 år (%)	100 år (%)
100	39	63
200	22	39
500	10	18
10 000	0.5	1

3.8 Osäkerheter

En modell kan aldrig helt representera verkligheten och är alltid förknippad med osäkerheter. De osäkerheter som bedöms ha störst påverkan på resultaten i denna rapport presenteras nedan:

- **Ledningsnät:** Ledningsnätet har modellerats utifrån kommunens samlingskarta. Avsaknaden av ledningar är möjligt.
- **Höjdmodell:** Höjdmodellen har tagits från Lantmäteriets laserscanning från 2020-02-13. Ändringar i terrängen som har gjorts efter tas inte hänsyn till.
- **Avrinnande volymer och flödes hastigheter:** Alla angivna volymer och flödes hastigheter i rapporten har uppskattats utifrån analysresultat.

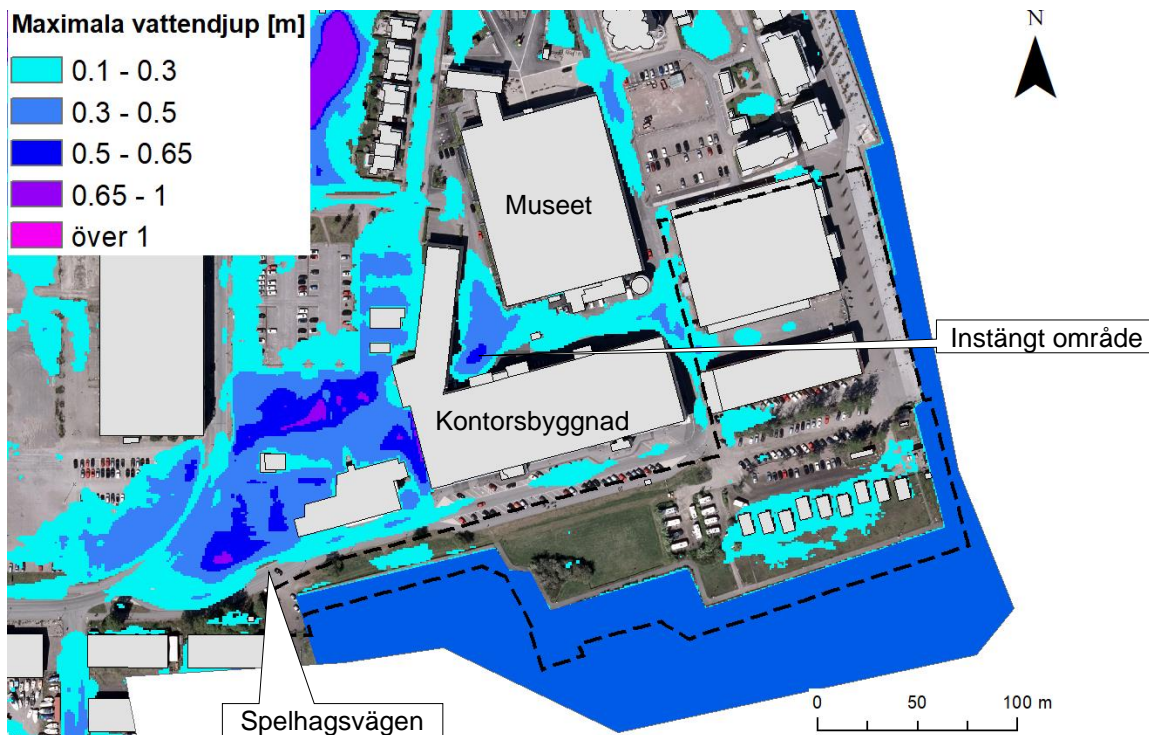
4. Resultat skyfallsmodellering

De resultat som redovisas i detta kapitel utgår från en medelvattenyta i havet på +0,83 m. Havsvattnenytan bör i vidare arbete med skyfallshanteringen inom detaljplanen uppdateras till nivån +1,1 m, vilket eventuellt kan påverka avledningskapaciteten i ledningsnätet och därmed marköversvämningssituationen.

4.1 Nulägesbeskrivning

4.1.1 Maximala vattendjup

De maximala vattendjup i respektive cell över 10 cm som uppstår någon gång under simuleringen innan exploatering av planområdet redovisas i Figur 9. Det är således ingen ögonblicksbild som redovisas utan statistiska maxvärden. Det finns en större vattenansamling norr om Spelhagsvägen där vatten når upp till de befintliga byggnadernas fasad (tillhör fastigheten Ana 11). Maximalt uppnår vattenytan i lågpunkten en nivå på +1,41 m. Efter ett skyfall har skett ligger vattenytan kvar på +1,31 m tills vattnet har infiltrerat, se även Figur 10.

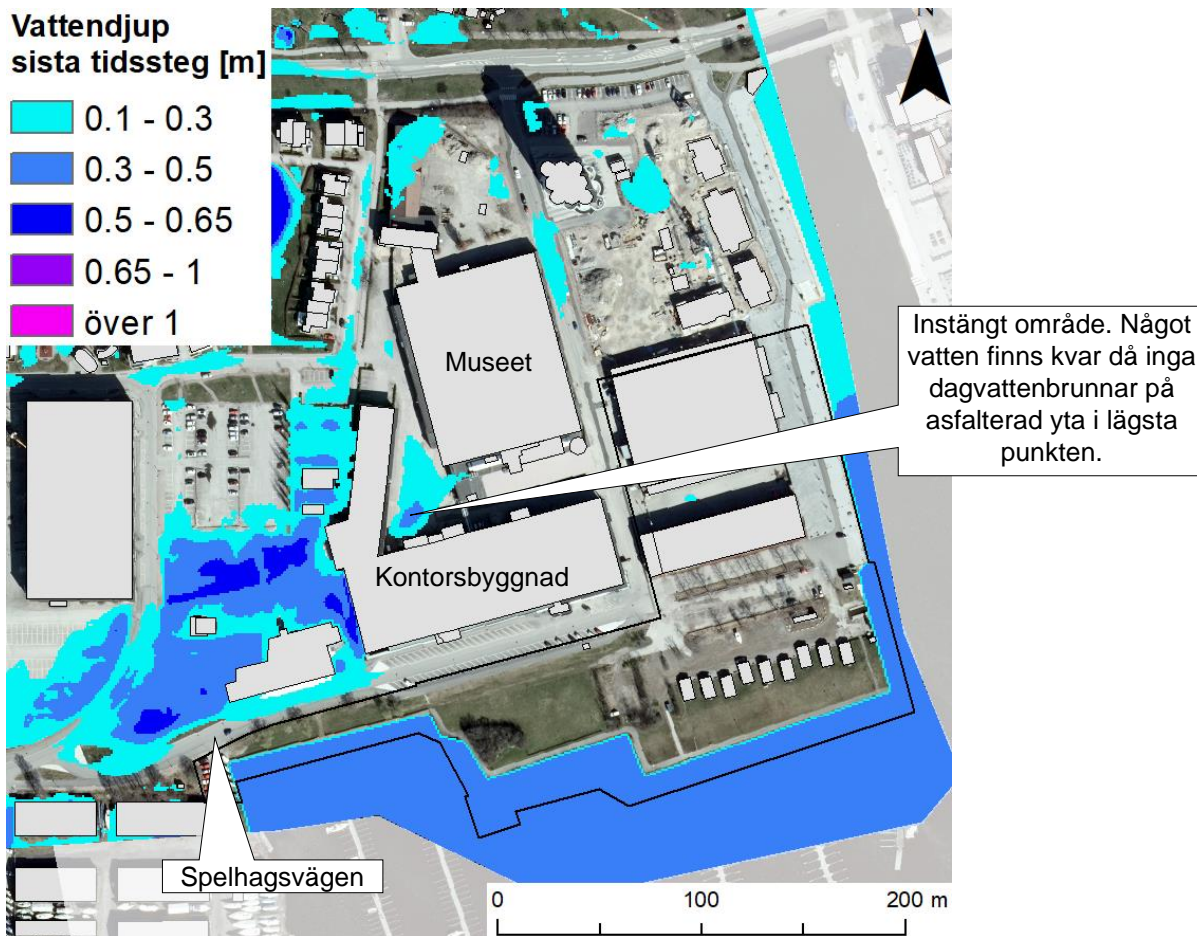


Figur 9. Maximala vattendjup i meter när ett klimatkompenserat 100-årsregn faller över planområdet år 2020 innan utbyggnaden av detaljplanen.

Det finns ett instängt område mellan den befintliga kontorsbyggnaden och museet där den maximala vattenytan ligger på +1,34 m vid skyfall med en motsvarande volym på cirka 777 m³. Vattendjup upp till 55 cm förväntas att uppstå. Se även Appendix 1.

4.1.2 Vattendjup i sista tidssteget i modelleringen

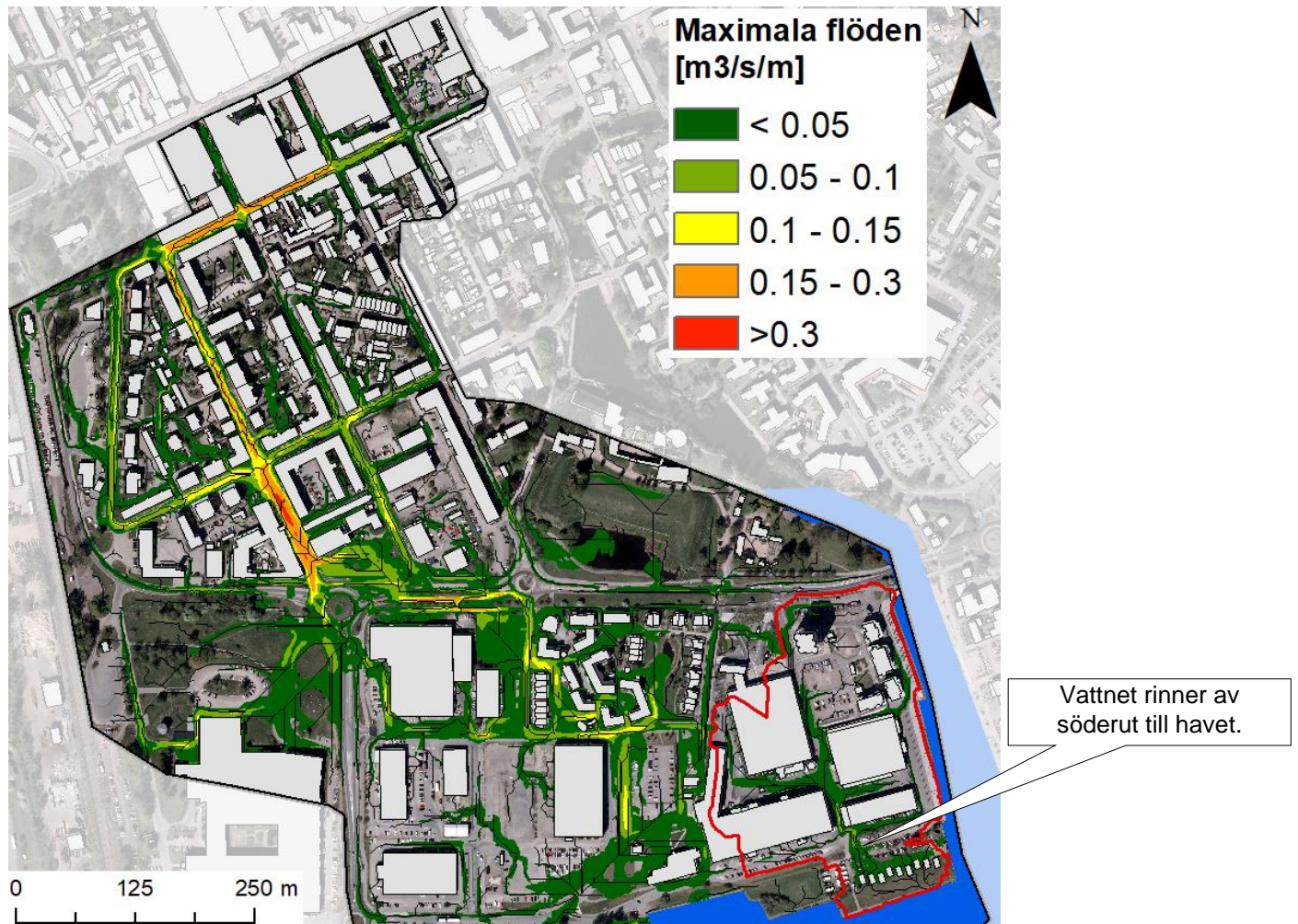
Vattendjup i sista tidssteget i simuleringen (cirka 6,5 timmar efter regnet har upphört, observera att det inte finns någon infiltration i modellen) redovisas i Figur 10. Det finns vatten kvar efter ett skyfall har skett i det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet där det inte finns några befintliga dagvattenbrunnar för avledning. Vattenytan ligger kvar på cirka +1,17 m med motsvarande vattendjup på upp till 40 cm i lägsta punkten.



Figur 10. Vattendjup efter ett skyfall har skett inom området.

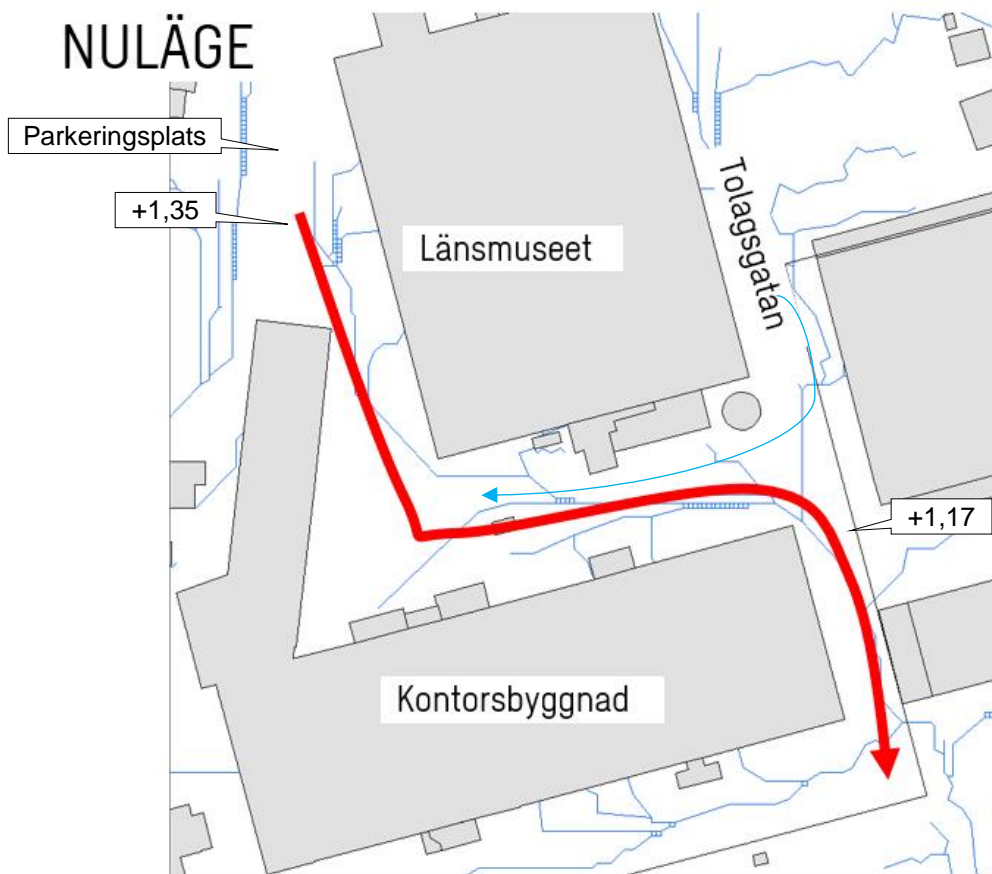
4.1.3 Maximala flöden

De maximala flöden som uppstår inom avrinningsområdet vid klimatkompenserat 100-årsregn innan exploatering av utredningsområdet redovisas i Figur 11. Regn som faller inom utredningsområdet idag rinner rakt söderut till havet.



Figur 11. Maximala flöden i m³/s/m inom avrinningsområdet när ett klimatkompenserat 100-årsregn faller över området år 2020. Den röda polygonen visar avrinningsområdet från planområdet idag.

Vatten som rinner vid skyfall till det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet idag kommer från Tolagsgatan (ackumulerat cirka 550 m³), omkringliggande tak- och asfaltytor (cirka 740 m³) samt parkeringsplatsen (ackumulerat cirka 440 m³). Vattnet tar sig ut ur lågpunkten via Tolagsgatan när vattennivån uppnår +1,17 m. Lågpunkten rymmer cirka 260 m³ innan vattnet bräddar ut via Tolagsgatan. Observera att vattennivån i lågpunkten överstiger +1,17 m under 205 minuter i simuleringen i den lägsta punkten. Detta när inflödet till lågpunkten är högre än utflödet via Tolagsgatan, se Appendix 1. Det är oklart vid vilken plushöjd vattnet riskerar att rinna in i byggnaderna men vattnet når upp till byggnadernas fasad.



Figur 12. Vattnets avrinningsriktning (röd pil) vid skyfall mellan kontorsbyggnaden och museet idag samt angivna tröskelhöjder i RH2000.

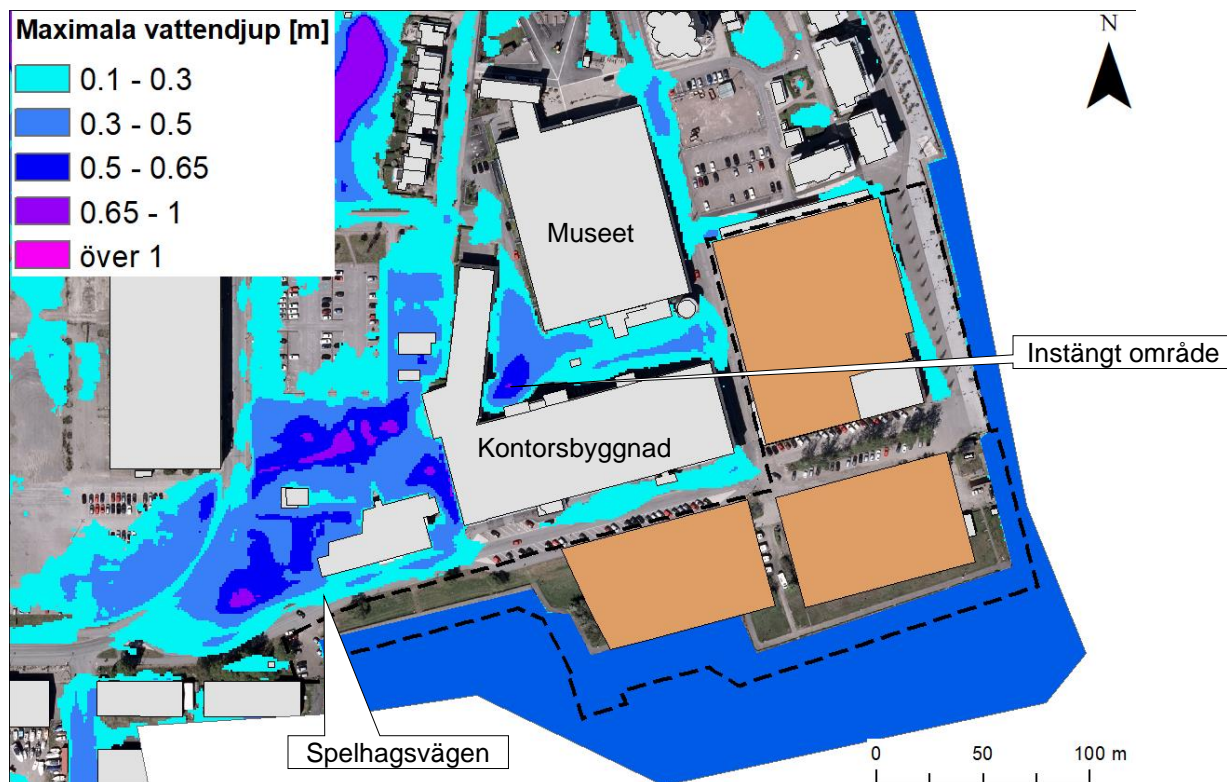
4.2 Efter exploatering

4.2.1 Maximala vattendjup

De maximala vattendjupen i respektive cell över 10 cm som uppstår någon gång under simuleringen efter exploatering av planområdet redovisas i Figur 13. Den maximala vattenytan i det instängda området mellan museet och kontorsbyggnaden ligger på +1,44 m med motsvarande vattendjup på upp till 65 cm och en volym på 1 072 m³. Se även Appendix 2.

Lågpunktens vattenyta norr om Spelhagsvägen ligger på maximalt +1,43 m med motsvarande vattenvolym på cirka 6 500 m³.

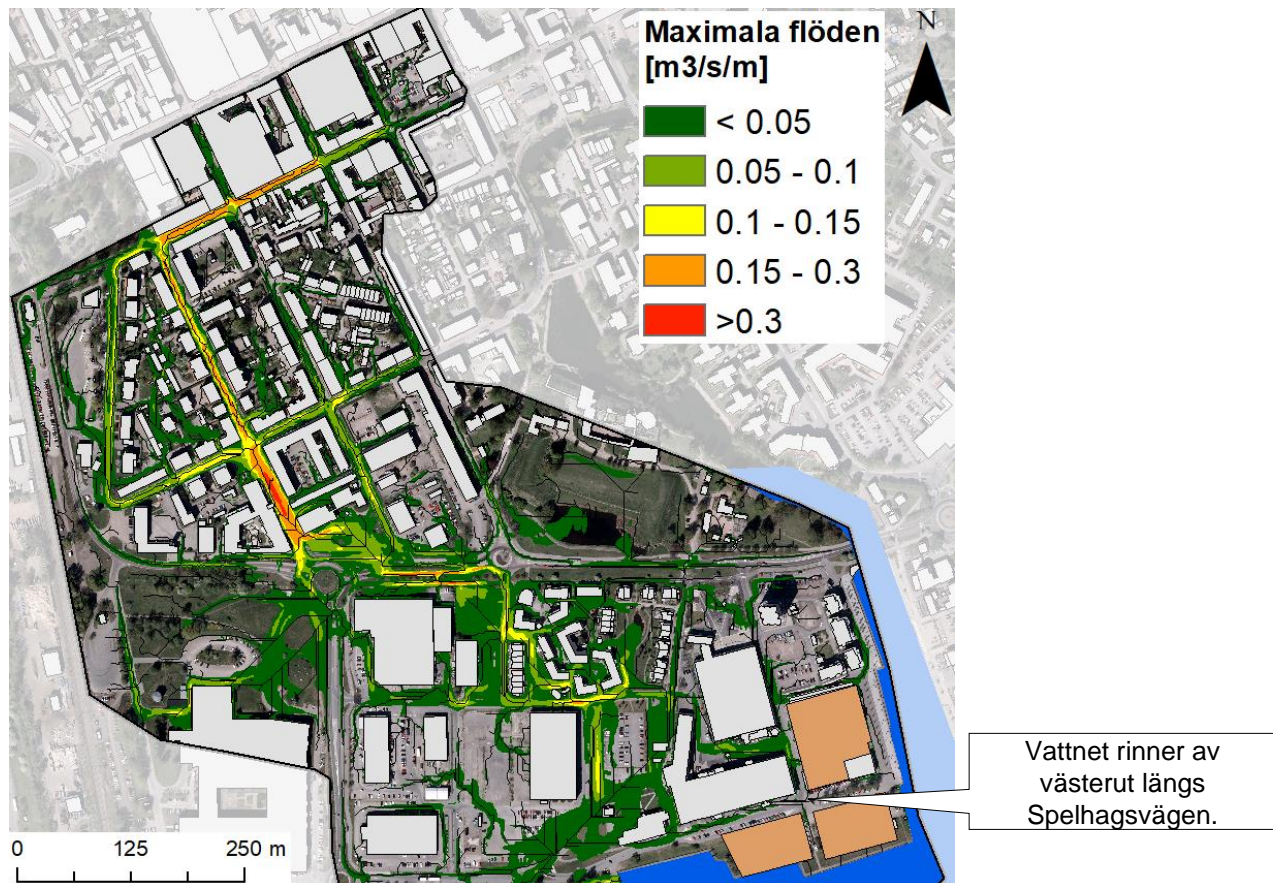
Det finns inga större vattenansamlingar inom planområdet som skulle orsaka några större besvär.



Figur 13. Maximala vattendjup i meter vid klimatkompenserat 100-årsregn efter planerad exploatering inom utredningsområdet. De orangea polygonerna visar ny kvarter.

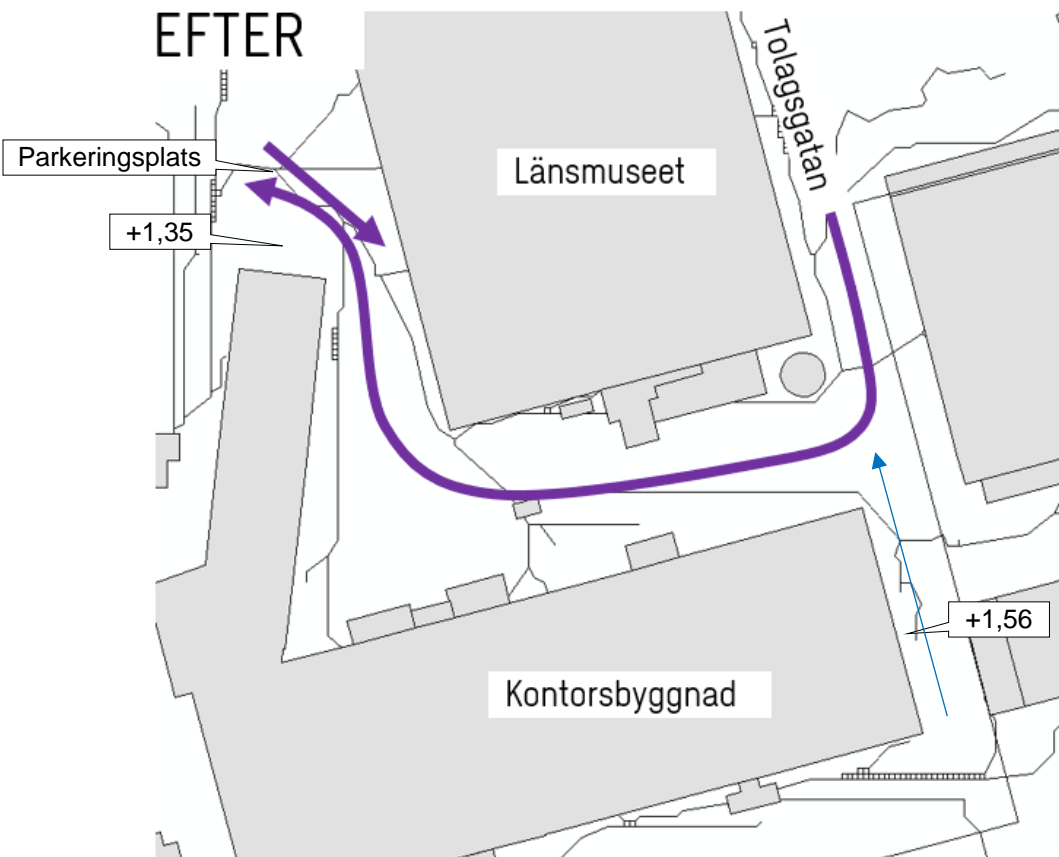
4.2.2 Maximala flöden

De maximala flöden som uppstår inom avrinningsområdet vid klimatkompenserat 100-årsregn efter exploatering av utredningsområdet redovisas i Figur 14. Vatten från planområdet kan på grund av den upphöjda kajkanten inte längre rinna söderut. I stället rinner vatten via Spelhagsvägen till lågpunkten norr om Spelhagsvägen. Ackumulerat motsvarar volymen som rinner av från planområdet via Spelhagsvägen cirka 300 m³.



Figur 14. Maximala flöden i m³/s/m inom avrinningsområdet när ett klimatkompenserat 100-årsregn faller över området efter exploatering. De orangea polygonerna visar ny kvarter.

Efter exploatering höjs Tolagsgatan till +1,56 m och som en konsekvens av detta kan vattnet som samlas i det instängda området inte längre ta sig ut på samma sätt som idag. I stället rinner skyfallsvatten norrut via parkeringsplatsen (+1,35 m) mot den stora lågpunkten norr om Spelhagsvägen. Utflödet från lågpunkten via parkeringsplatsen ökar från idag 0 m³ till 226 m³ efter exploatering. Vattenytan överskrider +1,35 m under 187 minuter och ligger på maximalt +1,43 m. Det är oklart vid vilken plushöjd vattnet riskerar att rinna in i byggnaden men det syns att vattnet når upp till byggnadernas fasad.

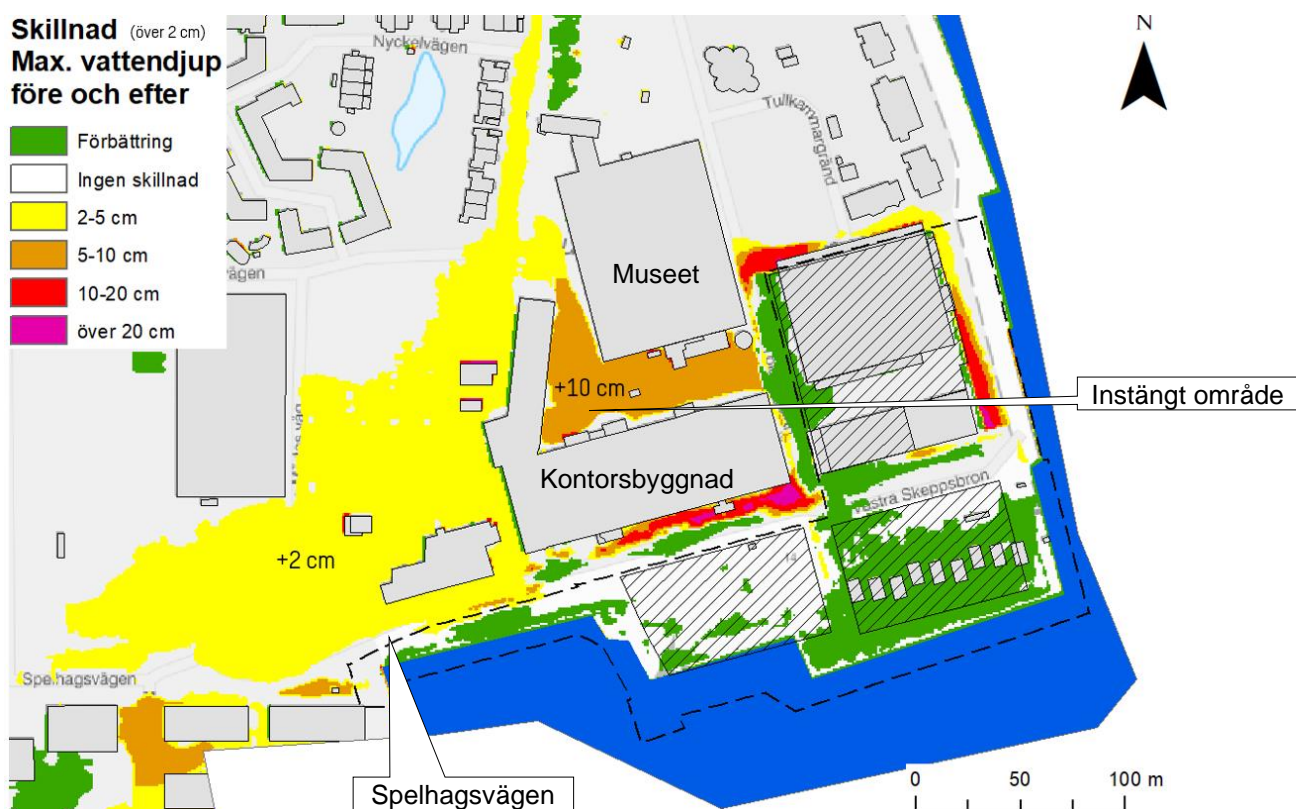


Figur 15. Vattnets avrinningsriktning (pilar) vid skyfall in och ut från det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet efter exploatering av utredningsområdet.

4.3 Konsekvensanalys

Skillnaden i de maximala vattendjupen mellan situationen innan och efter exploatering inom utredningsområdet redovisas i Figur 16. Den maximala vattenytan mellan museet och kontorsbyggnaden ökar med drygt 10 cm efter exploateringen inom planområdet. Volym vatten ökar från idag 777 m³ till 1 072 m³ efter exploatering. Detta för att vattnet inte kan rinna ut ur lågpunkten vid samma nivå, se kapitel 4.1.3 och 4.2.2.

Den maximala vattenytan i lågpunkten norr om Spelhagsvägen ökar i samband med exploateringen med cirka 2 cm och en tillkommande volym motsvarande på runt 500 m³ (200 m³ som kommer via parkeringsplatsen från det instängda området och cirka 300 m³ via Spelhagsvägen från planområdet som idag rinner söderut). Den totala volymen som idag samlas i lågpunkten ligger uppskattningsvis på runt 6 000 m³.



Figur 16. Skillnad över 2 cm i de maximala vattendjupen vid klimatkompenserat 100-årsregn (jämförelse mellan Figur 9 och Figur 13) före och efter exploatering av planområdet.

5. Åtgärder

5.1 Instängt område mellan kontorsbyggnad och museet

Utredningen har visat att skyfallssituationen mellan kontorsbyggnaden och museet förvärras och det har analyserats hur situationen kan återställas eller möjligtvis förbättras jämfört med dagsläget.

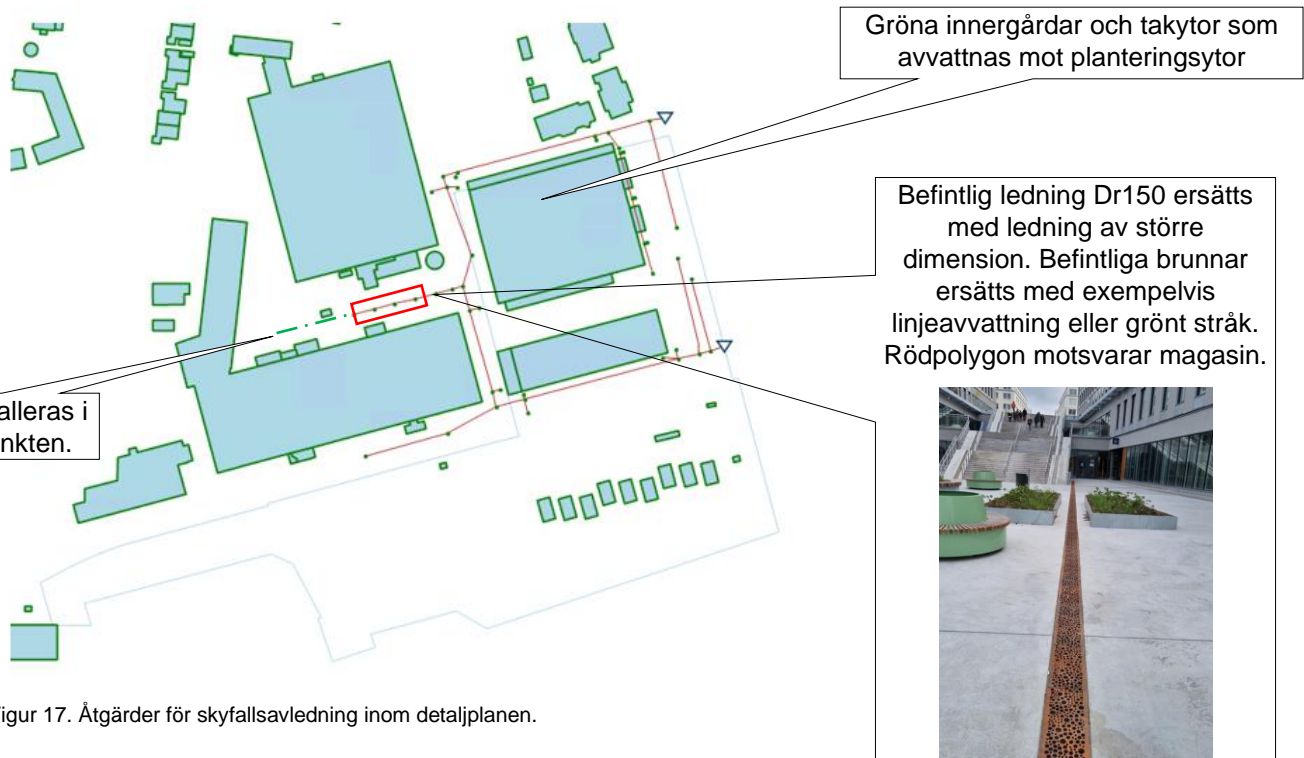
I första hand ska det eftersträvas att vatten inte avleds till det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet genom att fördröja vatten på gröna innergårdar på kvartersmark samt takavvattning mot innergården.

Analysen visade att ett magasin med bra inflödeskapacitet (1 m³/s) och tillgänglig volym på minst 2 250 m³ med brunn i lägsta punkten skulle avvattna lågpunkten vid skyfall. Ett magasin i denna storlek är dock orealistisk att bygga. Magasinets storlek kan minskas genom att säkerställa kontinuerligt utflöde via ledningsnätet.

Ett utjämnande magasin på cirka 1 600 m³ eller kontinuerlig utflödeskapacitet på 0,25 m³/s via ledningsnätet (större ledningsdimension och inloppsbrunnar krävs) skulle sänka de förväntade vattennivåer i lågpunkten till dagens. Det vill säga att detta är den minsta åtgärden som skulle krävas för att inte försämra situationen i det instängda området. Ett flöde på 0,25 m³/s kan exempelvis uppnås med en 430 mm ledning med 0,5 % lutning eller 375 mm ledning med 1 % lutning. Huruvida flödet kan uppnås i kommunalt ledningsnät eller om en separat skyfallsledning krävs måste studeras vidare.

Dimensionerna på de föreslagna åtgärderna som beskrivs ovan utgår från en simulering med en havsnivå på +0,83 m. Havsvattenytan bör i vidare arbete med skyfallshanteringen inom detaljplanen uppdateras till nivån +1,1 m, vilket eventuellt kan påverka de exakta dimensionerna av de föreslagna åtgärderna.

Det har även diskuterats att sanera och höja marken mellan kontorsbyggnaden och museet men konsekvenserna för skyfallssituationen har inte utretts.

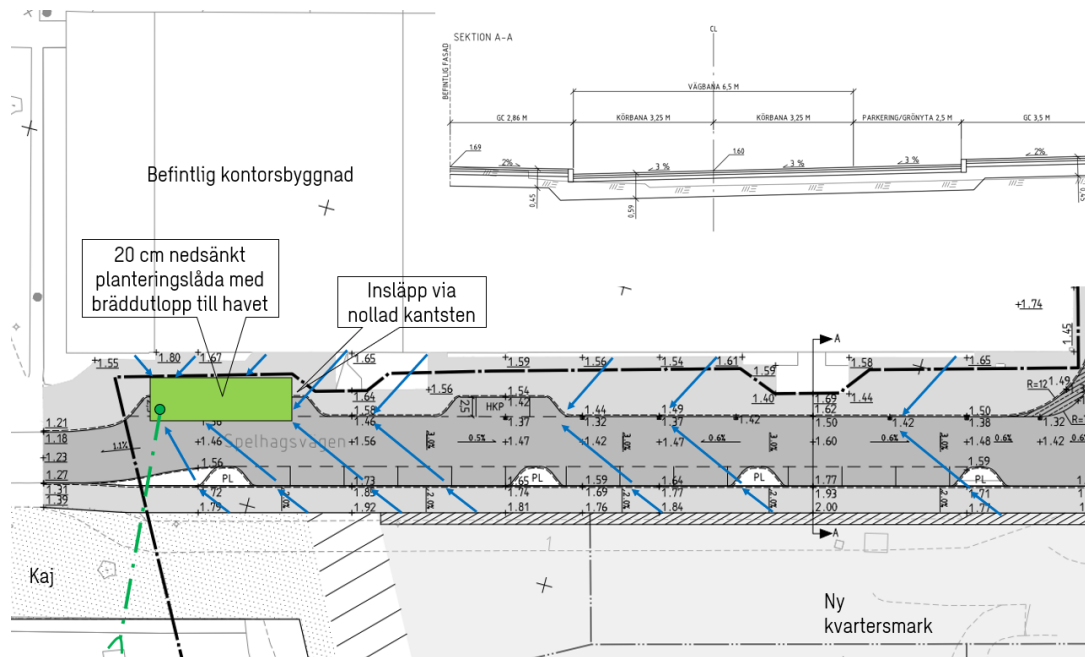


Figur 17. Åtgärder för skyfallsavledning inom detaljplanen.

5.2 Vattenansamling norr om Spelhagsvägen

Utflödet (cirka 200 m³ utan åtgärder) från det instängda området mellan museet och kontorsbyggnaden förväntas minska till och med ovannämnda åtgärder för bortledning av skyfallsvatten via ledning. Detta är positivt för vattenansamlingen norr om Spelhagsvägen. Det ökade tillflödet från utredningsområdet via Spelhagsvägen på drygt 300 m³ kan begränsas via följande åtgärder:

- Bra brunnavvattning på Spelhagsvägens körbana (det finns inga dagvattenbrunnar idag).
- Öppet magasin i form av en nedsänkt växtbädd dit skyfallsvattnet leds via ytliga insläpp (även en bra dagvattenhantering för vägdagvatten). Eventuellt måste lutningarna ändras på den projekterade Spelhagsvägen för att uppnå detta. Utloppsledning från magasinet till havet kan öka volymupptagningen. *Huruvida en utloppsledning är möjlig med en uppdaterad medelvattenyta i havet (från +0,83 m till +1,1 m) måste utredas i det vidare arbetet med skyfallshanteringen för detaljplanen.*
- Höjdrygg på körbanan för att kunna leda om skyfallsvatten av via kajkanten.



Figur 18. Figur ovan: Principskiss. Figur nedan: Exempel på nedsänkt växtbädd med vatteninläpp via nollad kantsten. En upphöjd bräddledning till havet kan öka avledning vid skyfallshändelse. *Möjligheten att anlägga en sådan bräddledning bör studeras vidare.*

6. Slutsatser

Skyfallshantering inom området är på grund av skyddsåtgärderna mot havsnivå inte optimal. I skyfallssammanhang eftersträvas vanligtvis robusta lösningar som innebär att skyfall leds av via markytan till recipienten utan att större marköversvämningar uppstår. I det här fallet kan detta inte ske på grund av den upphöjda kajkanten och anslutning av området till befintliga marknivåer. I stället hittas kompromisser för att uppnå en så bra skyfallshantering som möjligt som samtidigt tar hänsyn till områdets platsspecifika behov.

Problemområden är bland annat det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet där vattenytan och volymen som samlas i lågpunkten ökas i samband med exploateringen. Lågpunkten bör avvattnas främst via större och flera dagvattenbrunnar kopplade till en större utloppsledning.

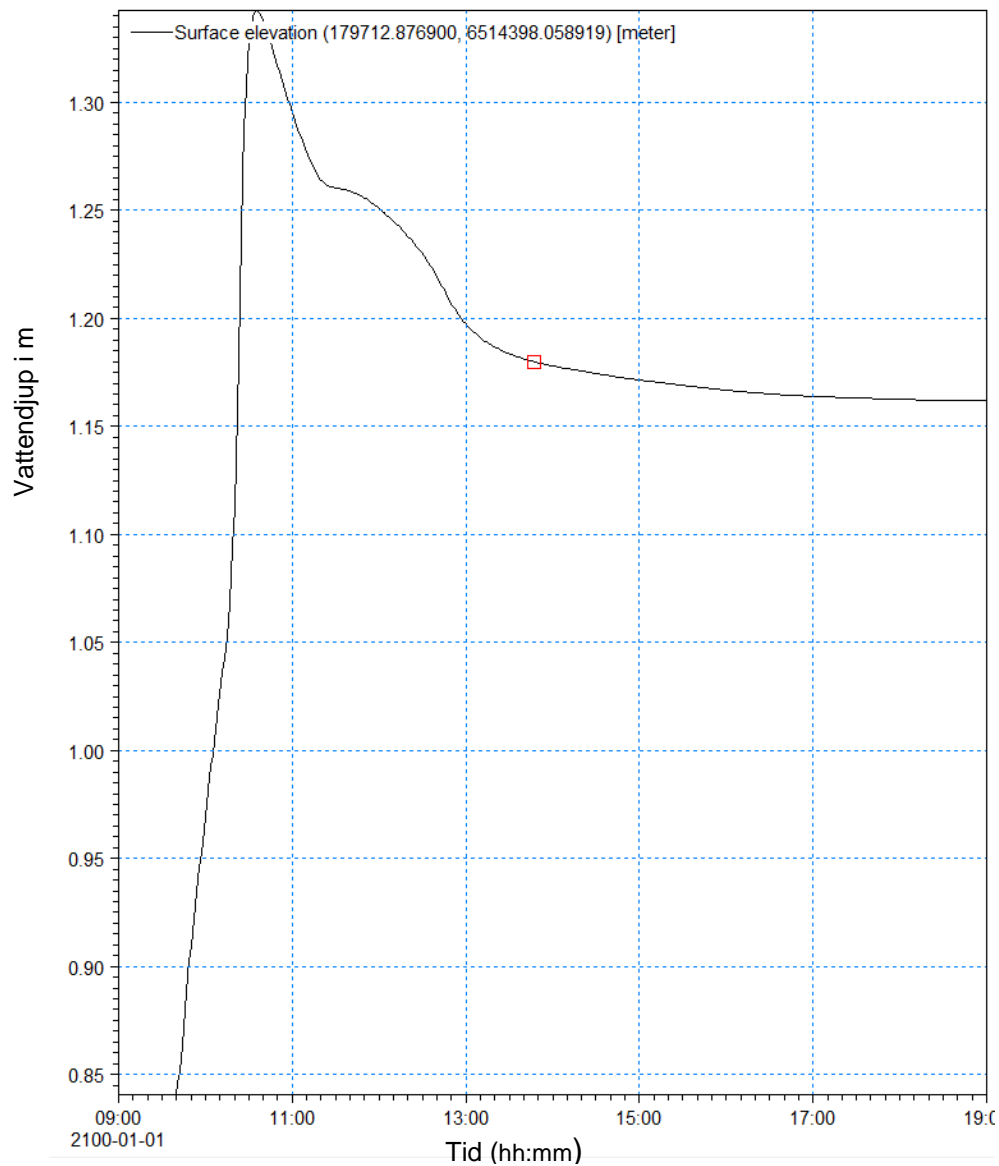
Tillflödet från planområdet till lågpunkten norr om Spelhagsvägen föreslås begränsas till möjligaste mån genom (a) åtgärder inom det instängda området mellan kontorsbyggnaden och museet samt (b) åtgärder på körbanan på Spelhagsvägen. Skyfallsutredningen påvisar även att det finns ett stort behov av kommunövergripande skyfallsplanering som inte kan lösas inom ramen av detaljplanen.

I nästa skede bör skyfallsåtgärder detaljstuderas i samarbete med andra teknikområden som landskap, gata och VA-projektör. En uppdatering av skyfallsmodellen kan hjälpa att förstå konsekvenserna och effekten av åtgärderna men bedömningen bör också ske utifrån expertis.

I det vidare arbetet bör också skyfallsmodellen uppdateras för att ta hänsyn till en längre planeringshorisont (år 2125). Detta innebär att havsvattenytan i modellen bör uppdateras till nivån +1,1 m (jämfört med nivån +0,83 m som använts tidigare). Det bör kontrolleras hur stor inverkan denna förändring har på översvämningssituationen i området, både för simulering av nuläge och exploatering. Utöver detta behöver de föreslagna åtgärderna ses över för att säkerställa att de fortfarande är lämpliga samt att de presenterade dimensionerna fortfarande är tillräckliga utifrån det nya antagandet avseende framtida havsnivå.

Appendix 1 – vattendjup i det instängda området - Nuläge

Resultat från skyfallsmodellen för vattendjup i det instängda området över tid mellan kontorsbyggnaden och museet - nuläge.



Appendix 2 – vattendjup i det instängda området – Efter exploatering

Vattendjup i meter i det instängda området över tid mellan kontorsbyggnaden och museet efter exploatering av utredningsområdet.

