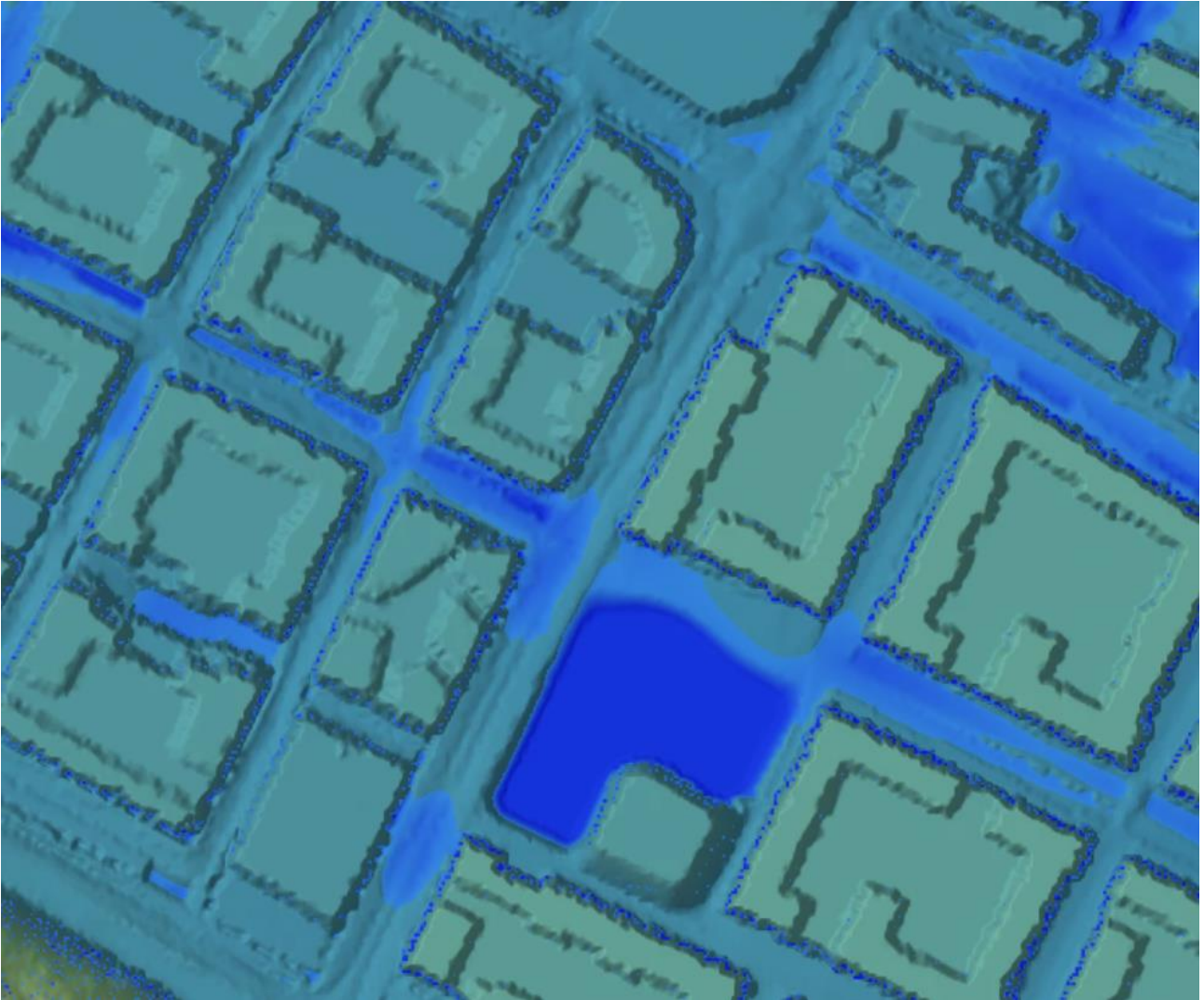


Översvämningssrisker i Storängen

Översvämningssanalys och skyfallsmodellering för Etapp 2, 3 och 4 samt Hängbjörken



Dokumenttitel: Översvämningsrisker i Storängen
Underrubrik: Översvämningsanalys och skyfallsmodellering
Datum: 2024-03-21

Beställare: Huddinge kommun & Vincero Fastigheter 3 AB (för Etapp 4)
Kontaktpersoner: Lotta Berntzon (Huddinge kommun) & Fredrik Drotte (Vincero)
Konsulter Ramboll: Robert Elfving, Anton Blomqvist, Sara Karlsson
Konsulter Sweco: Jonas Althage, Torbjörn Friborg, Marie Larsson, Anna Dahlström
Uppdragsnummer Ramboll: 1320053430
Uppdragsnummer Sweco: 30067599

Alla höjder anges i meter i RH2000 och koordinatsystem SWEREF 99 18 00, om ej annat anges

Sammanfattning

Rapporten redovisar en analys av översvämningsrisk till följd av skyfall eller höga vattennivåer i Trehörningen för Etapp 2, 3 och 4 samt Hängbjörken inom området Storängen, före och efter exploatering.

Översvämningsrisk till följd av skyfall

Rapporten visar att med föreslagna åtgärder och planbestämmelser, kan bebyggelsen hantera en skyfallssituation. Rapporten visar också att befintlig bebyggelse inte påverkas negativt av exploateringen vid dessa situationer, snarare innebär åtgärderna som genomförs i samband med exploateringen en minskning av översvämningsrisken för befintlig bebyggelse som idag har en betydande risk för översvämning vid skyfall. Känslig bebyggelse som seniorboenden, som idag riskerar att bli omringade av vatten och att vatten tränger in i byggnaden vid ett 100-årsregn, får en betydligt bättre säkerhetsnivå med framkomliga räddningsvägar och undvikande av skador, vid samma händelse. Risk för liv och hälsa bedöms därmed minska vid planernas genomförande.

Översvämningsrisk med hänsyn till höga vattennivåer i Trehörningen

Översvämningsrisken för detaljplaneområdena har studerats för ett 200-årsflöde och beräknat högsta flöde (BHF) i Trehörningen. Inom utredningen har en konsekvensanalys utförts avseende på risk för människors liv och hälsa samt skador på byggnader, risk för samhällsviktiga verksamheters funktion, tillgänglighet samt risk för miljö (spridning av markföroreningar), risk för kulturarv samt risk för ras, skred och erosion. För samtliga detaljplaner gäller följande slutsatser för en högvattensituation:

- Risken för liv och hälsa samt skador på byggnader bedöms som låg med hänsyn till riskklassning och föreslagna planbestämmelser.
- Med anledning av det långsamma händelseförloppet vid översvämning till följd av en högflödessituation bedöms skola, förskola och andra verksamheter hinna stängas innan en översvämning inträffar.
- Elförsörjning inom samtliga planområden säkras i och med föreslagna planbestämmelser.
- Samtliga kvarter inom etapperna bedöms vara möjliga att nå via tillgängliga räddningsvägar med maximalt vattendjup 25 cm vid en BHF-händelse. Etapp 2 och Etapp 4 har även upphöjda gårdar och garage som medger förflyttning mellan byggnader och kvarter i händelse av översvämning.

Etapp 2 (Fabriken och Förrådet)

Etapp 2 förutsätter att vissa skyfallsåtgärder utanför planområdet genomförs, vilket kommer säkerställas i avtal. Åtgärderna består av två nedsänkta parker, Närparken inom Etapp 4 samt Parkstråket inom Etapp 3 (Aspen). I delar av området blir BHF-nivån styrande och i de övriga delarna blir vattennivå vid skyfall styrande, vilket föranleder en föreslagen planbestämmelse som täcker in båda scenarier: *Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,60 meter över angivet nollplan. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,60 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,60 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten.* Rapporten redovisar hur framkomlighet för utryckningsfordon säkerställs till samtliga kvarter, både vid ett skyfall och vid en BHF-händelse.

Etapp 3 (Aspen)

Etapp 3 förutsätter att en skyfallsåtgärd utanför planområdet genomförs, vilket kommer säkerställas i avtal. Åtgärden består av en nedsänkt park, Närparken. Med nämnda åtgärd blir den maximala skyfallsnivån inom området lägre än BHF-nivån vilken därmed blir styrande, och föranleder en föreslagen

planbestämmelse som täcker in en BHF-händelse: *Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten.* Rapporten redovisar hur framkomlighet för utryckningsfordon säkerställs till samtliga verksamheter, både vid ett skyfall och vid en BHF-händelse.

Etapp 4 (Verkstaden, Hantverket och Tonfisken)

Etapp 4 förutsätter att samtliga skyfallsåtgärder i rapporten genomförs, vilket omfattar åtgärder utanför planområdet (Parkstråket Aspen, sänkt Lännaväg, samt skyfallsdike mot Trehörningen) som kommer säkerställas i avtal. I delar av området blir BHF-nivån styrande och i de övriga delarna blir vattennivå vid skyfall styrande, vilket föranleder en föreslagen planbestämmelse som täcker in båda scenarier: *Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Upp till minst 0,5 meter över angränsande gata ska byggnader alltid utformas så att de ej skadas vid större regn. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan och alltid minst 0,5 meter över angränsande gata. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan och alltid minst 0,5 meter över angränsande gata eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten. Gatuhöjder räknas från körbanans nivå intill kantsten.* Rapporten redovisar hur framkomlighet för utryckningsfordon säkerställs till samtliga kvarter, både vid ett skyfall och vid en BHF-händelse.

Hängbjörken

Den maximala skyfallsnivån inom området beräknas bli lägre än BHF-nivån vilken därmed blir styrande. Det föranleder två föreslagna planbestämmelser för lägsta gatuhöjd resp. bebyggelse, som täcker in en BHF-händelse: *Angöringsgata ska anläggas på en lägsta höjd om +22,76 meter över angivet nollplan. Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan.* Rapporten redovisar hur framkomlighet för utryckningsfordon säkerställs till samtliga kvarter, både vid ett skyfall och vid en BHF-händelse.

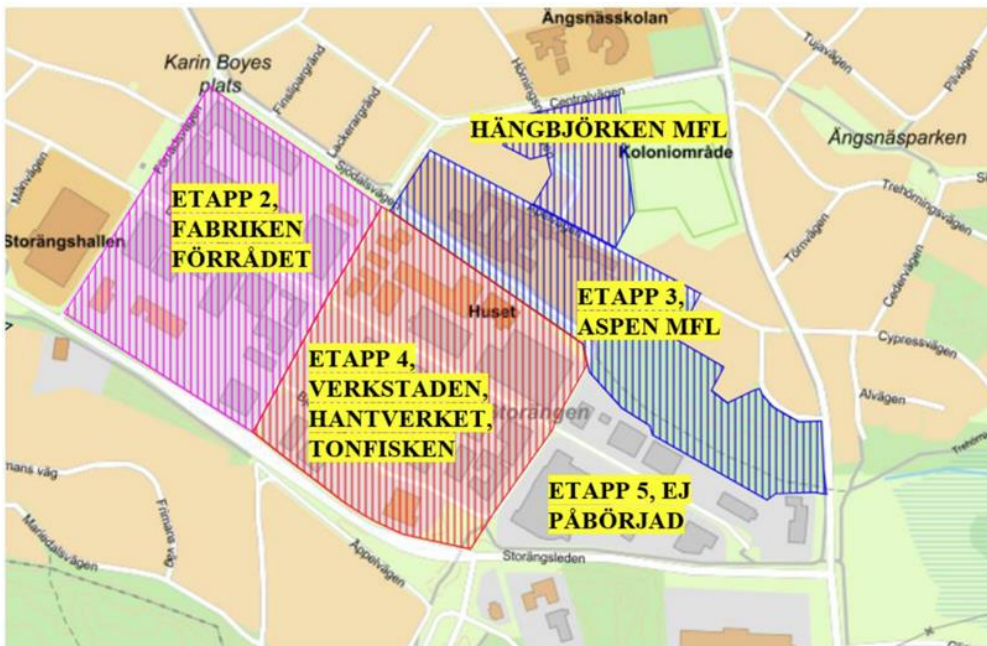
Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Rambolls uppdrag	6
1.2	Swecos uppdrag	7
1.3	Bakgrund till skyfallsarbete inom Storängen	7
1.4	Kriterier för räddningsvägar	7
1.5	Underlag	8
2	Dimensionerande översvämningsscenarier och aktuella åtgärder	9
3	Skyfall	11
3.1	Scenarion och åtgärder för att hantera skyfall	11
3.1.1	Scenarion	11
3.1.2	Skyfallsåtgärder	11
3.1.3	Åtgärder utanför aktuella detaljplaneområden	14
3.2	Beskrivning av skyfallsmodell	14
3.2.1	Modelltyp	14
3.2.2	Modellerat område	14
3.2.3	Höjdmodell	15
3.2.4	Regn	17
3.2.5	Infiltration	19
3.2.6	Markytans råhet	19
3.2.7	Ledningsnätsmodell	19
3.3	Resultat	24
3.3.1	Nollalternativ	24
3.3.2	Framtida situation	26
3.3.3	Jämförelse	33
3.3.4	Analys av fara för människors liv	34
3.3.5	Osäkerheter	35
4	Dämnet vid utloppet av Trehörningen	37
5	Högvattenstånd Trehörningen	39
5.1	Beskrivning av översvämningens karaktär	39
5.1.1	Hur snabbt stiger nivån i Trehörningen?	43
5.2	Konsekvensanalys	43
5.2.1	Liv och hälsa samt byggnader	44
5.2.2	Samhällsviktig verksamhet	48
5.2.3	Tillgänglighet	50
5.2.4	Miljö	56
5.2.5	Kulturarv	56
5.2.6	Ras, skred och erosion	56
6	Kombinationshändelser	56
7	Slutsatser	57

1 Inledning

1.1 Rambolls uppdrag

Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Huddinge kommun och Vincero AB (för Etapp 4) att utreda konsekvenserna av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 samt högvattensscenarier i Trehörningen när detaljplanerna Storängen Etapp 3 (Aspen m fl) och Storängen Etapp 4 (Verkstaden, Hantverket, Tonfisker) är utbyggda, inklusive vilka åtgärder som behövs för att möjliggöra exploateringen. Kravet är att risken ska kunna hanteras inom den nya bebyggelsen, samt att oacceptabel översvämningsrisk inte får skapas eller förvärras inom befintlig bebyggelse. Vissa av åtgärderna är även en förutsättning för Etapp 2 (Fabriken – Förrådet) som är i antagandeskede. Målsättningen är också att åtgärderna inte får försämra för intilliggande områden. Ungefärlig placering av de etapper som nämns redovisas i Figur 1. Etapp 5 är inte påbörjad men finns med i en planerad omvandling av hela Storängen till bostadsbebyggelse. Hängbjörkens planerade höjdsättning ingår inte i analysen, men viss samordning har skett och detaljplanens genomförande förutsätts ske så att den inte ökar belastningen av skyfallsflöden till Storängen i övrigt. Ny höjdsättning för Apelvägen och GC-väg inom Hängbjörkens detaljplan har använts i framtidsscenarioet.



Figur 1. Ungefärlig placering av de etapper som ingår i skyfallsmodellen. Etapp 5 har inte inkluderats i modellen, och Hängbjörken har endast inkluderats i form av höjdsättning av Apelvägen och GC-väg.

1.2 Swecos uppdrag

Sweco har sedan november år 2021 tillhandahållit tekniskt stöd inom klimatanpassning för skyfall och översvämning, i exploateringsarbetet med Storängen Etapp 4.

Swecos konsulter, Jonas Althage (fram till juni 2022), Torbjørn Friberg (fram till januari 2023), Marie Larsson, Mats Andréasson och Anna Dahlström har varit tekniskt stöd till beställarens organisation internt, men även fört dialog med kommunen och andra aktörer, och i dessa forum representerat Etapp 4.

Målet med det tekniska stödet har varit att bistå med teknisk expertis och processkunskap, för att skapa så goda förutsättningar som möjligt för en kostnadseffektiv exploatering och en trygg planprocess, där klimatsäkringskraven uppfylls för Etapp 4 samt i stort för hela Storängen.

1.3 Bakgrund till skyfallsarbete inom Storängen

Skyfallsarbete har bedrivits under en längre tid inom de olika etapperna i Storängen. Åtgärder för att reducera skyfallsrisk inom de individuella etapperna har bedrivits stegvis med särskilt fokus på varje individuell etapp. Vardera etapp behöver, för Storängen som helhet, dock beakta övriga etapper och relevanta aspekter. Åtgärder inom Etapp 3 och 4 ingår i ett helhetsgrepp för skyfallsåtgärder, med genomgående skyfallsled från områden uppströms (framför allt Sjödalsvägen och den kulverterade Fullerstaån) till Trehörningen. Även externa aspekter såsom sjön Trehörningens vattenstånd och utloppskapacitet, Stockholm Vattens (SVOA:s) dagvattenanläggning inklusive pumpstation, samt LÅP-åtgärder i våtmarken öster om Lännavägen, är beaktade.

Exploatering inom detaljplanerna inom Storängen måste uppfylla vissa krav sett till skyfallsrisk, bland annat följande för ett 100-årsregn med klimatfaktor:

- Omgivningspåverkan får inte vara negativ, det vill säga detaljplanen får inte förvärra översvämningsrisken för kringliggande infrastruktur och fastigheter.
- Översvämningen inom detaljplanen får inte vara så pass omfattande att den omöjliggör framkomst för räddningstjänst, eller orsakar skador på framför allt bostäder.

Vidare ska exploateringen även klara översvämning vid höga vattennivåer i Trehörningen som kan orsakas av långvariga perioder av regn eller snösmältning.

1.4 Kriterier för räddningsvägar

I dialog med representanter från Södertörns brandförsvärsförbund samt AISAB (ambulans) 2024-01-29 har följande förutsättningar kring översvämning och åtkomstmöjlighet förmedlats:

- Ambulansfordon klarar att köra i vattendjup upp till 25 cm.

- Ambulansfordon behöver en körfri sektion med bredd 3 m och höjd 3 m.
- Räddningstjänstens fordon kan köra upp till 30 cm vattendjup, vissa fordon kan köra i djupare vatten.
- Räddningstjänstfordon behöver en körbanebredd 3 m och höjd 4 m, samt en svängradie på minst 7 m.
- Brandslang kan vara svårt att dra vid större vattendjup än 30 cm.
- En skola ska ha två utrymningsvägar i händelse av brand.
- Flerfamiljshus får ha en utrymningsväg förutsatt att det är TR2-trapphus.

Mått för räddningsväg specificeras i *Framkomlighet och utrymning med hjälp av räddningstjänsten* (Södertörns brandförsvarsförbund, 2021)

1.5 Underlag

- *Rapport Huddinge Södra Dagvattenmodell* (Sweco, 2019-07-01)
- *Skyfallsanalys Kv Fabriken/Förrådet* (Ramboll, 2020-03-10)
- *PM - Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde*, inklusive modellfiler (SVOA/Ramboll, 2021-02-09)
- Markmodell skolgård Kv Aspen: *Kv Aspen LA central new design.ifc* (Total Arkitektur, 2021-08-26). Vissa förändringar har skett sedan dess, under projekterings gång, men förändringarna i den höjdsättning som redovisats 2023-05-19 bedöms ha försumbar påverkan på översvämningsnivåer, jämfört med nämnda underlag
- Höjdsättning Parkstråket Aspen: *210819_Aspen Alt 2_EkoG.dwg* (Ekologigruppen, 2021-08-19)
- PM Vattennivåberäkningar för högflöden i Balingsholmsån (Ramboll 2023-11-30)
- Storängen markmodell 2023-02-15.dwg (Waade, 2023-02-15), T-10-V-001_Etapp_4.xml, T-10-V-001_Fabriken-Förrådet.xml, T30-V-001_Aspen.xml, Triangelmodell_överyta_3D_Hängbjörken.xml (Waade, 2023-12-28)
- Lännavägen plan och profil, utredningsskiss 2022-12-13, 2022-12-13-*Lännavägen-sänkning-Plan.dwg*, LTV

2 Dimensionerande översvämningsscenarier och aktuella åtgärder

För exploateringen finns det två relevanta typer av översvämningar:

- Skyfall – extrem nederbörd under kort tid, vilket orsakar en stor avrinning av dagvatten som ledningsnätet inte kan ta hand om, vattnet kommer således att rinna på markytan
- Höga vattennivåer i sjöar och vattendrag – långvariga perioder av regn eller snösmältning till vattendragssystemet Trehörningen – Ågestasjön – Magelungen, och även Ormlången.

Kombinationer av ovanstående, t.ex. ett mindre regn och en medelhög nivå i Trehörningen behöver även beaktas. Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) har bedömt att de ansvarar för händelser i sitt system upp till 30-årsregn och medelhög vattenyta i recipienten.

En generell åtgärd för att säkra mot översvämning är byggnadernas placering i höjdlid. Planbestämmelser för detaljplanen reglerar färdig golvhöjd för bostäder, samt under vilken höjd byggnader och teknisk utrustning behöver ha en vattensäker utformning. I följande kapitel redogörs för hanteringen av respektive översvämningsscenario. I Tabell 1 ges en summering av vilket översvämningsscenario som är dimensionerande och vilken planeringsnivå som rekommenderas regleras med planbestämmelse för respektive plan.

Tabell 1. Sammanställning över dimensionerande händelse sett till översvämningsrisk för respektive detaljplan.

Detaljplan	Dimensionerande händelse för översvämningsrisk	Förslag till planbestämmelser
Etapp 2 Fabriken/Förrådet	Skyfall, klimatanpassat 100-årsregn	Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,6 meter över angivet nollplan. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,6 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,6 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten.
Etapp 3 Aspen	BHF (+23,01)	Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten.
Etapp 4	BHF (+23,01) samt skyfall i vissa delar	Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Upp till minst 0,5 meter över angränsande gata ska byggnader alltid utformas så att de ej skadas vid större regn. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan och alltid minst 0,5 meter över angränsande gata. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan och alltid minst 0,5 meter över angränsande gata eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten. Gatuhöjder räknas från körbanans nivå intill kantsten
Hängbjörken	BHF (+23,01)	Angöringsgata ska anläggas på en lägsta höjd om +22,76 meter över angivet nollplan. Byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan. Byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten. För bostäder ska färdigt golv anordnas till en höjd av minst +23,06 meter över angivet nollplan.

3 Skyfall

Planeringen av Storängen och dess ingående detaljplaner och tillhörande markhöjdsättning är framtagen med tydligt beaktande av skyfallsrisken inom området. Beräkningar har genomförts av Ramboll, i en så kallad skyfallsmodell. Ramboll har tidigare levererat ett eget PM¹ som beskriver skyfallsrisker och åtgärder. Detta PM kan ses som en uppdatering av det tidigare PM:et, med aktuell planutformning och åtgärder.

Utredningen visar att Storängen ligger i en skyfallsled som leder vatten från Snättringe, Fullersta och Huddinge centrum till Trehörningen.

3.1 Scenarion och åtgärder för att hantera skyfall

3.1.1 Scenarion

Ett nollalternativ, dvs ett scenario där hela Storängen inte är fullt utbyggt, har tagits fram för att kunna göra en jämförelse och säkerställa att planerad exploatering samt skyfallsåtgärder inte bidrar till ökad risk vid skyfall för befintlig bebyggelse. Nollalternativet inkluderar exploateringen inom Etapp 2 (Fabriken/Förrådet) som ännu inte är byggt men är i antagandeskedet och där en skyfallsanalys med åtgärdsbehov² tagits fram i tidigare skede. Inkluderat i nollalternativet är också de skyfallsåtgärder som enligt nämnda analys bedöms behövas för att Etapp 2 ska kunna hantera ett skyfall, dessa är Närparken inom Etapp 4 samt Parkstråket inom Etapp 3 (Aspen), se vidare under 3.1.2. Områden utanför Etapp 2 och nämnda skyfallsåtgärder består av befintlig utformning och marknivåer.

Ett framtida scenario (inklusive åtgärder) har tagits fram iterativt genom att utreda olika åtgärders effektivitet och samtidigt betrakta den vattennivå som bedöms möjliggöra exploatering av Etapp 3 och Etapp 4 när det kommer till tillgänglighet, räddningsvägar m.m. I detta scenario ingår även den planerade markanvändningen och höjdsättningen för Etapp 3 och Etapp 4, samt höjder för Apelvägen och GC-väg inom Hängbjörken. De åtgärder som inkluderats beskrivs närmare i efterföljande kapitel. Hängbjörken har utretts separat och skyfallssäkring säkerställs genom att de skyfallsvolymer som byggs bort, ersätts med motsvarande volymer på andra platser inom detaljplanen. Detta beskrivs mer i detalj i dagvatten- och skyfallsutredningen för Hängbjörken m.fl.³

3.1.2 Skyfallsåtgärder

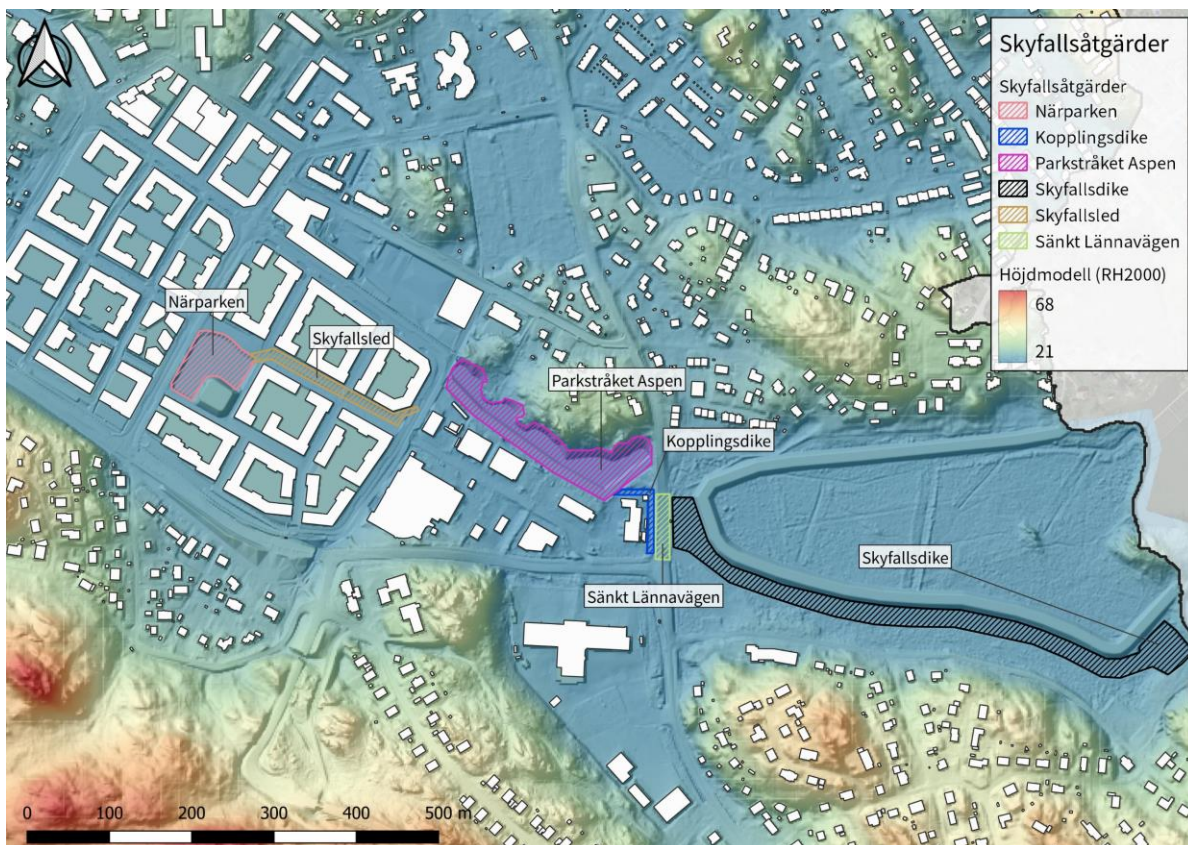
Inom skyfallsarbetet har ett flertal konsekvensreducerande åtgärder diskuterats för att minska översvämningsproblematiken. Åtgärdernas effekt har bedömts med hjälp av skyfallsmodellen. Planerade åtgärder som har direkt påverkan på översvämningshanteringen inom Storängen redovisas i Figur 2 och listas nedan:

¹ Skyfallsanalys Programområde Storängen (Ramboll/Huddinge kommun 2022-02-01)

² Skyfallsanalys Kv Fabriken/Förrådet (Ramboll/Huddinge kommun 2020-03-10)

³ Dagvattenutredning Hängbjörken 1–7, Asken 1, Asken 4 (Tyréns/Huddinge kommun 2022-08-26)

- Fördröjningsyta inom Parkstråket inom Etapp 3 (Aspen)
- Fördröjningsyta inom Närparken i Etapp 4
- Skyfallsled i Dalhemsvägen inom Etapp 4
- Styrning av flöde i korsningen Dalhemsvägen/Centralvägen inom Etapp 4
- Styrning av flöde i korsningen Dalhemsvägen/Sjödalsvägen inom Etapp 4
- Utformning av skyfallsled ("kopplingsdike") förbi fastigheten Lagret 5 (diket är inom Etapp 3)
- Sänkning Lännavägen – sträckan med lägsta nivå ca. +22,3 förlängs för att skapa en bredare tvärsnitt för vattnet som rinner över vägen, när fördröjningsytan inom Parkstråket fyllts upp (inom Etapp 3)
- Nytt skyfallsdike i "våtmark" (öster om Lännavägen) och öppning i vallen (preliminärt med trummor) mot Trehörningen för att leda vattnet till Trehörningen (utanför pågående planarbeten)



Figur 2. Planerade skyfallsåtgärder inom Storängen.

Två fördröjningsytor inom Etapp 3 ("Parkstråket Aspen") samt Etapp 4 ("Närparken") planeras anläggas. *Parkstråket Aspen* innehåller en översvämningssyta där det aktuella förslaget har en bottennivå på +20,50, och en total volym på ca 8500 m³ (baserat på beräkning i SCALGO Live, programhandlingen redovisar 8000 m³) mellan nivån +20,50 och +21,90. Parkstråket Aspen utnyttjas även av SVOA, där dagvattenledningsnätet kan brädas till parken och fyllas upp till ca. +21,00 vid 30-

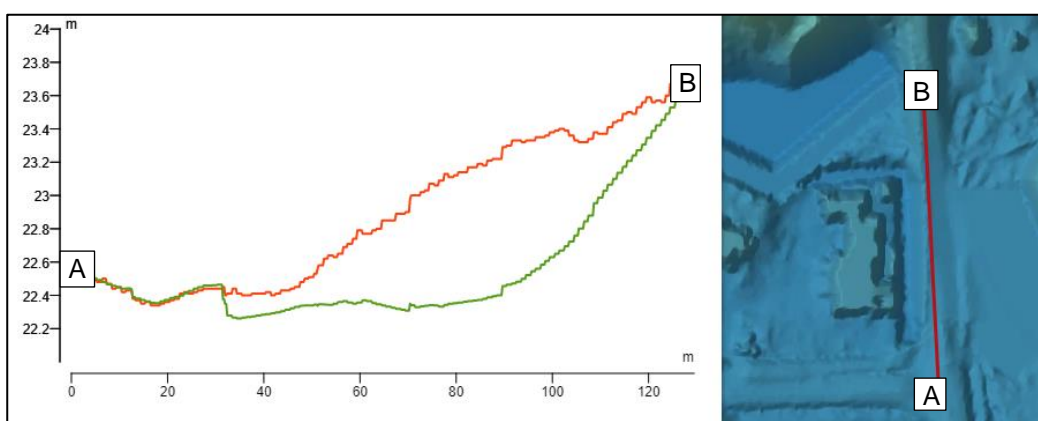
årsregn med klimatfaktor 1,25. *Närparken* har en total volym på cirka 3100 m³ mellan nivån +21,80 och +22,50.

För att avleda vatten från delar av Etapp 2 och Etapp 4 planeras en "skyfallsled" anläggas längs med Dalhemsvägen i östlig riktning. För att skyfallsleden inte ska dela av Etapp 4 vid skyfall och möjliggöra en räddningsväg planeras en upphöjning anläggas i korsningen norr om kvarter 4 och 5 (se Figur 13 för placering av kvarteren).

Parkstråket Aspen fungerar både som fördröjningsvolym och skyfallsväg, och för att möjliggöra för vatten att fortsätta flöda mot sjön Trehörningen planeras ett skyfallsdike anläggas inom området öster om Lännavägen. Skyfallsdiket har i modellen lagts in som cirka 25 m brett med slänter på 1:3. Till följd av att befintlig mark är relativt plan, är lutningen begränsad och diket går därför från cirka +22,20 till +22,00. Diket antas i modellen vara klätt med en fiberduk vilken har ett lågt flödesmotstånd, vilket i sin tur leder till ökad vattenhastighet och flöde. Om annan beklädnad med högre flödesmotstånd (exempelvis gräs) väljs inom den del av diket som är vattenförande kommer flödeskapaciteten minska vilket i så fall behöver kompenseras med ett bredare dike. Detta görs i så fall i projekteringsskedet.

För att hantera de massor som uppstår vid schaktning av skyfallsdiket kommer en "vall" norr om diket behöva skapas. Vallen har inkluderats i skyfallsmodellen. Vallen skulle även separera skyfallsdiket mot SVOA:s planerade LÅP-anläggning (lokalt åtgärdsprogram) som planeras inom "våtmarken" öster om Lännavägen, och skydda LÅP:en från att skyfallsflödet spolat ut föroreningar och sediment. Exakt placering och utformning av SVOA:s LÅP är inte beslutad.

Lännavägen är i befintlig utformning en tröskel för de flöden som generas vid skyfall, och för att vatten ska kunna ta sig från Parkstråket Aspen till skyfallsdiket har Lännavägens tröskel i modellen breddats längs en 100 m lång sträcka med en lägsta nivå på cirka +22,30 i syfte att förbättra flödeskapaciteten. En jämförande profil längs med Lännavägens breddade tröskel och befintliga nivåer redovisas i Figur 3.



Figur 3. Profil längs Lännavägens breddade tröskel (grön linje) och befintliga marknivåer (röd linje)

Höjdsättning på gator säkras i plankartor och är synkroniserade med denna utredning och systemhandling för gator.

3.1.3 Åtgärder utanför aktuella detaljplaneområden

Skyfallsåtgärder i Storängen ingår i ett helhetsgrepp för hantering av skyfallsrisker i området. Det innebär att enskilda åtgärder har betydelse för flera detaljplaner. Det finns även åtgärder som har föreslagits utanför aktuella detaljplanområden, så som skyfallsdike mellan Lännavägen och Trehörningen (se Figur 2 för placering av åtgärder). Åtgärderna är kritiska för att hanteringen av skyfallsrisker ska kunna uppnås och för att det planerade området kan betraktas som lämpligt att bebygga med hänsyn till skyfallsrisker. För att säkerställa att åtgärderna genomförs kommer de att hanteras genom avtal som vidare beskrivs i planbeskrivningen.

Skydd mot störningar ska tillämpas på kvartersmark enligt Boverkets föreskrifter (2020:5) om detaljplan – 7 kap 18§ (Boverket, 2021). Om en åtgärd behöver genomföras utanför planområdet för att göra bebyggelsen lämplig behöver kommunen visa hur detta säkerställs (Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län, 2018). För säkerställande av åtgärder utanför planområdet rekommenderar länsstyrelserna följande:

- Utöka planområdet så att nödvändiga åtgärder omfattas av planområdet
- Genomföra nödvändiga åtgärder innan detaljplanen är antagen
- Skriva ett avtal som reglerar säkerställande av åtgärder utanför planområdet

3.2 Beskrivning av skyfallsmodell

För att kunna utvärdera den rumsliga utbredningen av översvämningar samt interaktionen mellan mark och ledningsnät vid skyfall har en hydraulisk modell upprättats.

3.2.1 Modelltyp

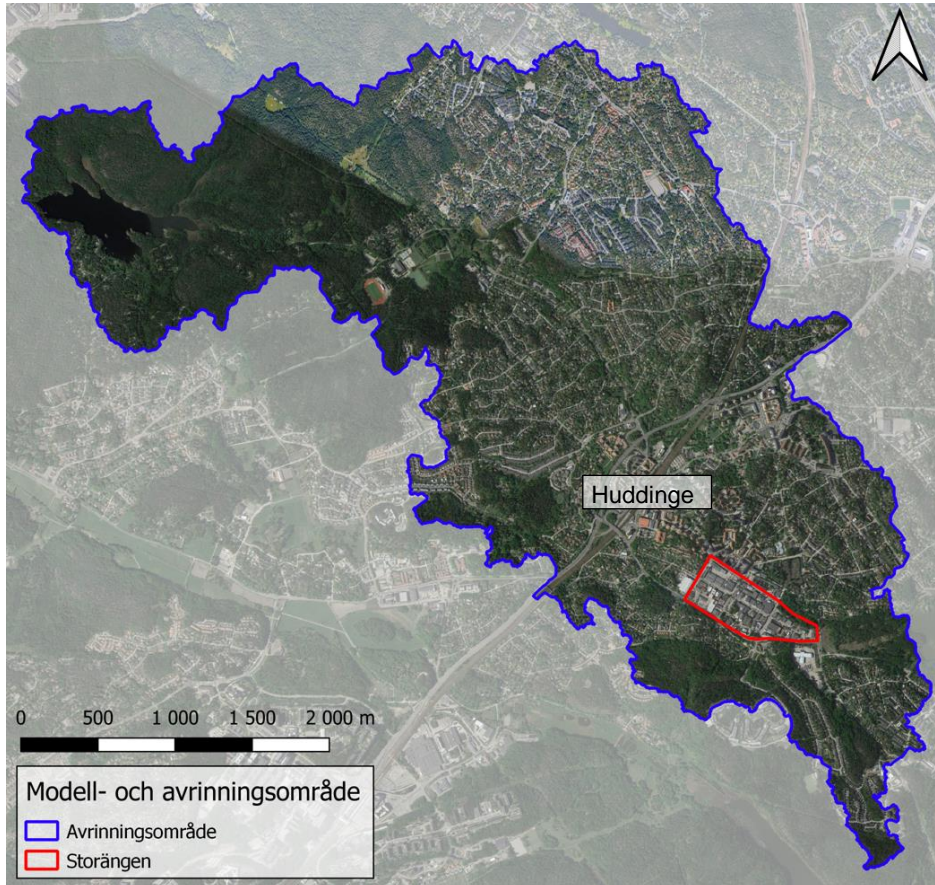
Modellen är en tvåvägskopplad modell som upprättats i DHI:s mjukvaruprogram MIKE FLOOD, som tar hänsyn till både den ytliga markavrinningen och den del av avrinningen som ledningsnätet för dagvatten hanterar. Ledningsnätmodellen är en hydraulisk 1D-modell som täcker stora delar av SVOA:s befintliga ledningsnät (Fullerstaå-stråket) samt projekterat ledningsnät i nu aktuella etapper och ett uppdimensionerat huvudstråk genom Storängen, enligt SVOA:s senaste arbetsmaterial (mars 2023). Modellen byggdes ursprungligen upp i DHI:s mjukvaruprogram MIKE URBAN av Sweco på uppdrag av SVOA, och har därefter modifierats av Ramboll på uppdrag av SVOA.

Markavrinningsmodellen är en hydrodynamisk 2D-modell i programvaran MIKE 21 som använder sig av uppsättningen Flexible Mesh (FM) och har tagits fram av Ramboll.

3.2.2 Modellerat område

I Figur 4 redovisas gränsen för det topografiska avrinningsområde som avvattnas mot Storängen, vilket ligger till grund för modellerat område i MIKE FM.

Avrinningsområdet har tagits fram med hjälp av det webbaserade verktyget SCALGO Live, och utgår från Lantmäteriets GSD-höjddata Grid 2+ inhämtat 2019.



Figur 4. Modell- och avrinningsområde markerad med blå linje. Storängen ungefärligt markerat med röd linje.

3.2.3 Höjdmodell

Höjdmodellerna som använts i den här utredningen utgår från den höjdmodell som tagits fram av Ramboll på uppdrag av SVOA för den dagvatten- och skyfallsanalys som genomförts i samband med arbetet med utformning av ledningsnätet inom Storängen. Den höjdmodellen bygger i sin tur på den höjdmodell som togs fram av Ramboll på uppdrag av Huddinge kommun för den skyfallsanalys som genomförts i samband med arbetet med detaljplanen för Etapp 2. För mer information rörande uppbyggnaden av höjdmodellen hänvisas till Rambolls skyfallsanalys⁴ ⁵ för Etapp 2 samt SVOA:s rapport⁶. I denna utredning har två scenarier för marknivåer tagits fram:

- Nollalternativ
- Framtida scenario

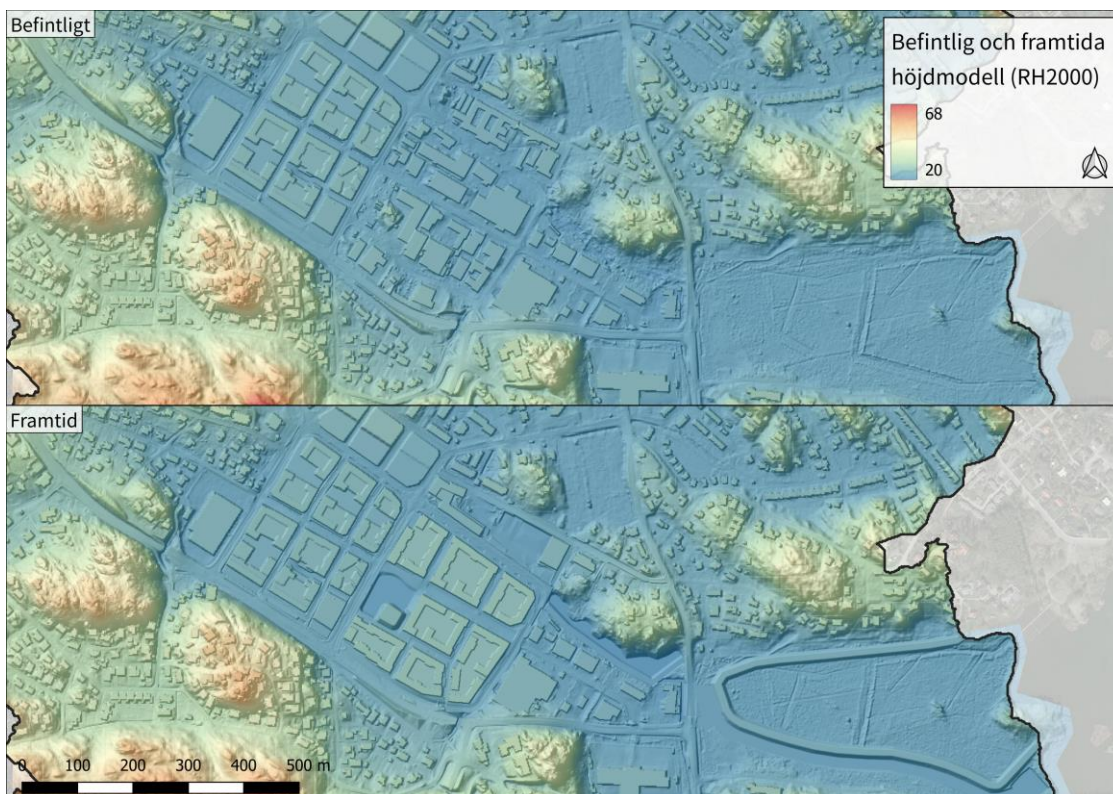
⁴ PM Skyfallsanalys Kv. Fabriken/Förrådet (Ramboll/Huddinge kommun 2020-03-10)

⁵ Skyfallsanalys Programområde Storängen (Ramboll/Huddinge kommun 2022-02-01)

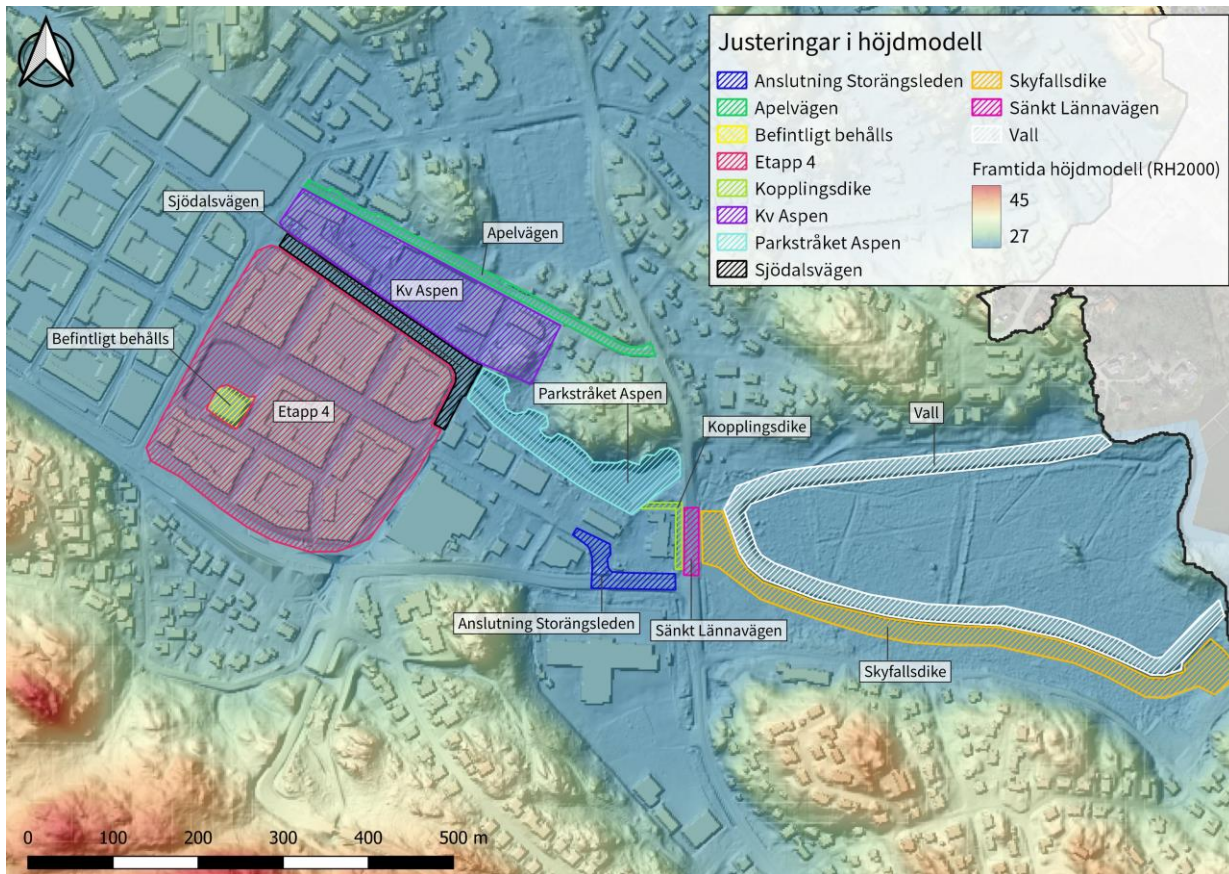
⁶ Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20)

Som tidigare beskrivits består nollalternativet av befintliga höjder tillsammans med planerade höjder inom Etapp 2, och motsvarar således ett scenario där Etapp 3 och 4 inte byggs.

Den framtida höjdmodellen som ligger till grund för det framtida scenariot innehåller planerade marknivåer inom Etapp 2, 3, 4, delar av Hängbjörken (de delar som berör Apelvägen samt GC-väg i östra kanten av planen) samt översvämningsåtgärder (vilka presenteras i kapitel 3.1). I Figur 5 redovisas utklipp av de höjdmodeller som använts i nollalternativet samt framtida scenariot. En sammanställning av de justeringar som gjorts i den framtida höjdmodellen redovisas i Figur 6.



Figur 5. Höjdmodell där övre figur redovisar nollalternativ och undre figur redovisar framtida scenario.



Figur 6. Justeringar av marknivåer samt översvämningsåtgärder som inkluderats i den framtida höjdmödeln. Hängbjörkens åtgärder säkerställs separat och är inte med i höjdmödeln.

De höjder som använts i framtidsscenarioet har sammanställts 2024-01-23 och de mindre ändringar som har gjorts i projekteringskedet efter detta datum är därmed ej med. De ändringar som görs bedöms inte ha negativ påverkan på vattennivåer vid skyfall i någon omfattning som påverkar planens genomförande.

3.2.4 Regn

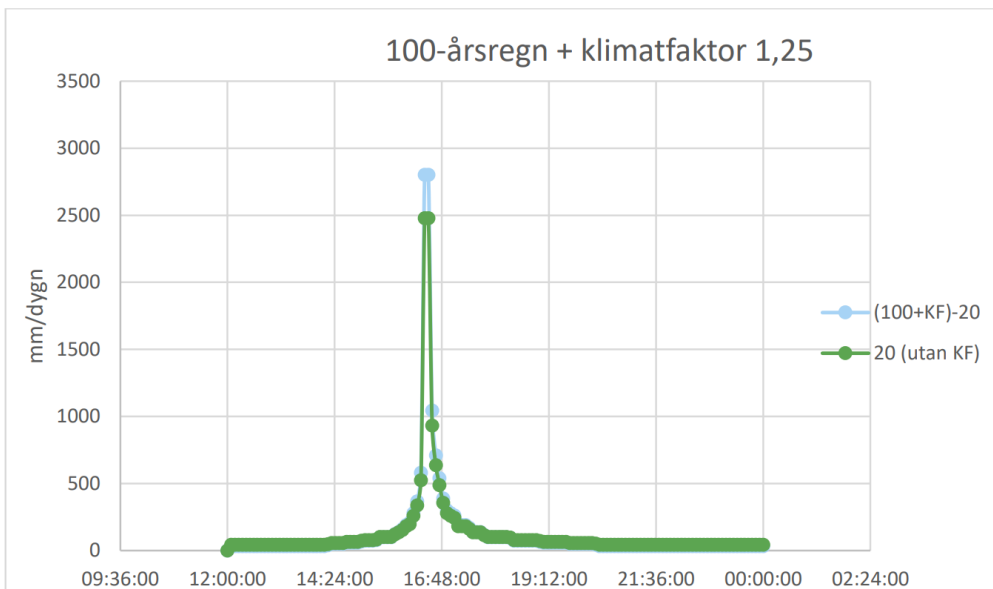
Modellen har belastats med ett 100-årsregn med klimatfaktor (KF) 1,25 i form av ett CDS-regn⁷ med varaktighet 12 h och centralblock på 10 min.

Varaktigheten på 12 h har bedömts baserat på rinntiden inom avrinningsområdet. Det totala simuleringsförloppet har ansatts till 18 h för att säkerställa att inga större vattenrörelser sker på ytan vid simuleringens slut, och att maxnivåer uppnåtts inom hela utredningsområdet. För simulering med 100-årsregn finns dock osäkerheter

⁷ Ett CDS-regn (Chicago Design Storm) 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 säkerställs att rätt varaktighet på regnet använts för att få med maximal avrinning i varje sträcka i modellen (Svenskt Vatten, 2011)

kring val av regnvaraktighet (se kapitel 3.3.5). I en kopplad modell är det möjligt att dela upp regnbelastningen över ledningsnätet och markytan separat, genom att applicera en del av nederbörden direkt till ledningsnätet och resterande del på markytan. Detta tillvägagångssätt säkerställer att ledningsnätet utnyttjas till maximal kapacitet.

Vid simulering av 100-årsregn har det antagits att flöden som bildas till följd av regnet är så pass stora att det inte med säkerhet rinner ner i brunnar direkt, utan att det kan ske en fördröjning på ytan. Det faktum att stora delar av ledningsnätet i avrinningsområdet är dimensionerat för ett 10-årsregn och inte ett 30-årsregn bidrar också till att det finns begränsningar i hur mycket dagvatten som kan ta sig ner i nätet fort vid större skyfall. Ledningsnätet har därför endast belastats med ett 20-årsregn. Resterande regn, dvs. 100-årsregn+KF minus 20-årsregn har applicerats på markytan. Detta antagande har gjorts för att skapa en säkerhetsmarginal, för att säkerställa att mängden dagvatten som når nätet vid större skyfall inte överskattas. Denna uppdelning mellan ledningsnätmodell och markyta är en "kompromiss" som erfarenhetsmässigt ger en bra bild av avrinningen utan att modellen behöver blir alltför detaljerad (helst skulle varje dagvattenbrunn, även på privat mark, som är ansluten till ledningsnätet beskrivas i modellen, men det skulle innebära ett mycket omfattande inventeringsarbete). För den del som belastar markytan, tar sig vattnet längs markytan mot lägre liggande mark, samt till ledningsnätet via antagna kopplingar i brunnar. Regnets form och totala volym som appliceras på markytan respektive ledningsnätet är enligt Figur 7.



Figur 7. Det teoretiska skyfallsregnets fördelning mellan ledningsnät och markyta, samt över tid.

Regnet är beskrivet så att det faller med samma intensitet över hela avrinningsområdet samtidigt. I praktiken faller de mest intensiva regnen mycket lokalt, medan resten av området samtidigt har ett regn med lägre intensitet. För att kompensera för detta används i andra länder ibland en s.k. arealreduktionsfaktor vilket innebär ett avdrag på regnintensiteten beroende på avrinningsområdets

storlek. F n saknas riktlinjer för detta i Sverige och något sådant avdrag har inte använts, vilket får ses som en extra säkerhetsmarginal.

3.2.5 Infiltration

Hänsyn till infiltration har enbart tagits genom avrinningskoefficienter definierade i ledningsnätsmodellens "Catchments". Infiltrationsmodul i MIKE FM har således inte inkluderats. Eventuell ytterligare infiltration som sker när ledningsnätet är fullt bedöms som mycket begränsad, och får ses som ytterligare en säkerhetsmarginal.

3.2.6 Markytans råhet

Markytans råhet, dvs den tröghet som marken utövar på vattnet, påverkar flödes hastigheter och översvämningsutbredningen och beskrivs i modellen med hjälp av Manningstal ($m^{1/3}/s$) enligt Tabell 1. Det kan generellt sägas att hårdgjorda, släta ytor ger ett lågt flödesmotstånd och förknippas med höga Manningstal. Skrovligare ytor så som naturmark leder till ett större flödesmotstånd och förknippas med lägre Manningstal.

Markytans råhet har differentierats mellan tak, vägar och grönytor, och de Manningstal som applicerats för respektive yta baseras på värden framtagna av Chow et al. (1959). De ytor som används i denna utredning finns inte representerade i Chow et al., och snarlika material har därför valts som referens. I framtidsmodellen har ett skyfallsdike inom befintlig "våtmark" vid Trehörningen inkluderats som skyfallsåtgärd, diket har givits ett Manningstal på 40 vilket motsvarar en slät yta så som fiberduk.

Tabell 2. Mannings tal som använts för olika ytor i modell.

Yta	Manningstal, M ($m^{1/3}/s$)	Material I Chow et al. (1959)
Tak	67	Tegel
Vägar	63	Grov asfalt
Skyfallsdike	40*	Fiberduk
Grönytor	15	Medel av högsta och lägsta värde inom kategorin "svämplan"

*Uppskattat värde, baserat på uppgift från Björn I. M. Svensson, BIMS Projektutveckling AB, i samband med att skiss för skyfallsdike togs fram

3.2.7 Ledningsnätsmodell

Som tidigare beskrivits är skyfallsmodellen en kopplad modell, vilket innebär att markytan och dagvattenledningsnätet är sammankopplad.

Ledningar

I denna utredning förutsätts det att SVOA bygger om sitt dagvattensystem i området så att det klarar ett 30-årsregn med klimatfaktor 1,25 utan att marköversvämnning sker. Det innebär att viss utjämningsvolym behövs innan pumpstationen, den volymen är i redovisade scenarier enbart delvis med i ledningsnätsmodellen (cirka 1000 m^3), medan resterande volym inkluderas i 2D-modellen på markytan, t ex en

del av Parkstråket Aspen (upp till nivån ca. +21,00, se vidare under avsnitt 3.1.2). Detta framtida ledningsnät är även inkluderat i nollalternativet, dock med befintlig pumpkapacitet i AP Invallningen. Då syftet med nollalternativet är att säkerställa och visa att planerad exploatering inte förvärrar skyfallssituationen inom befintliga områden bedöms detta vara godtagbart eftersom befintligt ledningsnät har sämre kapacitet än planerat. Det finns i verkligheten alltså ytterligare en säkerhetsmarginal utöver det som jämförelsen visar.

Hur ledningsnätet är beskrivet i modellen redovisas i SVOA:s rapport⁸. Sedan rapporten togs fram har dock modifieringar i ledningsnätmodellen gjorts som motsvarar SVOA:s planerade utformning för Storängen. Den nya utformningen håller i skrivande stund på att tas fram av SVOA/Structor och inkluderar två dykarledningarna inom Parkstråket Aspen, en ny dagvattenledning via kvarteret Aspen som avleder dagvatten från Hörningsnäs, samt ett underjordiskt magasin i anslutning till Parkstråket Aspen på cirka 1000 m³. Ytterligare förändringar i projekteringen har gjorts sedan rapportens framtagande och dessa är inkluderade i skyfallsmodellen, men då projektering fortfarande pågår är ledningsnätets utformning fortfarande preliminär. Eventuella förändringar i projekteringen som gjorts efter mars 2023 är inte inkluderade. Projekteringen bedöms dock enbart komma att förändras marginellt och bedöms ha en försumbar påverkan på skyfallsresultatet.

Pumpstation

Dagvatten från Storängen och områden uppströms (Fullerstaåns avrinningsområde, dvs. Huddinge centrum, Källbrink och Fullersta) pumpas från SVOA:s pumpstation, AP Invallningen, till en släppbassäng från vilken en utloppsledning går till skärmbassängen i västra delen av sjön Trehörningen. Pumpstationen har i modellen en total pumpkapacitet på 4 m³/s vilket motsvarar SVOA:s planerade pumpkapacitet när Storängen är utbyggt. I nollalternativet har dock befintlig pumpkapacitet (ca 2 m³/s) simulerats, då detta bedöms vara den parameter kopplat till ledningsnätet som kan påverka modellresultatet mest.

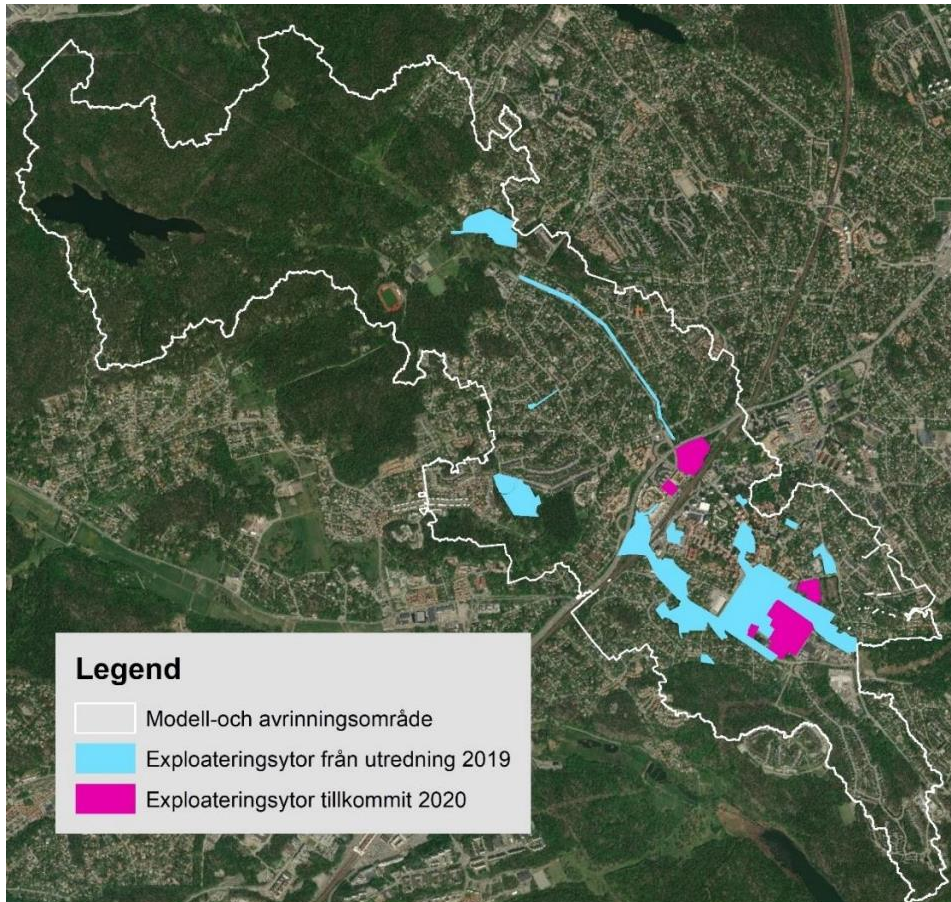
Osäkerheten är stor vad gäller pumpstationens funktion i ett skyfallsscenario. Baserat på erfarenheter, är det inte osannolikt att pumpstationens kapacitet någon gång under ett skyfallsförlopp begränsas eller helt upphör, på grund av exempelvis igensättning, pumphaveri eller strömbortfall. Pumparna i AP Invallningen beskrivs därför så att de stängs av då vattennivån når +21,09 vilket motsvarar den maximala nivån i pumphopen vid ett 30-årsregn med klimatfaktor 1,25 (pumpstationen hanterar då ett flöde motsvarande VA-huvudmannens åtagande). Detta antagande bedöms vara på den säkra sidan.

Hårdgjorda ytor i ledningsnätmodellen

Den tidigare ledningsnätmodellen, framtagen av Sweco år 2019, har i tidigare utredning åt SVOA uppdaterats med vissa exploateringar som tidigare inte var inkluderade. En sammanfattning av de exploateringsområden som är inkluderade i

⁸ Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20)

SVOA:s kapacitetsutredning redovisas i Figur 8. För mer detaljerad beskrivning av ytorna i ledningsnätmodellen hänvisas till rapporten⁹.



Figur 8. Ledningsnätmodellens omfattning (dvs avrinningsområdet till SVOA:s pumpstation AP Invallningen) markerad i vitt. Exploateringsområden från utredning 2019 markerade i blått. Exploateringsytor som tillkommit efter 2019 markerade i rosa.

Området som exploateras inom Rosenhill är inlagt i ledningsnätmodellen med en total yta på 4,6 ha, och en total reducerad yta på 1,2 ha. Storängsleden har fått en något lägre reducerad area än i tidigare framtidsmodell från 2019 där reduktionsfaktorn tidigare var satt till 1¹⁰. I denna utredning är reduktionsfaktorn justerad ned till 0,4 i samråd med SVOA, detta då det inte bedöms som rimligt att avrinningen från leden mer än dubblas efter ombyggnad, utan att den kommer vara mer eller mindre som före ombyggnad.

Tabell 3. Sammanställning av exploateringsområden som tillkommit eller justerats sedan utredningen 2019 i ledningsnätmodellen.

Exploateringsområden	Area	Reducerad area
----------------------	------	----------------

⁹ Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20).

¹⁰ 1 betyder att teoretiska avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten används. En lägre faktor betyder att avrinningskoefficienten kalibrerats ned, baserat på verkliga uppmätta flöden.

Kv Tingshuset	3,3	1,3
Kv Udden 8	0,6	0,5
Storängens industriområde, Etapp 4 och 5	7,0	4,2
Hängbjörken	1,5	0,9
Rosenhill	4,6	1,2
Storängsleden	13,3	4,3

Koppling mellan ledningsnät och markyta

Brunnar i den hydrauliska modellen är sammankopplade med det höjdraster som använts vid beräkningarna. Ett maximalt utflöde från brunnarna har som regel ansatts till 1 m³/s, undantag finns vid vissa större kopplingar som t ex till diken beskrivna i ledningsnätmodellen. Vid simulering har samtliga brunnar (förutom fiktiva brunnar) kopplats med markytan. Ekvation för beräkning av vattenflöde mellan brunnar och markraster har i MIKE URBAN 2D satts till "Orifice equation".

Randvillkor

I ledningsnätmodellen finns ett utlopp efter AP Invallningen till sjön Trehörningen. Sjön har lagts in som en "basin" i ledningsnätmodellen som förenklat beskriver tillgänglig volym vid olika vattenstånd. Sjön är i sin tur kopplad till det befintliga dämnet som lagts in som "orifices" och "weirs" för att återspegla de öppningar som finns i dämnet. Den största öppningen är överfallet som har en bredd på cirka 6 m med nivå +22,03 (se gul markering i Figur 9). De tre luckor som finns i dämnet antas vara stängda, men vatten kan flöda genom de öppningar som finns ovan de stängda luckorna (se röd markering i Figur 9). Dessa öppningar har lagts in med bredd 0,4 m och bedöms ha nivån +22,23 i underkant. Sjön simuleras med en initial vattennivå på +22,03 enligt den undre gränsen för tillåtet vattenstånd enligt Trehörningens vattendom (1971, omräknat till RH2000), och tillåts därefter stiga i takt med att vatten från AP Invallningen och ytliga flöden rinner till sjön. Högvattennivå i Trehörningen antas i simulerade scenarier inte inträffa samtidigt som ett skyfall lokalt, den ökade vattennivån i sjön är snarare en konsekvens av flödet från Fullerstaåns avrinningsområde (vilket ingår i modellens belastning) vilket utgör cirka 70% av Trehörningens tillrinningsområde. Viss samverkan mellan högflöden i Fullerstaån och Trehörningens nivå kan därmed förväntas, se även kapitel 0 och kapitel 6.



Figur 9. Befintligt dämme efter sjön Trehörningen. Röda linjer markerar öppning ovan reglerbara luckor, medan gul linje markerar del av överfall. Källa: *Utlopps-dämme för sjön Trehörningen Förslag på ny lösning ARBETSVERSION* (Ekologigruppen, 2018-07-06).

I ytmodellen finns ett utlopp i form av en trumma (D300) som går genom den vall som separerar Trehörningen och "våtmarken" öster om Lännavägen. Uppgift om trummans dimension kommer från SVOA, men ägarskap är oklart. Troligen kommer detta utlopp behöva byggas om i samband med anläggandet av LÅP-åtgärderna.

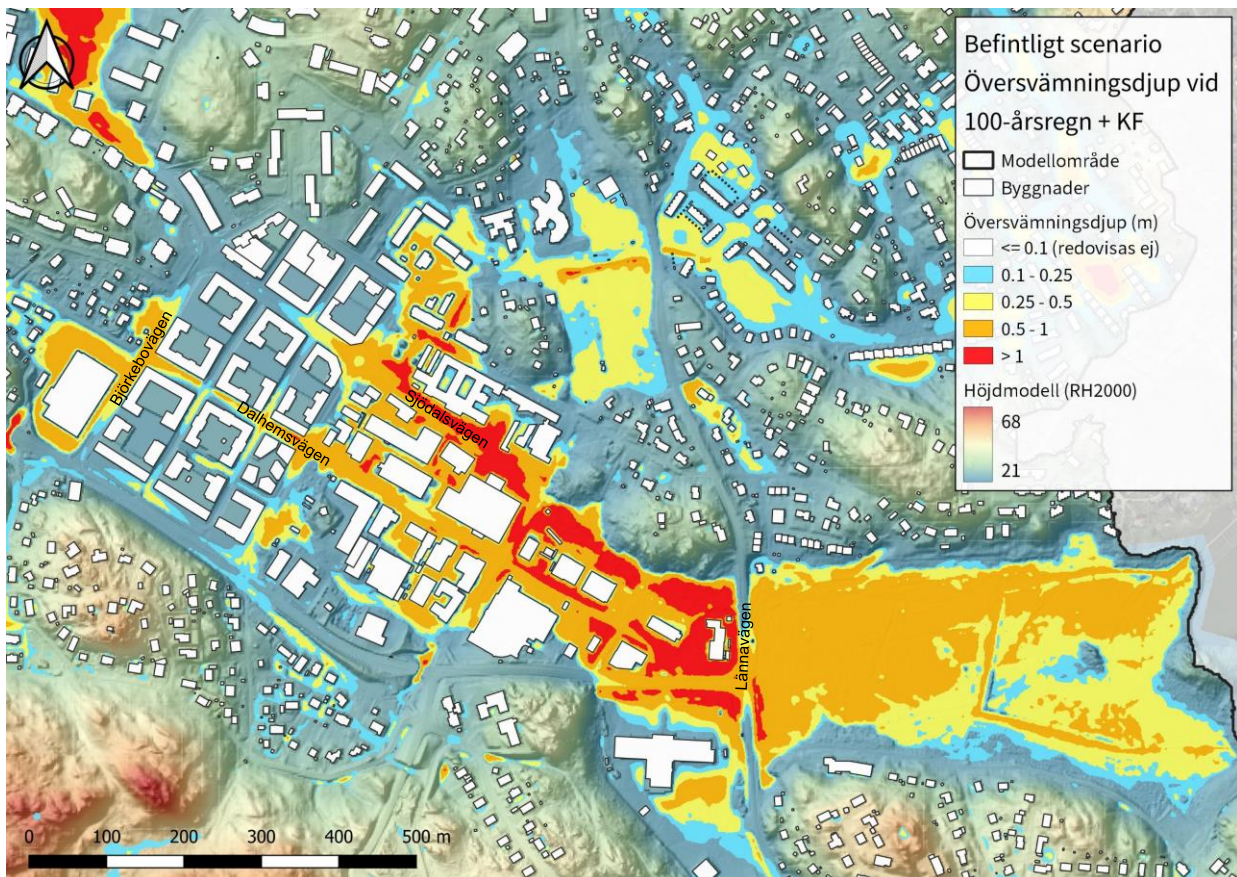
Ett schematiskt 20 m brett framtida utlopp har även lagts till i ledningsnätsmodellen genom vällen vid skyfallsdikets östra ände. Exakt utformning av utloppet får utredas i senare skede, men kan exempelvis bestå av ett antal trummor med dimension 600 mm.

3.3 Resultat

I följande avsnitt presenteras resultatet från de olika simuleringarna med skyfallsmodellen. I de fall "maximala" värden presenteras menas de maximala värden som någon gång under simuleringstiden uppstår i varje enskild beräkningspunkt. Detta innebär inte att de maximala värdena inträffar samtidigt inom alla delar av modellen.

3.3.1 Nollalternativ

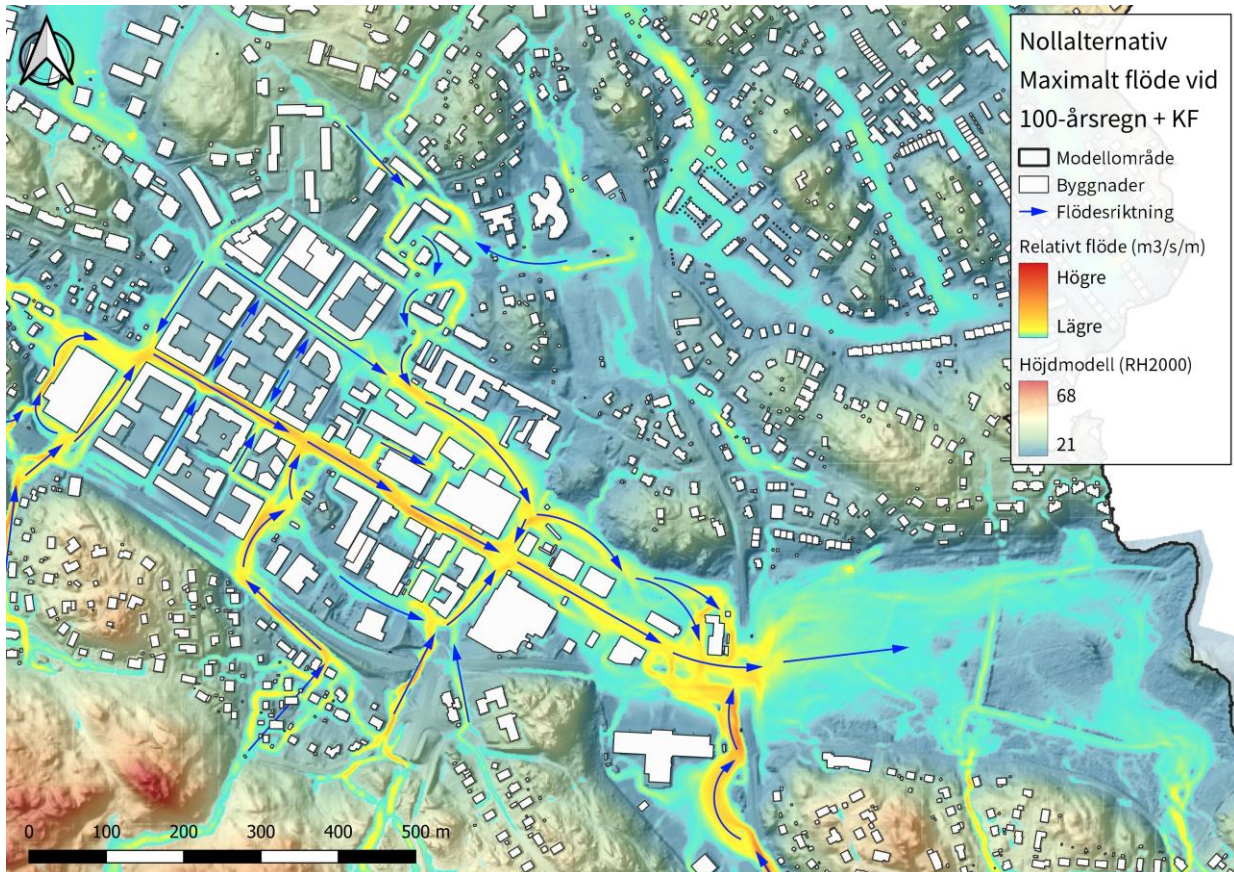
Etapp 2 förutsätts i detta scenario redan vara utbyggd. I Figur 10 redovisas maximalt beräknat vattendjup inom Storängen för nollalternativet vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Inom Storängen bildas en stående vattenyta på +23,09 som sträcker sig från Trehörningen upp till Dalhemsvägen/Björkebovägen (nuvarande namn Förrådsvägen). Detta innebär att stora delar av området får ett vattendjup på upp till 1 m, och längs med Sjödalsvägen. Delar av den befintliga bebyggelsen, bl a seniorboendet vid Apelvägen, förväntas drabbas av inträngande vatten och avskurna räddningsvägar vid detta scenario. Om inte Etapp 2 och de skyfallsåtgärder som är förutsättning för denna etapp genomförs, blir situationen ännu sämre för den befintliga bebyggelsen, vilket redovisas i skyfallsanalysen¹¹ för Etapp 2.



Figur 10. Beräknat maximalt vattendjup inom Storängen för nollalternativet vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

¹¹ PM Skyfallsanalys Kv. Fabriken/Förrådet (Ramboll/Huddinge kommun 2020-03-10)

De flöden som genereras inom och kring Storängen redovisas i Figur 11, där de huvudsakliga flödesstråken härstammar från Storängsleden och Balingsnäs i söder och Centralvägen i norr. Inom exploateringsområdet visar modelleringsresultatet på att Dalhemsvägen utgör en större skyfallsväg som går från Björkebovägen (nuvarande namn Förrådsvägen) mot "våtmarken" öster om Lännavägen.



Figur 11. Beräknat maximalt flöde ("flux") för nollalternativet vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25, samt generell flödesriktning (blå pilar).

3.3.2 Framtida situation

I Figur 12 redovisas maximalt beräknat översvämningsdjup för framtida scenario vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

I västra delarna (Etapp 2) av Storängen varierar vattennivån, upp till cirka +23,43 vid Björkebovägen och +23,55 i sydligaste delen av Etapp 2 (vid Storängsleden). En sammanställning av maximala vattennivåer i utvalda punkter inom Storängen redovisas i Figur 13.

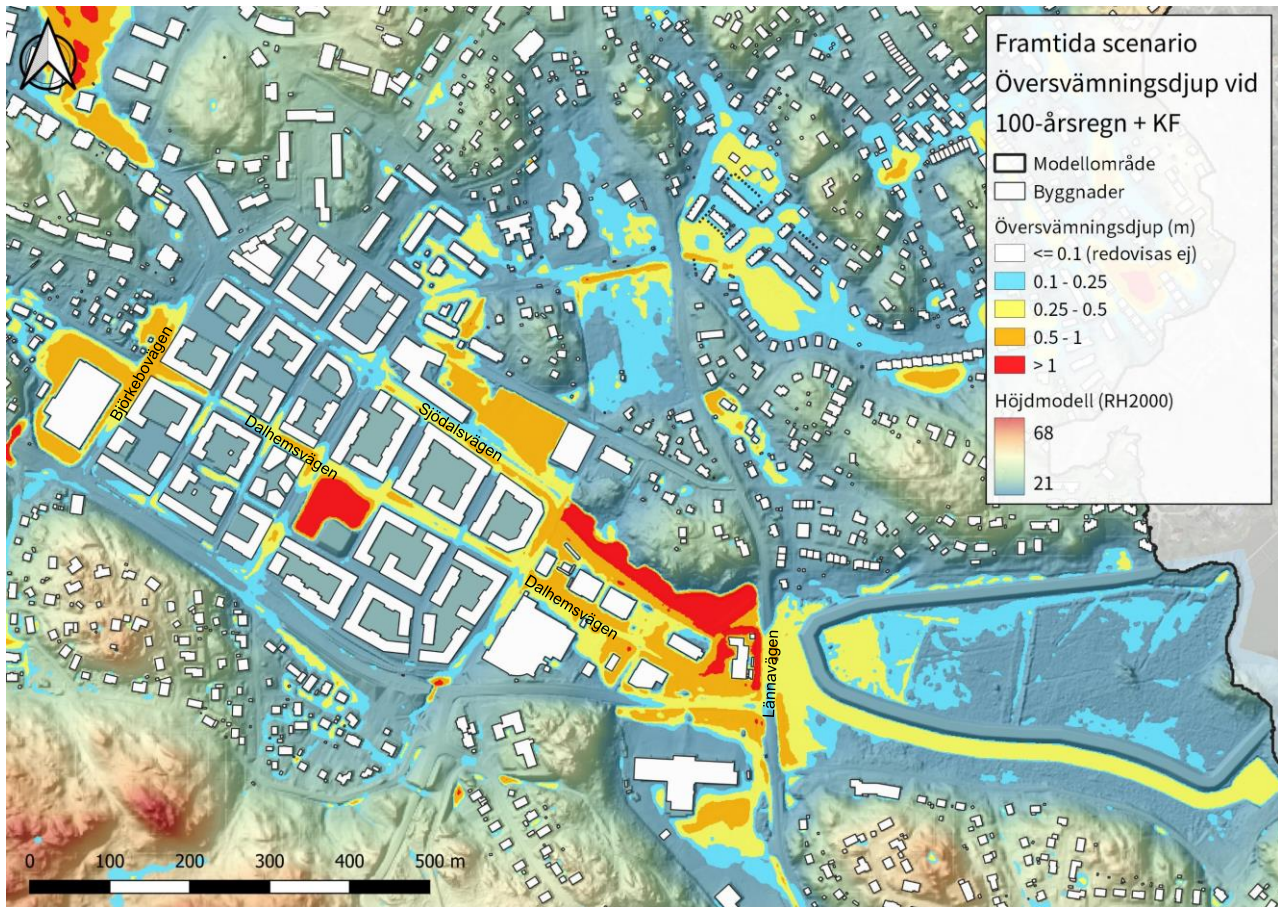
Inom Etapp 3 (Kv Aspen och Parkstråket Aspen) och Etapp 4 bildas i de lägre liggande delarna en stående vattenyta på +22,69. Till följd av den stående vattenytan bildas inom Kv Aspen ett vattendjup på upp till 1 m. Konsekvensen av detta är att vatten blir tillfälligt stående längs med skolbyggnadens fasader mot del av Apelvägen, som mest cirka 0,5 m över gatans nivå. Det behöver därför säkerställas att byggnadens grund och fasad inom dessa områden är vattentålig för att undvika skada på byggnaden, detta regleras i planbestämmelse. Entréer behöver förläggas till de delar av byggnaden där översvämning inte uppstår. För att byggnaden ska kunna utrymmas vid översvämning behövs dock en räddnings-/utrymningsväg inom de områden som inte är översvämningsdrabbade, såsom i den nordvästra delen av byggnaden. Det bör dock noteras att vattendjupet runt större delen av byggnaden understiger 25 cm och räddningstjänst kan därför ta sig till byggnaden från flera håll utan större problem i en skyfallssituation som denna.

Inom Etapp 4 är översvämningarna, på grund av de upphöjda innergårdarna, främst koncentrerade till omgivande gator. Delar av Dalhemsvägens tvärsektion planeras fungera som skyfallsväg och är därför den gata som är mest drabbad av översvämning med vattendjup på upp till 1 m. Inom Närparken syns även vattendjup som överstiger 1 m, men likt Parkstråket Aspen är detta avsiktligt då det är en fördröjningsyta.

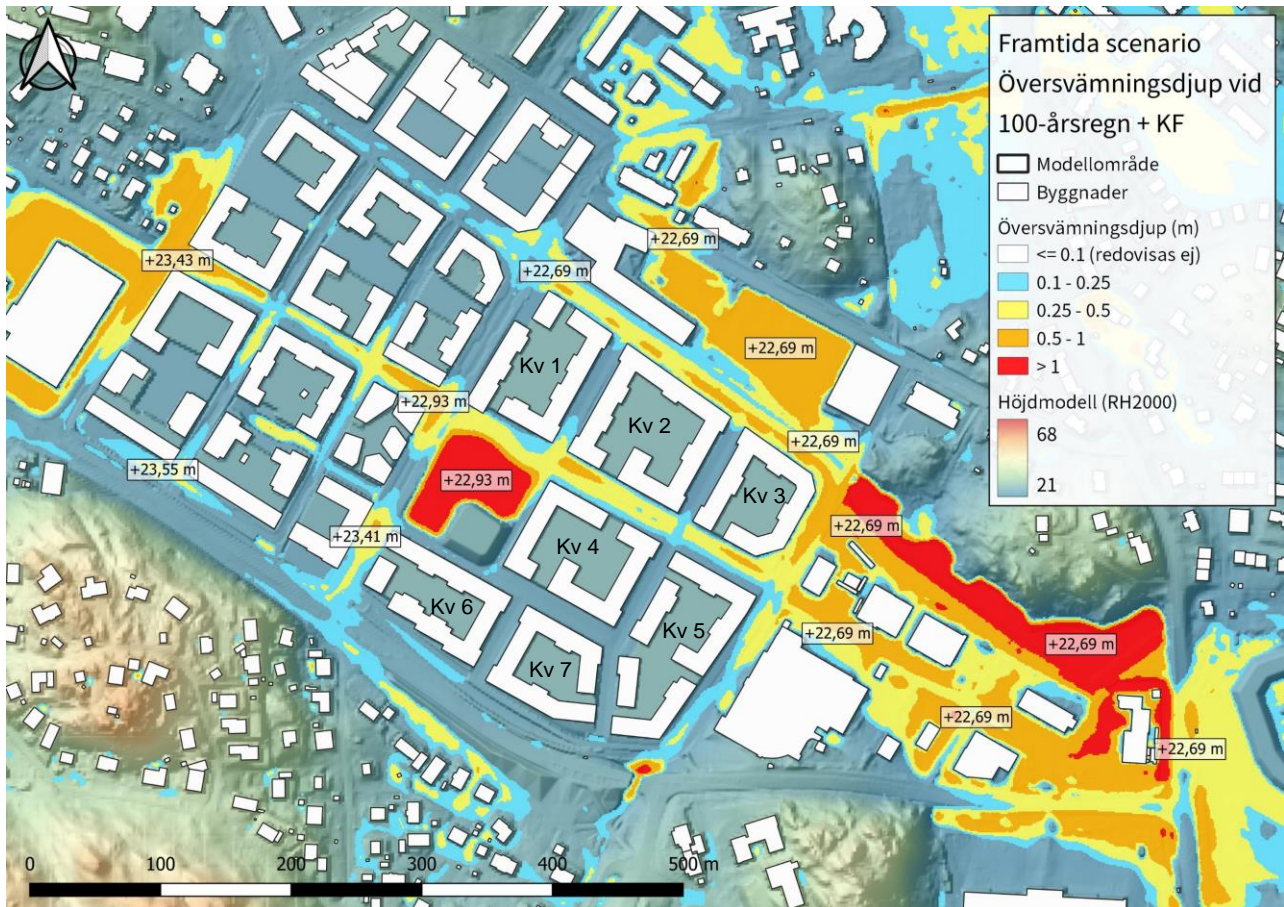
Befintlig bebyggelse utanför planområdet, t ex vid Centralvägen och Apelvägen, får om planerna inklusive skyfallsåtgärderna genomförs, en tydlig förbättring i form av en minskad översvämningsrisk vid skyfall.

Hängbjörken ingår inte i detta simulerade scenario, men skyfallssäkring av Hängbjörken har säkerställts separat, se dagvatten- och skyfallsutredning¹².

¹² Dagvattenutredning Hängbjörken 1–7, Asken 1, Asken 4 (Tyréns/Huddinge kommun 2022-08-26)

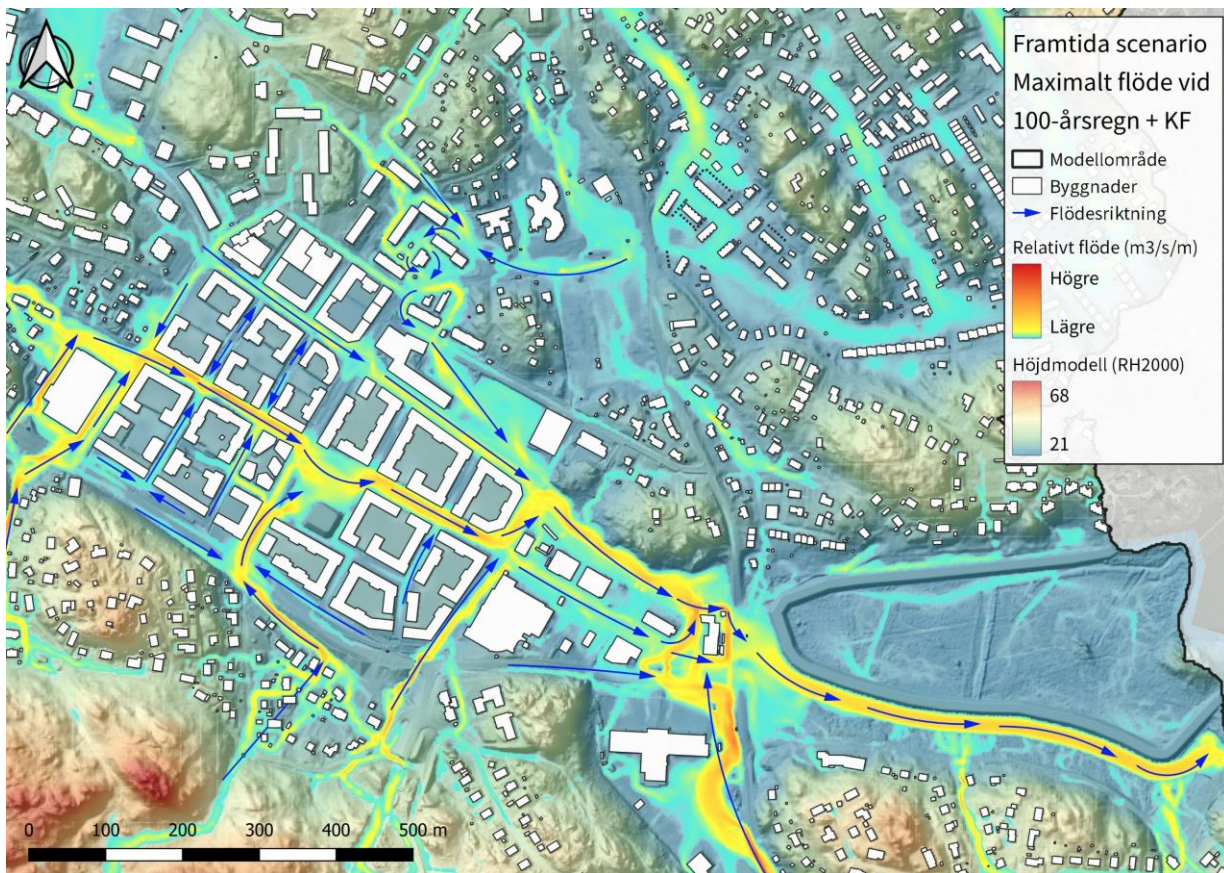


Figur 12. Översikt av beräknat maximalt vattendjup inom Storängen för det framtida scenariot vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Obs: Sedan simuleringen genomfördes har mindre ändringar gjorts i projekteringen för att minska vattendjupet och säkerställa räddningsväg vid Etapp 4:s kvarter 1 och 2, dessa ändringar är ej med i denna figur.

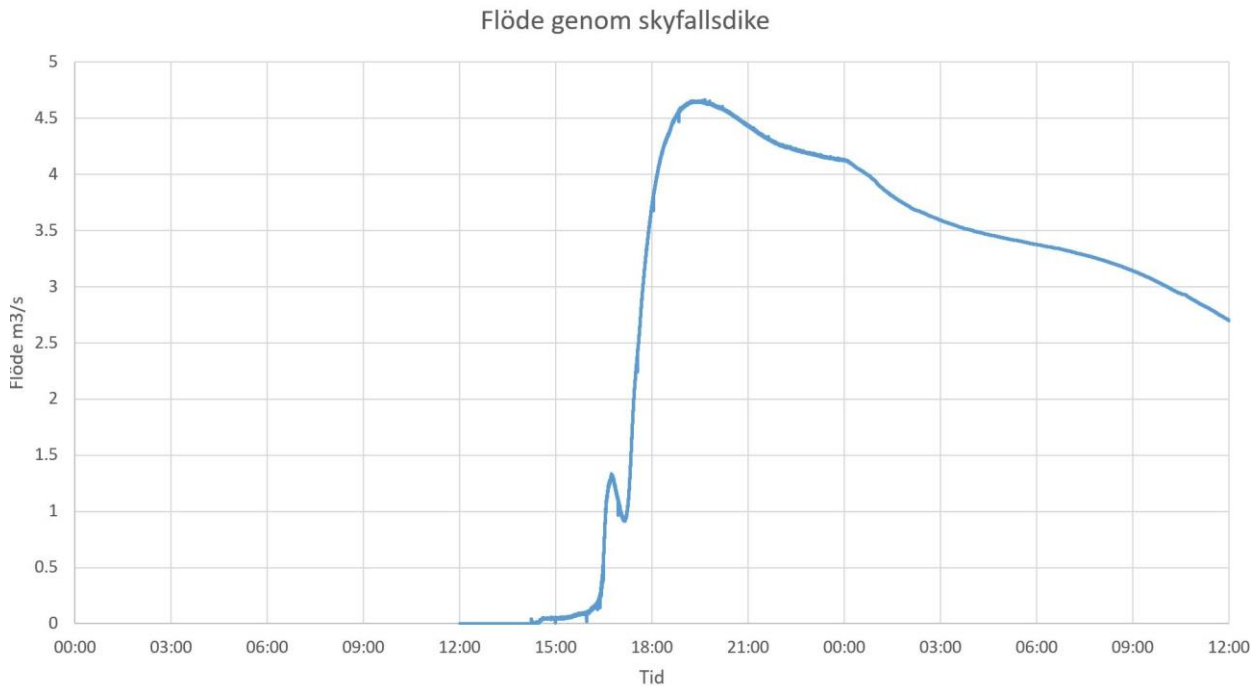


Figur 13. Beräknade maximala vattendjup och vattennivåer (för utvalda platser) inom Storängen i det framtida scenariot vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Obs: Sedan simuleringen genomfördes har mindre ändringar gjorts i projekteringen för att minska vattendjupet och säkerställa räddningsväg vid Etapp 4:s kvarter 1 och 2, dessa ändringar är ej med i denna figur.

I Figur 14 redovisas framtida flödesvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Jämfört med nollalternativet (se Figur 11) har flödesvägarna i stort inte förändrats, då de framtida marknivåerna utformats för att behålla befintliga flödesvägar. Dalhemsvägen är även fortsatt en viktig skyfallsväg. Till skillnad från nollalternativet tillåts vatten nu fortsätta flöda mot sjön Trehörningen genom det skyfallsdike som planeras inom "våtmarken", vilket leder till lägre vattennivåer inom Storängen. Det maximala flödet i skyfallsdiket uppgår till cirka $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (se Figur 15). Flödet påverkas av dess utformning, där ett bredare dike skulle leda till större flöde och lägre vattennivåer inom Etapp 3 och 4, och vice versa.

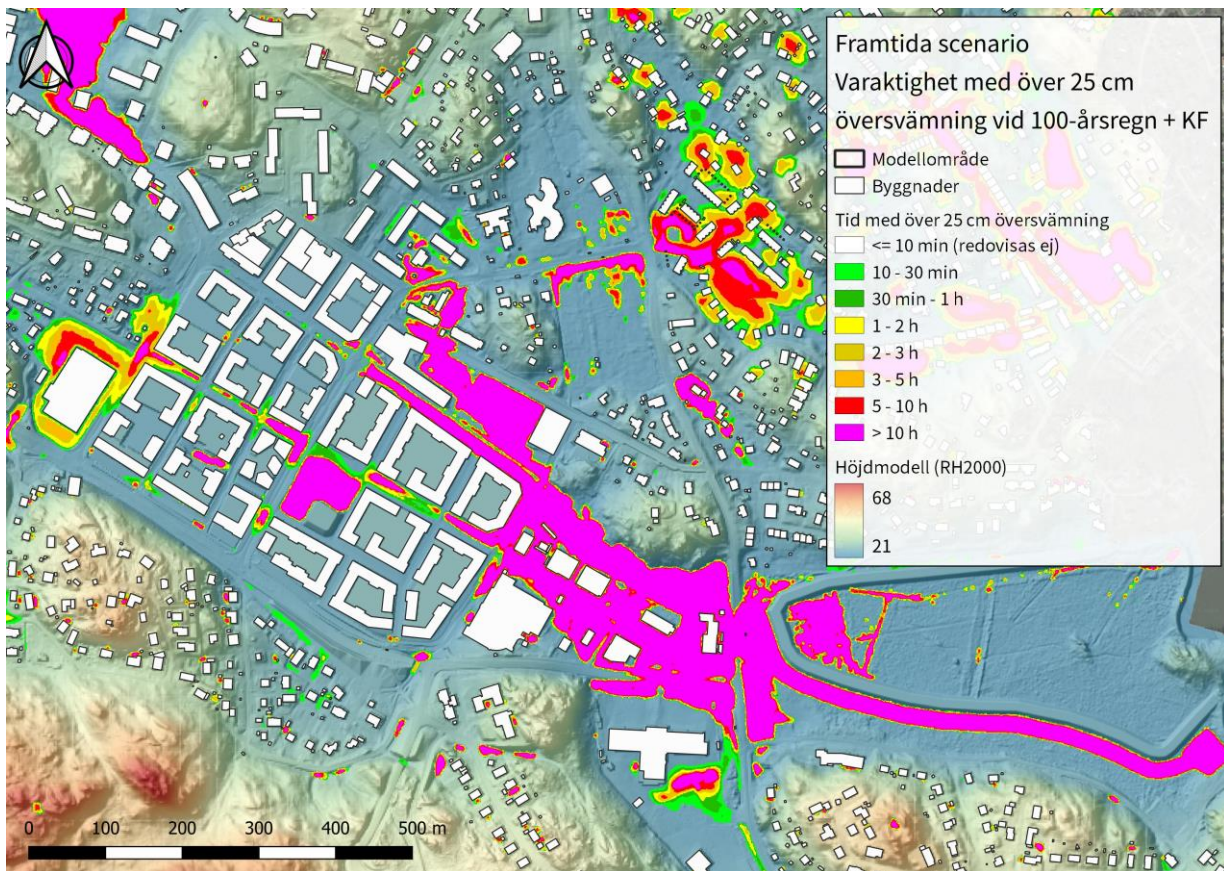


Figur 14. Beräknat maximalt flöde ("flux") i framtida scenariot vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25, samt generell flödesriktning (blå pilar).



Figur 15. Graf över hur flödet genom skyfallsdiket enligt skyfallsmodellen varierar över tid vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Räddningstjänsten har meddelat att gator/körbanor med vattendjup över 25 cm inte anses som framkomliga för personbil/ambulans (brandbil klarar i regel ett större vattendjup, minst 30 cm, många fordon klarar större vattendjup, upp till ca 50 cm). Med bakgrund till detta har de maximala vattendjupen analyserats både i storlek och i varaktighet. I Figur 16 redovisas hur länge ett vattendjup större än 25 cm beräknas bestå. Vattendjup och varaktigheter som understiger 25 cm respektive 10 minuter redovisas inte. Resultatet visar på att samtliga byggnader inom Etapp 2, 3 och 4 kan nås och således utrymmas vid behov. Även föreslagen bebyggelse inom Hängbjörken kan nås.



Figur 16. Antal minuter/timmar där översvämningsdjupet överstiger 25 cm vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 i det framtida scenariot, förutsatt att pumpstationen stannar och inte startas igen. Obs: Sedan simuleringen genomfördes har mindre ändringar gjorts i projekteringen för att minska vattendjupet och säkerställa räddningsväg vid Etapp 4:s kvarter 1 och 2, dessa ändringar är ej med i denna figur.

Utifrån redovisade översvämningsdjup för skyfall, har en plan som visar framkomliga räddningsvägar tagits fram, se Figur 17.

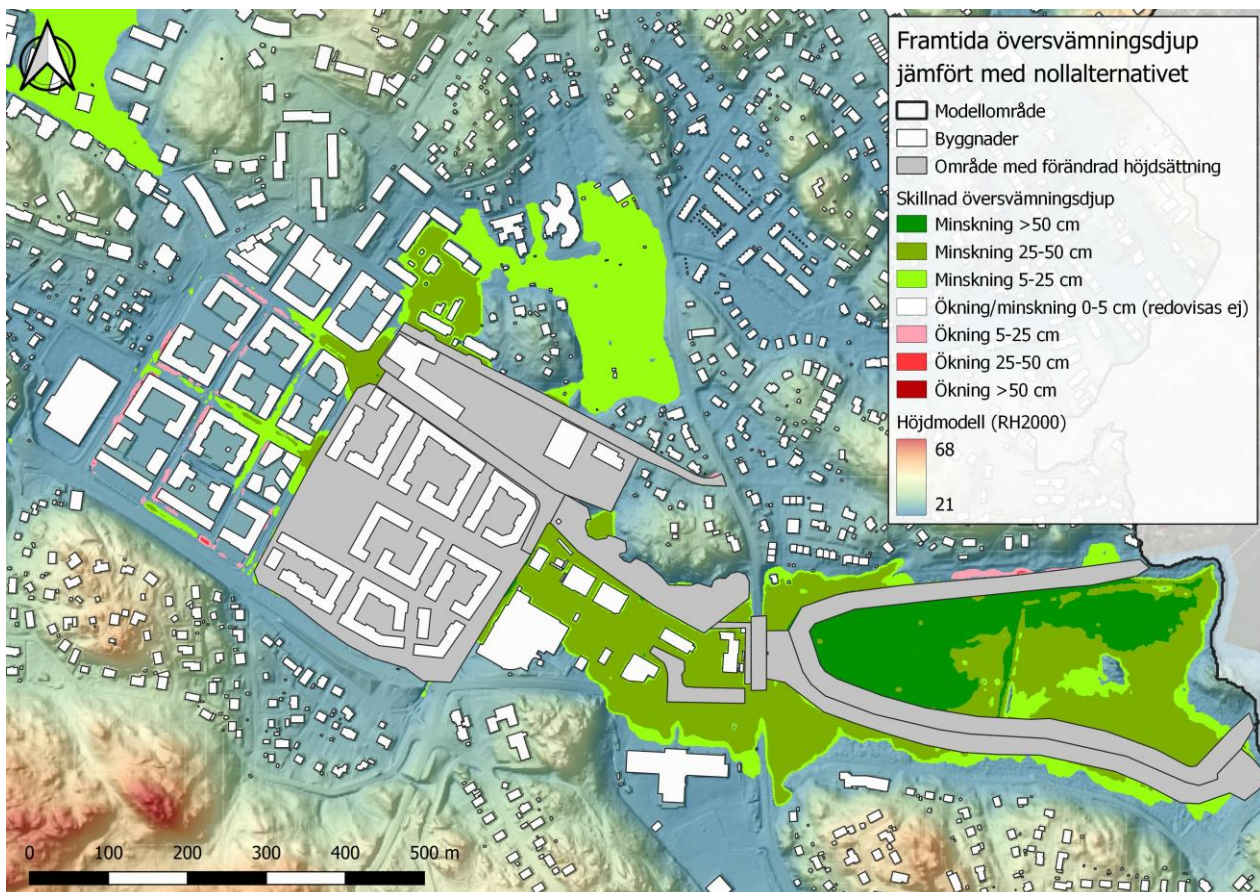
ÅWL Arkitekter, Huddinge kommun Storängen Räddningsvägar 2024-03-05 Skyfall 100-årsregn med klimatfaktor



Figur 17. Räddningsvägar framkomliga vid skyfall (100-årsregn, klimatfaktor 1,25). Källa: ÅWL Arkitekter (2024-03-05) baserat på Rambolls skyfallssimulering av planerad höjdsättning.

3.3.3 Jämförelse

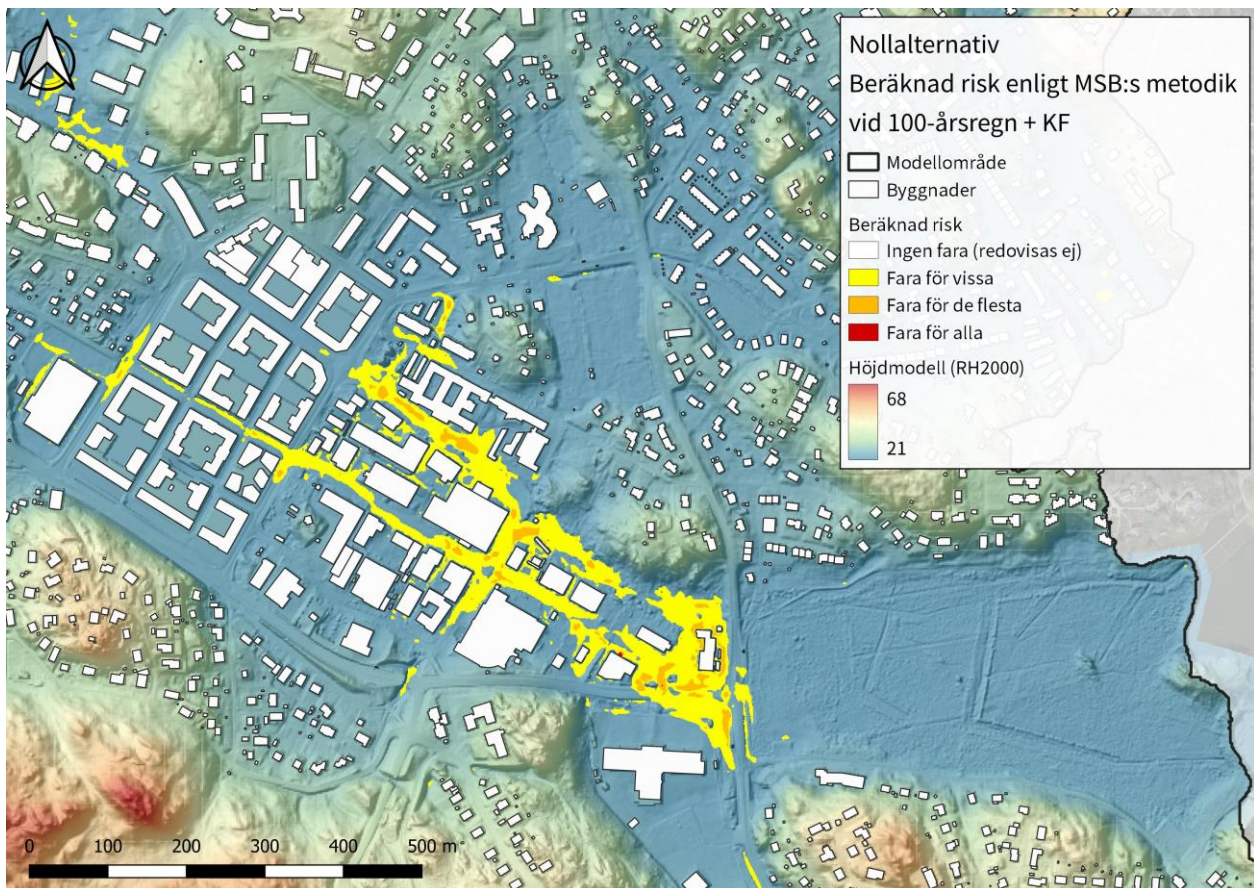
För att säkerställa att planerad exploatering samt skyfallsåtgärderna inte leder till ökade översvämningsdjup inom befintliga områden har de beräknade maximala vattendjupen i nollalternativet och det framtida scenariot jämförts. I Figur 18 redovisas huruvida det framtida scenariot leder till en ökning (röd markering) eller minskning (grön markering) av vattendjup jämfört med nollalternativet. Skillnad i vattendjup inom områden där marknivåer förändras (grå ytor i Figur 18) är inte relevant och redovisas därför inte. Resultatet visar på att den framtida utformningen leder till minskade översvämningsdjup i stora delar av Storängen, vilket är mycket positivt då befintlig bebyggelse idag har en betydande risk för översvämning vid skyfall. Ökade vattennivåer (mellan 5 och 25 cm) kan ses inom Etapp 2 men detta är inte ett problem eftersom Etapp 2 tagit höjd för att Etapp 4 byggs, och planbestämmelser i den etappen säkerställer fortfarande att vattendjupet inte blir kritiskt för den nya bebyggelsen.



Figur 18. Skillnad i vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 mellan nollalternativet och framtida scenario. Framtida minskning av vattendjup redovisas i grönt, medan ökning redovisas i rött.

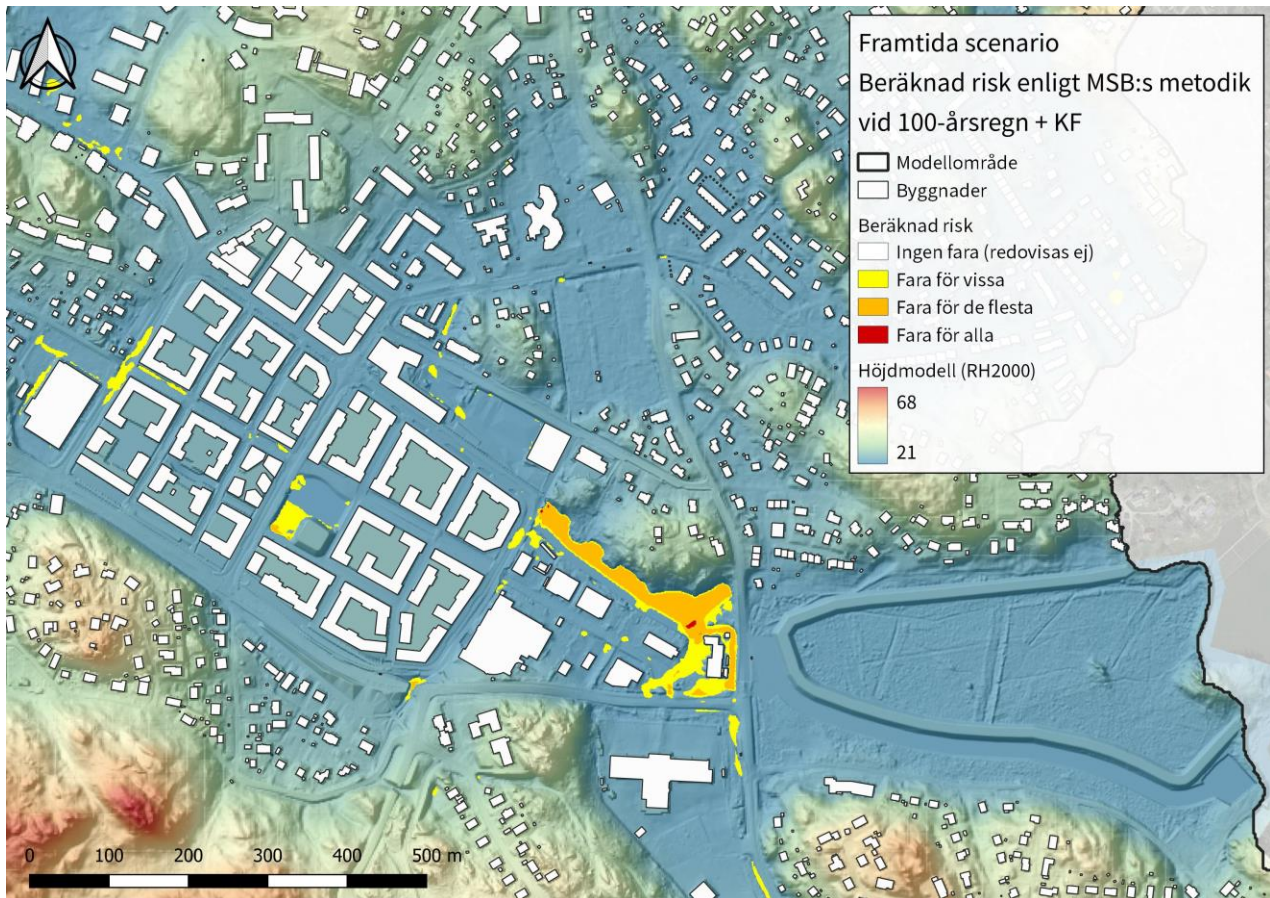
3.3.4 Analys av fara för människors liv

I Figur 19 och Figur 20 redovisas beräknad fara för människors liv för nollalternativet och framtida scenario enligt MSB:s metodik¹³, vilken tar hänsyn till maximala vattendjup och flödes hastigheter. Resultatet visar på att faran minskar i stora delar av Storängen, och att översvämningsrisken i framtiden främst blir koncentrerad till översvämningsytorna inom Etapp 3 och 4.



Figur 19. Beräknad risk (fara för människors liv) enligt MSB:s metodik för nollalternativet.

¹³ Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning (MSB 2019)



Figur 20. Beräknad risk (fara för människors liv) enligt MSB:s metodik för framtida scenario.

3.3.5 Osäkerheter

Några osäkerheter att beakta rörande skyfallsmodellen är som följer.

Modellen är endast en förenklad bild av verkligheten, och hur vattnet flödar vid en skyfallssituation är ett komplext samspel som inte är möjligt att beskriva i detalj. Till exempel finns inget utbyte mellan markytan och ledningsnätet på kvartersmark utan endast längs SVOA:s ledningssträckningar. I verkligheten finns även ett utbyte med brunnar på kvartersmark som är anslutna via serviser till ledningsnätet.

Infiltrationsprocessen styrs av många parametrar och är svår att bedöma utan noggrannare geohydrologiska studier. Det kan därför finnas möjlighet till större infiltration än vad som antagits, men detta får ses som en säkerhetsmarginal.

Valet av regnvaraktighet på 12 h anses rimligt för simulering av 30-årsregn då pumparna bör fungera vid denna återkomsttid (baserat på att SVOA:s åtagande gäller för dimensionerande flöden för ledningsnätet). Vilken regnvaraktighet som är styrande vid större nederbördstillfällen, då det inte kan förväntas att pumparna fungerar, är en osäkerhet som inte har undersökts i detalj för denna utredning. Med en längre varaktighet kommer dock infiltrationen att få större betydelse, samtidigt som sannolikheten för att driftpersonal kan återstarta pumpstationen ökar. Det

bedöms kunna kompensera för de större volymerna som den längre varaktigheten ger, och därför bedöms det inte finnas ett behov av att undersöka längre varaktigheter.

Hur pumpstationen fungerar vid ett skyfallsscenario är omöjligt att förutsäga, och detta har en betydande påverkan på resultaten. Möjliga scenarier är alltifrån att pumpstationen fungerar fullt ut, till att den delvis slås ut (vissa pumpar fungerar och under viss tid), eller att pumpstationen slås ut helt. Det scenario som redovisas här innebär att pumparna fungerar under viss tid av förloppet och bedöms vara konservativt.

Scenarierna förutsätter att 20-årsregn kan ta sig ner till ledningsnätet genom gallerbrunnar. Detta antagande förutsätter att gallerbrunnarna inte sätter igen och att de har kapacitet nog för att klara de flöden som genereras på markytan.

4 Dämnet vid utloppet av Trehörningen

Utredningen i detta kapitel har tagits fram av Björn I M Svensson, BIMS Projektutveckling AB, med kompletteringar från Ramboll och Sweco.

Dämnet vid utloppet av Trehörningen är bestämmande för vattenståndet i Trehörningen vid skyfall/höga flöden, som i sin tur kan påverka vattenståndet i skyfallsleden ut från Storängen.

Nuvarande dämme är gammalt och i behov av renovering (Convia Ingenjorsbyrå AB, 2022). Det bedöms att den tekniska livslängden för dämnet har passerat, men att den faktiska livslängden kan förlängas ytterligare 5 år från idag med kontinuerliga inspektioner och reparationer (upp till 10 år om sponten byts).

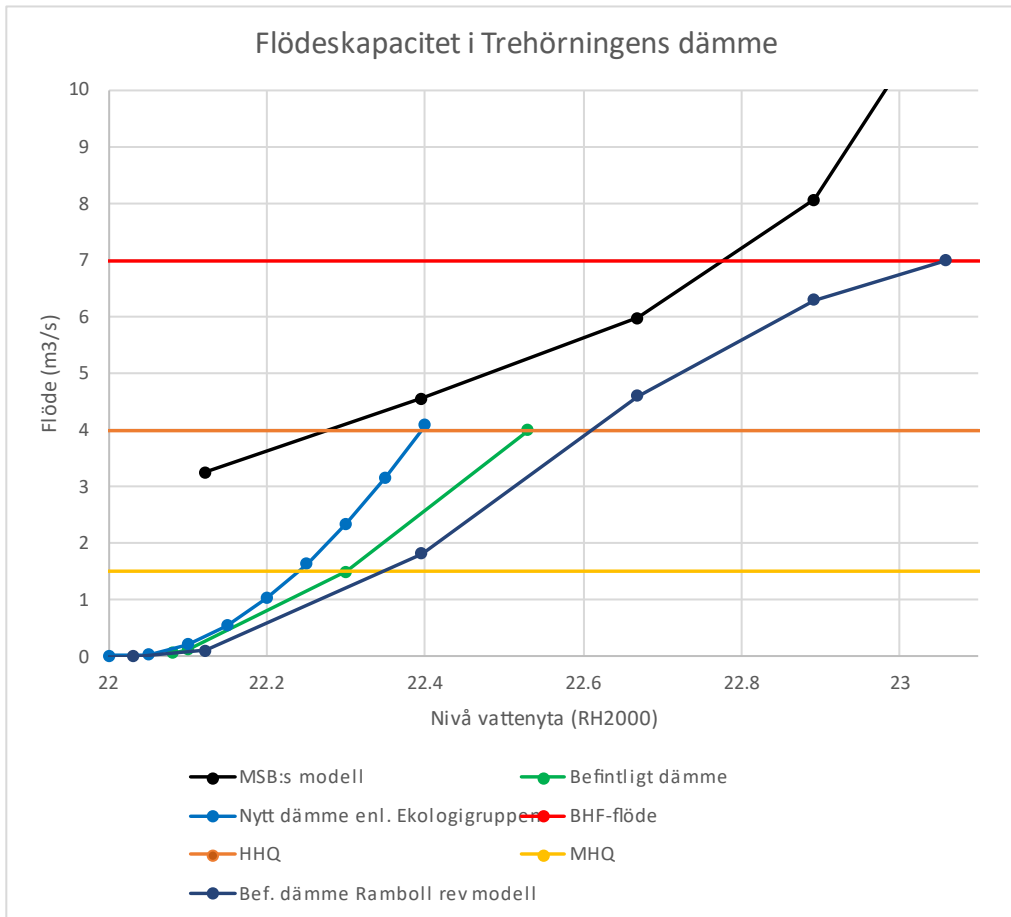
Utredningar har visat att dämnet ej har byggts i enlighet med befintlig vattendom (Sweco, 2022). Bräddutskovets tröskelnivå är +22,03, vilket är i enlighet, men bredden är 6 m istället för 9 m. Luckorna som skall möjliggöra avtappning av Trehörningen vid vårfloed är i dåligt skick, där två av de tre luckorna ej längre kan öppnas.

Enligt vattendomen från 1971 (AD 28/64, 1971-01-14) får Huddinge kommun i tillstånd att i Trehörningens utlopp vid Balingsholm anlägga en regleringsdamm. Dammens bräddutskov ska ha en bredd av 9 m och tröskelnivån +22,03 (omräknat från vattendomens RH00 till dagens höjdsystem RH2000). Regleringen skall normalt utövas så att vattenståndet i Trehörningen hålls mellan +22,03 och +22,13. Vid flödestillfällen skall tillses dels att avtappningen blir så jämn som möjligt, dels att i vad på regleringsdammens skötsel beror, vattenstånden i Trehörningen inte överstiger +22,13. Före vårfloeden är ansökanden skyldig att verkställa förhandstappning genom avsänkning av vattenståndet i Trehörningen, dock lägst till nivån +21,63.

Konsultföretaget Ekologigruppen har för Huddinge kommuns räkning tagit fram ett förslag på hur dämnet kan renoveras och anläggas med en mer naturlig dämning, som även ger möjlighet för fisk att passera dämnet (Ekologigruppen, 2018). Förslaget är mycket positivt för naturmiljön i vattendraget. Hur renoveringen av dämnet ska ske har ännu inte beslutats, men det befintliga dämmets skick gör att renoveringen behöver ske inom 5 år. Ansvaret för underhåll och renovering av dämnet är inte klarlagt, men en diskussion om detta pågår mellan Huddinge kommun och SVOA.

Ombyggnaden av dämnet enligt Ekologigruppens förslag skulle resultera i ett ökat flöde vid en given nivå, se Figur 21. Det innebär att skyfallsdiket i "våtmarken" blir än mer effektivt, eftersom vatten i diket leds till en recipient med ett lägre vattenstånd vid ett givet flöde. Det rekommenderas att påbörja processen (projektering och tillståndsansökan för vattenverksamhet) så snart som möjligt, då ombyggnaden även skulle reducera frekvensen av översvämning av Lännavägen (hur ofta vattennivån kommer att nå +22,30). Ombyggnaden är dock inte nödvändig för att Storängen skall klara av att hantera skyfall eller BHF-flöde.

Som tidigare beskrivits är framtids scenariot för skyfall som redovisats, baserat på det befintliga dämnet. I modellen är luckorna stängda och vatten kan endast rinna över bräddutloppet och över luckorna – vilket gör att utloppets kapacitet inte överskattas.



Figur 21. Flödeskapacitet i Trehörningens dämme som funktion av vattennivå, samt MHQ, HHQ och BHF (värden från MSB samt Ekologigruppen) för Balingsholmsån. Källa: BIMS Projektutveckling AB / Sweco. BHF: Beräknat högsta flöde – det högsta möjliga flödet för ett vattendrag. HHQ: Högsta högvattenföring – det högsta uppmätta eller beräknade flödet. MHQ: Medelhögvattenföring – ett medelvärde av varje års högsta dygnsvattenföring

Efter dämnet vid utloppet av Trehörningen rinner vatten via Balingsholmsån till Ågestasjön. Huddinge kommun har fått tillstånd av Nacka Tingsrätt (dom 2022-09-26) att genomföra åtgärder i Balingsholmsån, som bland annat syftar till att kunna hantera tillfälliga högre flöden (än vad det finns kapacitet för idag). Åtgärderna ska vara utförda inom 5 år efter att domen kommit

5 Högvattenstånd Trehörningen

Enligt Boverkets råd «*Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk*», bör ny sammanhållen bebyggelse placeras över nivån för beräknat högsta flöde (BHF), även om avsteg kan tillåtas i vissa fall. BHF är en mycket extrem händelse med en teoretisk återkomsttid i storleksordning 10 000 år.

Länsstyrelsen i Stockholm har i faktabladet «*Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län*» angivit att:

- Ny sammanhållen bebyggelse samt samhällsfunktioner av betydande vikt behöver placeras ovanför nivån för beräknat högsta flöde.
- Enstaka byggnader av lägre värde behöver placeras ovanför nivån för ett 100-årsflöde

Bedömningen av översvämningsrisker till följd av höga flöden har utförts för 200-årsflöde och BHF.

5.1 Beskrivning av översvämningskaraktär

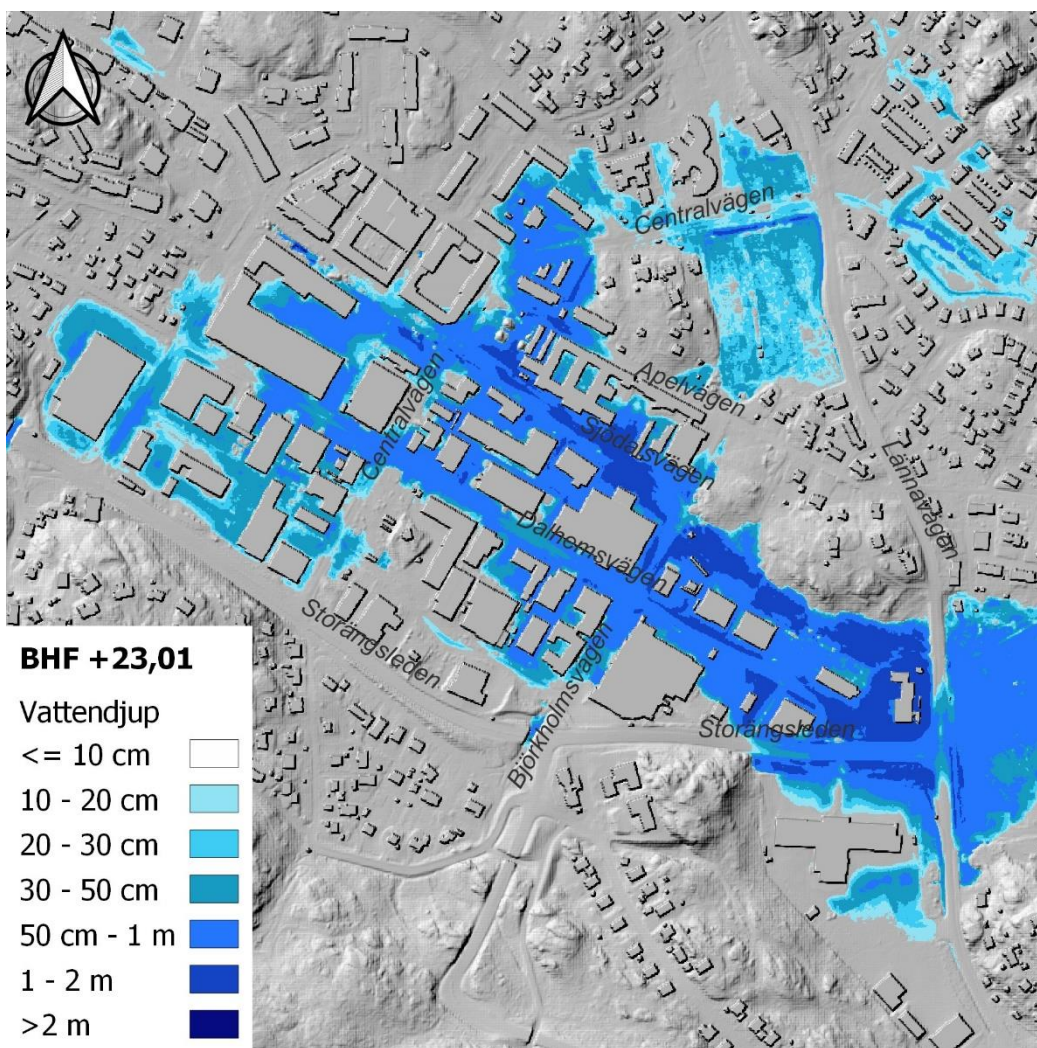
MSB har karterat översvämningsrisk i Tyresån (MSB, 2021). Trehörningen ingår inte i karteringen, utan modellen som togs fram startar med Balingsholmsån vid utloppet av Trehörningen. I karteringen ingår klimatkompenserade flöden med 100 och 200års återkomsttid samt beräknat högsta flöde (BHF).

I stora delar av systemet med sjöarna är vattennivån vid BHF beräknat till +23,70 m, men i Balingsholmsån +23,80 m (Tabell 4). Det är framför allt kulvertar under järnvägen som korsar Forsån som orsakar bakåtdämning i Magelungen och alla uppströms insjöar inklusive Trehörningen. Detta medför stor översvämning i och runt Storängen/Sjödalen.

Vid 100- och 200-årsflöde är beräknade nivåer i Balingsholmsån under dämnets tröskelnivå vid utloppet av Trehörningen. Resultaten för dessa två scenarier bedöms något lågt. Att resultaten bedöms låga grundar sig i att MSB:s modell tycks ha en förenklad beskrivning av Trehörningen och Balingsholmsån, att en högre vattennivå vid antagna flödet sannolikt kan förväntas samt att flödet ut från dämmet är något begränsande. Med anledning av detta har förfinade beräkningar med hänsyn till sjön Trehörningens nivåvariationer vid höga flöden utförts med MSB:s modell (Ramboll, 2023-11-30). Dessa beräkningar visar, i motsats till MSB:s kartering, att en BHF-situation i Magelungen inte ger bakåtdämning hela vägen till Trehörningen. Beräkningarna ger översvämningsnivåer för olika återkomsttider vid sjön Trehörningen (Tabell 4). I Figur 22 visas översvämningsens utbredning vid nivån +23,01 (beräknad BHF i Trehörningen) med dagens höjdsättning. Beräknat högsta flöde förväntas inte att öka med klimatförändringarna, beräkningarna har därför ej klimatjusterats.

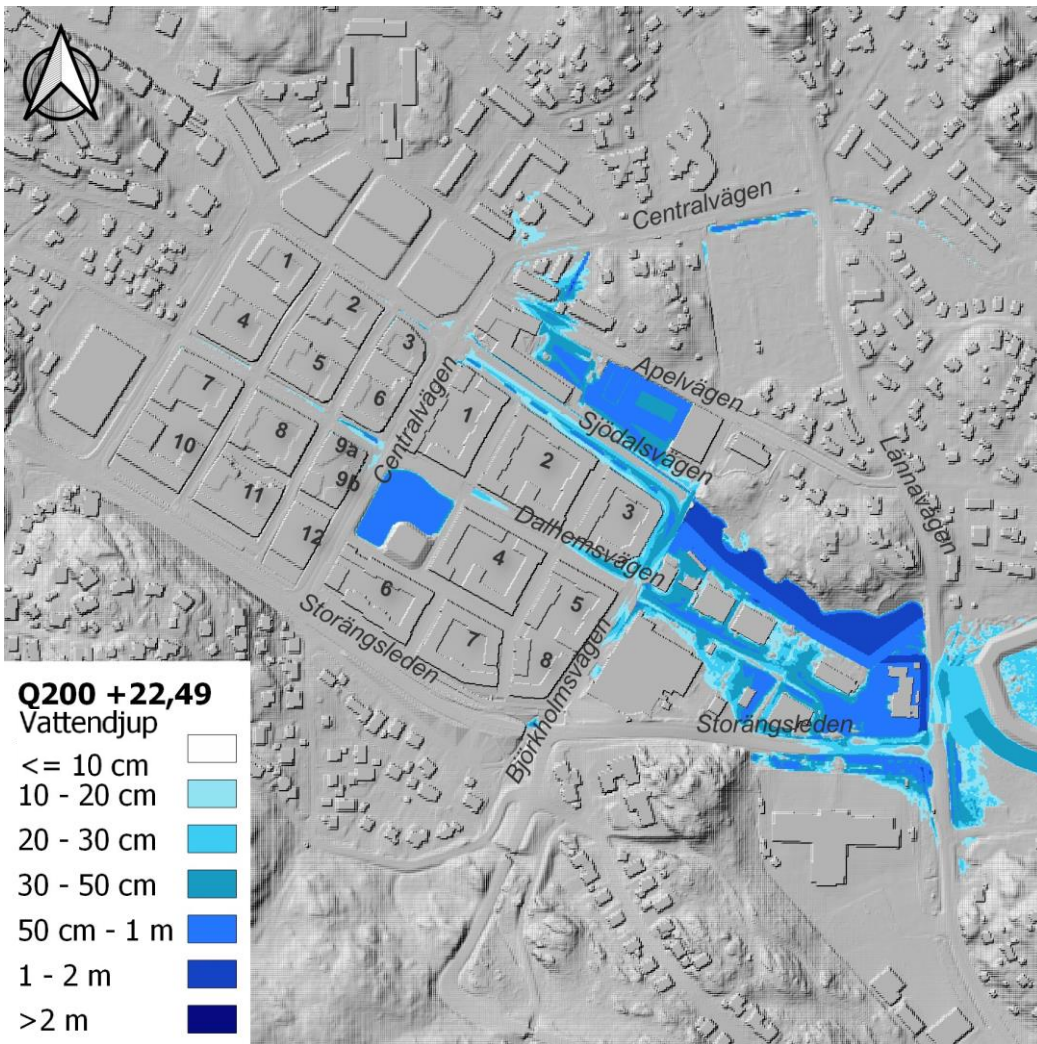
Tabell 4. Beräknade översvämningsnivåer i Trehörningen vid olika återkomsttider (högflöde i vattendrag) enligt «PM Balingsholmsån» av Ramboll (2023-11-30). Beräknad nivå i Balingsholmsån har hämtats uppströms mynningen till Ågestasjön.

Återkomsttid	Beräknad nivå i Balingsholmsån (MSB)	Beräknad nivå i Trehörningen (Ramboll)
100-årsflöde	+ 21,70 m	+ 22,33 m
200-årsflöde	+ 21,80 m	+ 22,49 m
Beräknat högsta flöde	+ 23,80 m	+ 23,01 m

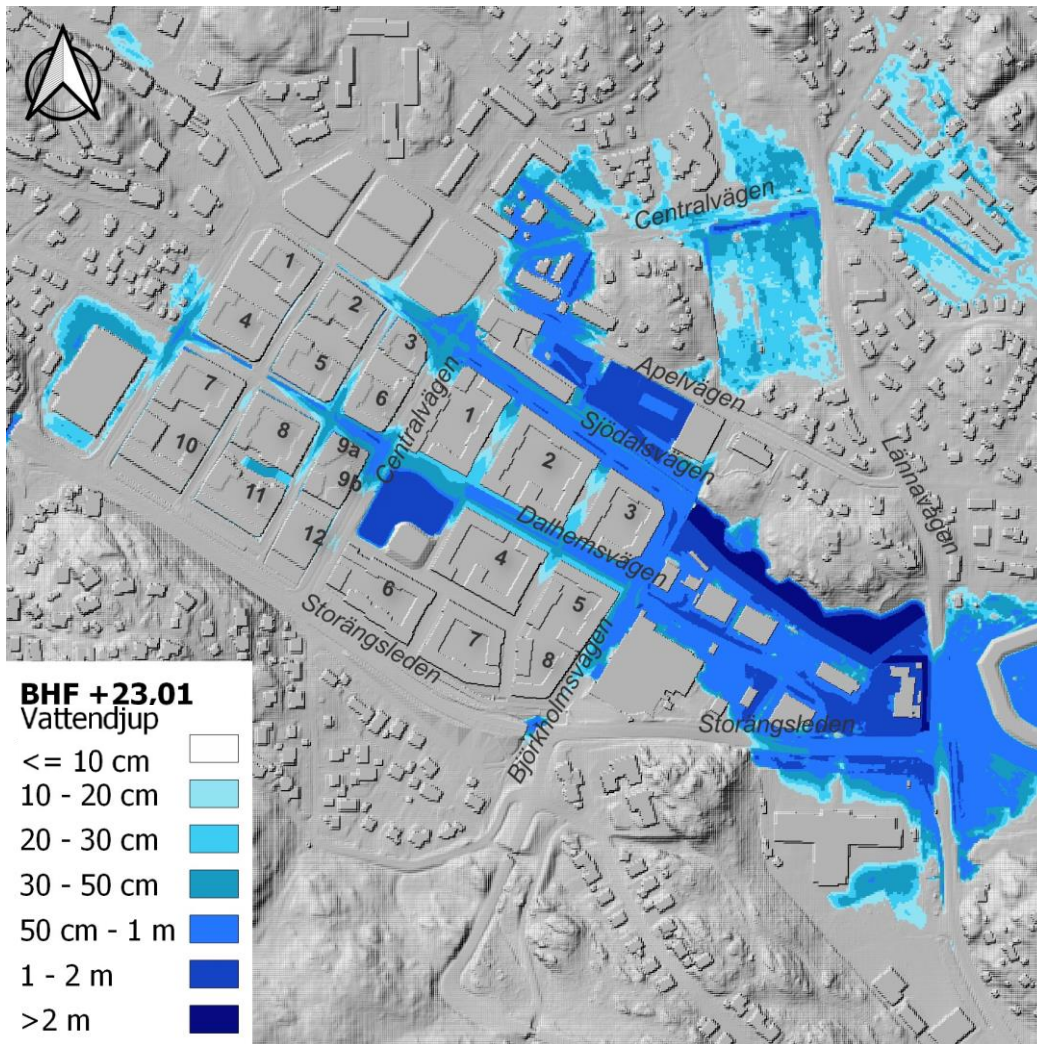


Figur 22. Översvämnung vid beräknad BHF-nivå +23,01 i Trehörningen, med dagens höjdsättning.

I Figur 23 och Figur 24 visas översvämningsdjup vid ett 200-årsflöde i Balingsholmsån (beräknad nivå i Trehörningen +22,49) respektive för BHF (beräknad nivå i Trehörningen +23,01) med planerad höjdsättning inom Storängen.



Figur 23. Vattendjup vid 200-årsflöde i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28, med kompletterad höjning av räddningsvägar söder om kvarter 1 och 2 inom Etapp 4, 2024-03-08). Projekterade höjder inom Hängbjörken (på Centralvägen och angöringsgatan) kommer justeras för att säkra framkomligheten vid BHF, men justeringen är ej med i denna figur.



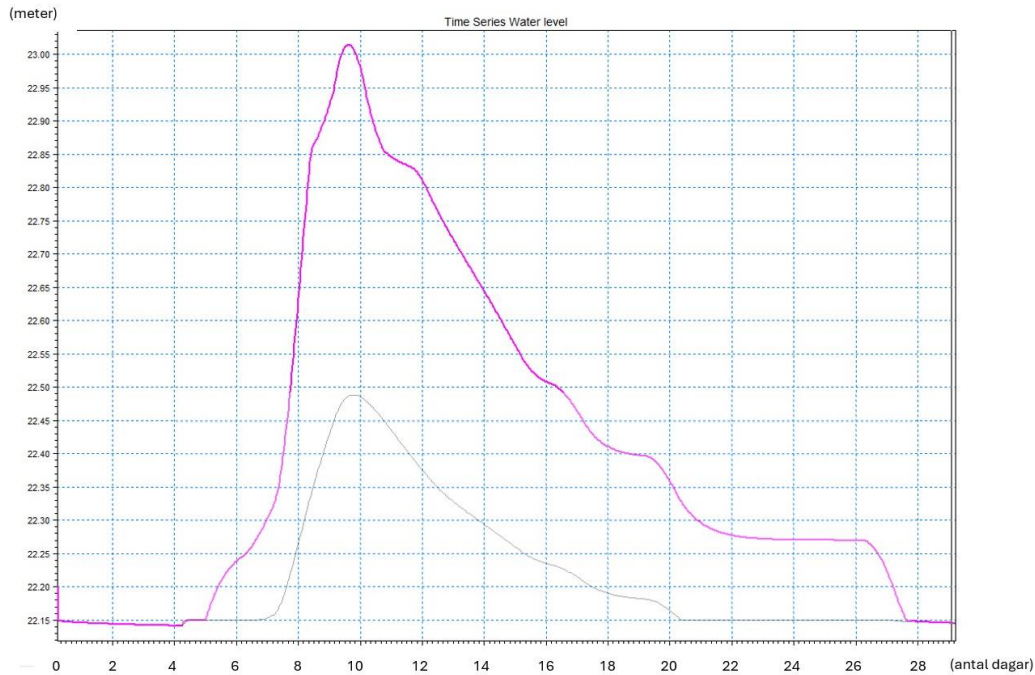
Figur 24. Vattendjup vid BHF i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28 med kompletterad höjning av räddningsvägar söder om kvarter 1 och 2 inom Etapp 4, 2024-03-08). Projekterade höjder inom Hängbjörken (på Centralvägen och angöringsgatan) kommer justeras för att säkra framkomligheten vid BHF, men justeringen är ej med i denna figur.

Det 200-årsflöde som använts i karteringen av Tyresån har beräknats baserat på observationer i närbelägna vattendrag i likartade områden som Tyresån. Flödet har klimatanpassats till förväntade flöden år 2098. (MSB, 2021)

BHF är ett beräknat högsta flöde som baseras på en kombination av alla faktorer som bidrar till ett flöde: regn, snösmältning, fuktmättad mark, fyllda magasin, stegrande temperaturer och dygnslånga regn. Det är relativt långsamma förlopp som gör att sjön stiger till extremnivåer. Risker för höga flöden går att prognostisera och varningar utfärdas då av SMHI. Varaktigheten för en översvämning i Trehörningen vid BHF beror av hur lång tid det tar för vattennivån att stiga och därefter sjunka undan.

5.1.1 Hur snabbt stiger nivån i Trehörningen?

Utifrån den förfinade modellen som beskriver ett teoretiskt översvämningförlopp har ett diagram som visar Trehörningens nivåvariation under förloppet vid ett 200-årsflöde respektive ett BHF-flöde tagits fram, se Figur 25.



Figur 25. Varaktighetsdiagram för 200-årshändelse (grå kurva) och BHF-händelse (lila kurva). Vattennivå (m, RH2000) över tid.

Vid denna teoretiska händelse tar det cirka 9 dygn innan maximal BHF-nivå +23,01 uppnås. Nivån sjunker därefter långsamt tillbaka till normalnivån, enligt kurvan, i takt med att utflödet via dämnet börjar ske snabbare än tillrinningen till Trehörningen.

Ur kurvan går det att utläsa varaktigheten för kritiska vattennivåer.

5.2 Konsekvensanalys

En konsekvensanalys i händelse av ett 200-årsflöde eller en BHF-händelse har utförts för respektive detaljplan med avseende på:

- Liv och hälsa samt byggnader
- Samhällsviktiga verksamheter
- Tillgänglighet
- Miljö
- Kulturarv
- Ras, skred och erosion

5.2.1 Liv och hälsa samt byggnader

För att bedöma risk för fara för människor vid översvämningar studeras vanligen samband mellan översvämningsdjup och hastighet (vilket har använts för att analysera fara för liv vid skyfall i kapitel 3.3.4). Utvärderingen för högvattennivåer har utförts med hänsyn till stillastående vatten. Eftersom händelser som leder till höga nivåer i sjön förväntas ske genom långvariga regn under flera dagar enligt Figur 25, som ger en långsam utbredning av sjön, bedöms risken för att människor överraskas och spolats med vattnet bedöms som låg.

En bedömning av risker för människor och byggnader har utförts med en metod som presenteras i MSB-studien *Riskbedömning av översvämningar: metoder, modeller, data* (MSB, 2022). I Tabell 5 visas en klassificering av risker baserat på vattendjup.






Tabell 5. Bedömning av risker för människor och byggnader. Metod för bedömning hämtad från MSB-studie (MSB, 2022).

Klass	Vattendjup h	Risk
1	$h < 0,5 \text{ m}$	Översvämning av byggnader kan förhindras med enkla åtgärder, risken för människoliv anses som mycket låg.
2	$0,5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$	Påtagliga skador för byggnader, men låg risk för människor om det finns högre våningar.
3	$2 \text{ m} < h < 3 \text{ m}$	Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen kan gå upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
4	$3 \text{ m} < h < 4 \text{ m}$	Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen går upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
5	$h > 4 \text{ m}$	Livsfara. Hög risk för totalskador på byggnader.

I Figur 26 och Figur 27 visas resulterande klasser för risker baserat på vattendjup enligt Tabell 5 vid beräknad 200-årsnivå respektive nivå för BHF i Trehörningen för planerad exploatering. Klassningen tar inte hänsyn till aktuella planbestämmelser utan dessa beaktas i bedömningen för respektive detaljplan i efterföljande stycken.

**Q200 + 22,49**

Vattennivåklasser med risk för människor och byggnadsverk (MSB, 2022)

-  1. Översvämning av byggnader kan förhindras med enkla åtgärder, risken för människoliv anses som mycket låg.
-  2. Påtagliga skador för byggnader, men låg risk för människor om det finns högre våningar.
-  3. Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen kan gå upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
-  4. Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen går upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
-  5. Livsfara. Hög risk för totalskador på byggnader.

Figur 26. Bedömning av risk för människor och byggnadsverk för planförslaget vid 200-årsnivå i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28 med kompletterad höjning av räddningsvägar söder om kvarter 1 och 2 inom Etapp 4, 2024-03-08). Klasserna baseras på vattendjup och tar inte hänsyn till aktuella planbestämmelser utan dessa beaktas i bedömning för respektive detaljplan.



BHF + 23.01

Vattennivåklasser med risk för människor och byggnadsverk (MSB, 2022)

- 1. Översvämning av byggnader kan förhindras med enkla åtgärder, risken för människoliv anses som mycket låg.
- 2. Påtagliga skador för byggnader, men låg risk för människor om det finns högre våningar.
- 3. Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen kan gå upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
- 4. Påtaglig risk för människoliv, då översvämningen går upp till andra våningen. Stora skador på byggnader.
- 5. Livsfara. Hög risk för totalskador på byggnader.

Figur 27. Bedömning av risk för människor och byggnadsverk för planförslaget vid nivån vid BHF i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28 med kompletterad höjning av räddningsvägar söder om kvarter 1 och 2 inom Etapp 4, 2024-03-08). Projekterade höjder inom Hängbjörken (på Centralvägen och angöringsgatan) kommer justeras för att säkra framkomligheten vid BHF, men justeringen är ej med i denna figur.

Etapp 2

Risken för liv och hälsa för människor bedöms som låg inom hela planområdet, med hänsyn till att riskklass 2 som högst erhålls och att samtliga byggnader har flera våningsplaner att förflytta sig till. Gårdar är även upphöjda, vilket medger möjlighet att ta sig mellan husen. Vidare bedöms risken för skador på byggnader som låg i och med föreslagna planbestämmelser att byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd +23,60 m och att färdigt golv för

bostäder ska anordnas till en höjd av minst +23,60 m, som är beläget över BHF-nivån.

Vid såväl 200-årsnivå som BHF påträffas riskklass 1-2 inom Etapp 2. Vid 200-årsflödet uppstår riskklass 2 enbart i en liten lokal ansamling (försumbar) på Dalhemsvägen. Vid BHF uppstår riskklass 2 i lokala ansamlingar på gator.

Etapp 3

Risken för liv och hälsa för människor bedöms som låg inom hela planområdet, med hänsyn till att riskklass 2 som högst erhålls (undantaget inom parkstråket avsedd för skyfallshantering) och att byggnader har flera våningsplan att förflytta sig till. Risken för skador på byggnader bedöms som låg i och med föreslagen planbestämmelse att byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd +23,06 m, som är beläget över BHF-nivån.

Riskklass 1-2 omfattar en skolgård och omkringliggande gator vid både 200-årsflöde och BHF. Översvämningsförloppet vid höga flöden är långsamma och det beräknas ta cirka 9 dygn innan maximal vattennivå vid en BHF-händelse uppnås enligt Figur 25. Likvärdigt händelseförlopp bedöms för ett 200-årsflöde för en lägre maximal vattennivå. I händelse av högvatten bedöms således skolverksamheten vara stängd. Riskklass 3 påträffas vid nivån för BHF enbart i parkstråket, vilket på grund av stora vattendjup innebär en påtaglig risk för människoliv. Det bedöms osannolikt att människor kommer att vistas i parkstråket när området står översvämmat.

Etapp 4

Risken för liv och hälsa för människor bedöms som låg inom hela planområdet, med hänsyn till att riskklass 2 som högst erhålls och att samtliga byggnader har flera våningsplan att förflytta sig till. Gårdar är även upphöjda, vilket medger möjligheten att ta sig mellan byggnader och entréer inom kvarteret. Risken för skador på byggnader bedöms som låg i och med föreslagen planbestämmelse att byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd +23,06 m och att färdigt golv för bostäder ska anordnas till en höjd av minst +23,06 m, som är beläget över BHF-nivån.

Riskklass 1-2 påträffas inom Etapp 4 vid både en 200-årsnivå och en BHF-händelse. Vid 200-årsnivå omfattar riskklass 2 endast en mindre andel av Sjödalsvägen (försumbar) och ett område för planerad skyfallsanläggning. Vid en BHF-händelse berör riskklass 2 Sjödalsvägen samt delar av Björkholmsvägen och Dalhemsvägen.

Hängbjörken m.fl.

Risken för liv och hälsa för människor bedöms som låg inom hela planområdet, med hänsyn till att riskklass 2 som högst erhålls och att byggnader har flera våningsplan att förflytta sig till. Risken för skador på byggnader bedöms som låg i och med föreslagen planbestämmelse att byggnader ska utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten till en höjd +23,06 m, som är beläget över BHF-nivån.

Vid 200-årsnivån påträffas endast riskklass 1 i mindre omfattning inom området, i ett dike utmed områdets nordöstra gräns samt utmed områdets västra gräns.

Vid BHF-nivå påträffas riskklass 1-2 i avgränsade delar av området, utmed områdets nordöstra, sydöstra och västra gräns. Riskklass 2 utgör endast en mindre omfattning i den nordöstra delen (försumbar) och i den västra delen av området.

Karterade riskklasser för bedömning av risk för människor och byggnader inom Hängbjörken m.fl. i Figur 26 och Figur 27 baseras på befintlig höjdsättning, men konsekvensanalys för planen har skett med hänsyn till föreslagna planbestämmelser.

5.2.2 Samhällsviktig verksamhet

MSB har definierat en samhällsviktig verksamhet som en samhällsfunktion av sådan betydelse att ett bortfall av eller en svår störning i funktionen skulle innebära stor risk eller fara för befolkningens liv och hälsa, samhällets funktionalitet eller samhällets grundläggande värden (MSB, 2011).

Etapp 2

Inom planområdet bedöms följande funktioner som samhällsviktiga:

- **Elförsörjning:** Med föreslagen planbestämmelse att byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,60 meter (över nivån för BHF) eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten bedöms inga transformatorstationer vara i risk vid 200-årsflöde eller BHF.
- **Vatten- och avloppsförsörjning:** Inga pumpstationer för dagvatten eller spillvatten planeras inom planområdet.

Övriga verksamheter som bedöms viktiga men inte avgörande för samhällets funktion:

- **Offentlig service:** Inom planen planeras för en förskola (kvarter 5, 7 och 10). I händelse av 200-årsflöde och BHF bedöms verksamheten vara stängd. Det kommer även att finnas högre våningsplan att förflytta sig till, varför risken för människor bedöms låg.
- **Kommersiell service:** Verksamheter/lokaler planeras i bottenvåningar längs Sjödalsvägen och norra delen av Förrådsvägen/blivande Björkebovägen och Centralvägen. Verksamheterna kan komma att påverkas vid BHF, men bedöms vara stängda om händelsen skulle inträffa. Risken för människoliv bedöms låg till följd av att samtliga byggnader har högre våningsplan att förflytta sig till.
- **Kollektivtrafik:** Inom planområdet finns busshållplatser vid Storängsleden och Centralvägen. Framkomligheten för kollektivtrafik beskrivs under kapitel 5.2.3 Tillgänglighet.

Etapp 3

Inom planområdet bedöms följande funktioner som samhällsviktiga:

- **Elförsörjning:** Med föreslagen planbestämmelse att byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter (dvs. över den

beräknade nivå för BHF) eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten bedöms ingen av de två transformatorstationerna vara i risk vid BHF-nivån.

- Vatten- och avloppsförsörjning: En pumpstation för spillvatten planeras inom planområdet utmed Apelvägen. Pumpstationen omges av vatten i sydlig och västlig riktning vid en BHF-händelse. Med föreslagen planbestämmelse att byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter (över nivån för BHF) eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten bedöms pumpstationens funktion säkras vid BHF-nivån. Åtkomst till pumpstation finns via Apelvägen österifrån.

Övriga verksamheter som bedöms viktiga men inte avgörande för samhällets funktion:

- Offentlig service: Inom planen planeras för skola och förskola. Förskolan påverkas inte vid en BHF-händelse. I händelse av 200-årsflöde och BHF bedöms verksamheterna vara stängda. Det kommer även att finnas högre våningsplan att förflytta sig till, varför risken för människor bedöms låg.
- Kommersiell service: Idrottshallen föreslås samnyttjas med föreningar på kvällstid. Dessa verksamheter kommer sannolikt ställas in vid 200-årsflöde och BHF.
- Kollektivtrafik: Inom planområdet finns busshållplatser vid Centralvägen och Lännavägen. Framkomligheten för kollektivtrafik beskrivs under kapitel 5.2.3 Tillgänglighet.

Etapp 4

Inom planområdet bedöms följande funktioner som samhällsviktiga:

- Elförsörjning: Med anledning av föreslagen planbestämmelse att byggnaders tekniska utrustning ska placeras till en höjd av minst +23,06 meter (över nivån för BHF) eller utformas så att de ej skadas vid naturligt översvämmande vatten bedöms ingen av de tre transformatorstationerna inom området påverkas vid 200-årsflöde eller BHF.
- Vatten- och avloppsförsörjning: Inga pumpstationer för dagvatten eller spillvatten planeras inom planområdet.

Övriga verksamheter som bedöms viktiga men inte avgörande för samhällets funktion:

- Offentlig service: Inom planen planeras för två förskolor (kvarter 2 och 4). Vid 200-årsflödet bedöms möjligheten att ta sig till och från byggnaderna vara god. I händelse av en BHF bedöms skolverksamheterna vara stängda. Möjlighet ska ges för LSS boende med sex lägenheter och servicebostäder i kvarter 6, 7 eller 8. Vid 200-årsflödet samt BHF bedöms möjligheten att ta sig till och från byggnaderna vara god.
- Kommersiell service: Verksamheter/lokaler i bottenvåningar planeras inom hela planområdet och ovan bottenvåning i del av planområdet. I kvarter 1 har planerats för en närbutik. Vid 200-årsflödet bedöms inte dessa verksamheter påverkas. Vid BHF är översvämningen omfattande och verksamheterna inom kvarter 1-5 drabbas sannolikt, men utan några svåra

störningar för samhället. Verksamheterna bedöms vara stängda i händelse av BHF.

- Kollektivtrafik: Inom planområdet finns busshållplatser vid Storängsleden och Centralvägen. Framkomligheten för kollektivtrafik beskrivs under kapitel 5.2.3 Tillgänglighet.

Hängbjörken m.fl.

Inga funktioner som planeras inom planområdet bedöms som samhällsviktiga.

Inom planområdet bedöms följande verksamheter som viktig men inte avgörande för samhällets funktion:

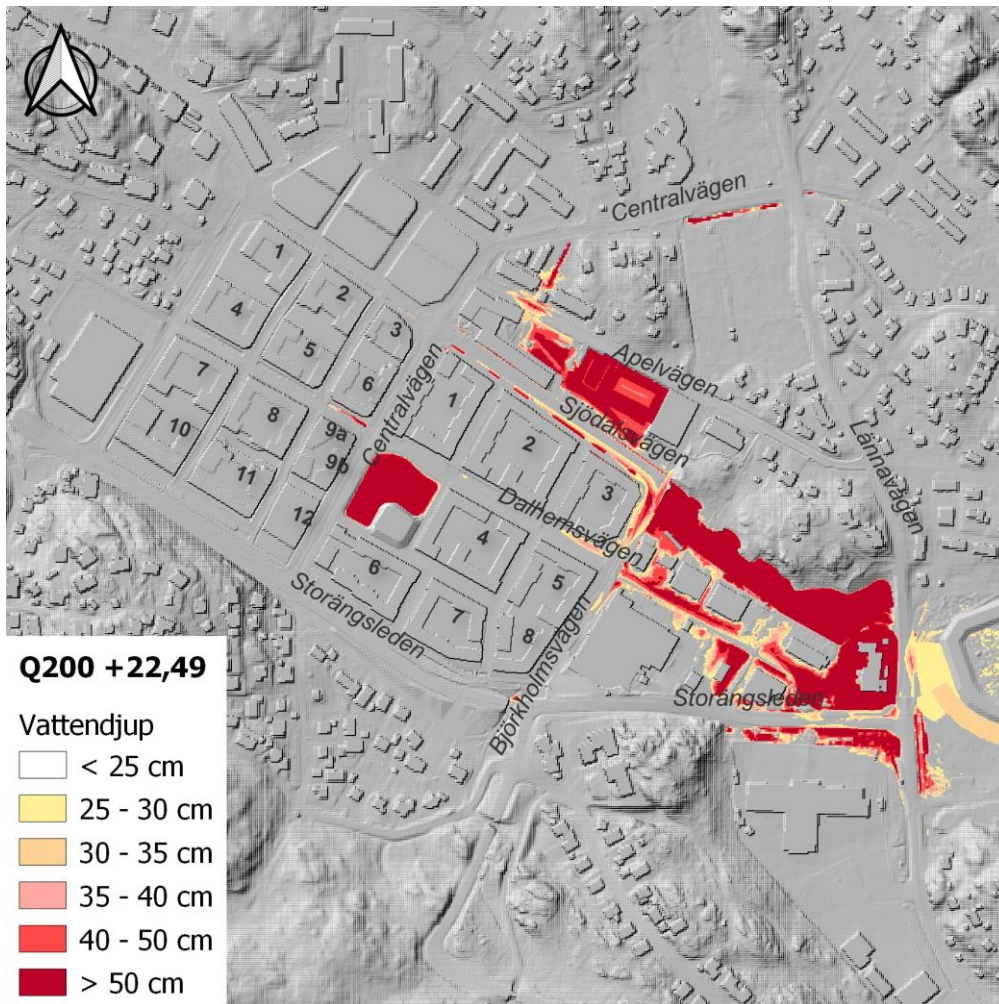
- Offentlig service: Inom planen planeras för en förskola (planens sydöstra del). Förskolan bedöms inte påverkas vid 200-årsflödet eller BHF med anledning av detaljplanens planbestämmelser.

5.2.3 Tillgänglighet

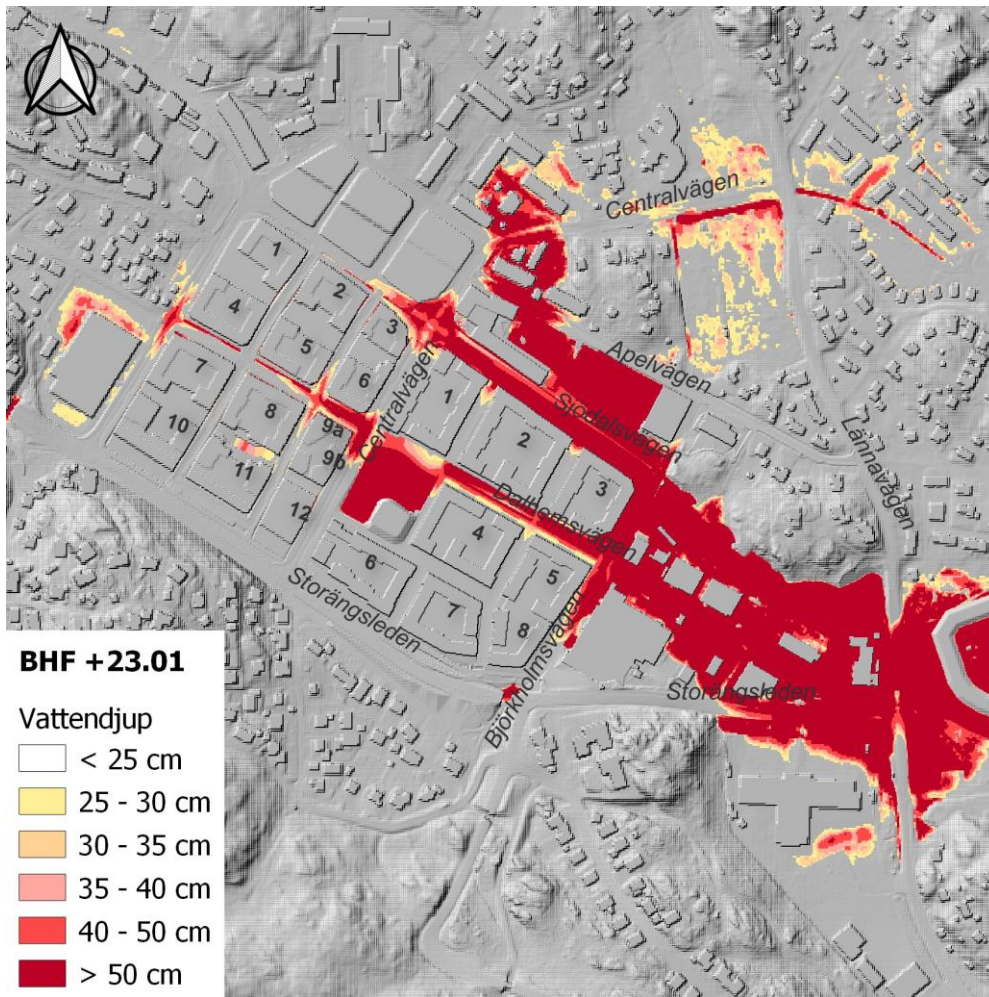
Vid stillastående vatten kan små fordon och ambulans ta sig fram i upp till ca 25 cm djup. Stora utryckningsfordon kan klara upp till 30 cm djup (se kap 1.4).

I Figur 28 och Figur 29 visas de områden som bedöms inte vara tillgängliga utifrån ovan angivna vattendjup för planerad exploatering, för beräknad 200-årsnivå respektive nivån vid BHF i Trehörningen.

I Figur 30 och Figur 31 redovisas räddningsvägar för personbilar, ambulans och räddningstjänst vid ett 200-årsflöde respektive en BHF-händelse i anslutning till Etapp 2, 3 och 4 samt Hängbjörken.



Figur 28. Bedömning av tillgänglighet för planförslaget vid 200-årsnivå i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28). Vattendjup upp till 25 cm bedöms tillgängliga för mindre fordon likt ambulans, medan större utryckningsfordon kan klara upp till 30 cm vattendjup.



Figur 29. Bedömning av tillgänglighet för planförslaget vid nivå vid BHF i Trehörningen och planerad höjdsättning (Waade, 2023-02-15, 2023-12-28 med kompletterad höjning av räddningsvägar söder om kvarter 1 och 2 inom Etapp 4, 2024-03-08). Projekterade höjder inom Hängbjörken (på Centralvägen och angöringsgatan) kommer justeras för att säkra framkomligheten vid BHF, men justeringen är ej med i denna figur. Vattendjup upp till 25 cm bedöms tillgängliga för mindre fordon liksom ambulans, medan större utryckningsfordon kan klara upp till 30 cm vattendjup.

ÅWL Arkitekter, Huddinge kommun Storången Räddningsvägar 2024-03-05 Översvämning Q200



Figur 30. Räddningsvägar vid ett 200-årsflöde. Orange körvägar har maximalt 25 cm vattendjup och är framkomliga för samtliga fordon. (ÅWL Arkitekter, 2024-03-05)

ÅWL Arkitekter, Huddinge kommun Storången Räddningsvägar 2024-03-05 Översvämning BHF



Figur 31. Räddningsvägar vid en BHF-händelse. Orange körvägar har maximalt 25 cm vattendjup och är framkomliga för samtliga fordon. (ÅWL Arkitekter, 2024-03-05)

Etapp 2

Samtliga kvarter bedöms vara åtkomliga vid både 200-årsflöde och BHF för ambulans och räddningstjänst, dvs. det finns tillgängliga körvägar med maximalt vattendjup 25 cm.

På en avgränsad del av Dalhemsvägen påträffas vattendjup upp till 60 cm vid ett 200-årsflöde, vilket inte bedöms påverka framkomligheten på vägen.

Vid BHF översvämmas delar av Dalhemsvägen och Sjödalsvägen med djup som överstiger 0,5 m, vilka inte bedöms vara framkomliga för ambulans eller räddningstjänst.

Planen medger skolverksamhet i kvarter 5,7 och 10, vilka bedöms vara stängda i händelse av en BHF-situation.

Etapp 3

Samtliga kvarter bedöms vara åtkomliga vid både 200-årsflöde och BHF för ambulans och räddningstjänst, dvs. det finns tillgängliga körvägar med maximalt vattendjup 25 cm. På en mindre del av Apelvägen kan vattendjup upp till 50 cm förväntas vid ett 200-årsflöde, men det bedöms inte påverka framkomligheten. På skolgården är vattendjupet från 0,5 m till 1 m djupt. I parkstråket och Sjödalsvägen utmed parkstråket är vattendjupet mellan 1 m och 2 m och bedöms inte vara framkomlig.

Vid BHF är framkomligheten inom planområdet begränsad. Sjödalsvägen, delar av Apelvägen och skolgården översvämmas med vattendjup mellan 1 och 2 m. Parkstråket översvämmas med vattendjup som överstiger 2 m. I händelse av BHF bedöms skolverksamheten vara stängd. Vid planering av skolor ställs krav att det finns flera utrymningsvägar. Vid en BHF-situation finns det en utrymningsväg för skolan via Centralvägen. Förskolan drabbas inte av vattennivåerna vid en BHF-händelse och utrymningsvägar finns via Apelvägen. Eftersom skolverksamhet inte kommer att vara i drift långt innan en BHF-händelse görs bedömningen att placering och utformning av dessa uppfyller tillgänglighetskraven för den planerade verksamheten. Mer specifikt bedöms skolan bara beröras av ett snabbt översvämningsförlopp som kan exempelvis inträffa vid en skyfallshändelse.

Etapp 4

Samtliga kvarter bedöms vara åtkomliga vid både 200-årsflöde och BHF för ambulans och räddningstjänst, dvs. det finns tillgängliga körvägar med maximalt vattendjup 25 cm.

Framkomligheten inom Etapp 4 är god vid ett 200-årsflöde, med undantag för norra delen av Björkholmsvägen med anslutning till Sjödalsvägen där vattendjup över 50 cm påträffas.

Vid BHF är översvämmningen omfattande och framkomligheten inom området kan förväntas vara begränsad. Kvarter 2 och 3 blir omslutna av djup mellan 0,5 och 1 m på Sjödalsvägen och Dalhemsvägen, där de största vattendjupen påträffas i planerat skyfallsstråk. Framkomligheten till kvarter 2 och 3 för ambulans och räddningstjänst

via Dalhemsvägen säkerställs genom en upphöjd gångbana som är 3 meter bred söder om kvarter 2 där vattendjup inte överstiger 25 cm. Gatorna mellan kvarter 1 och 2 samt kvarter 2 och 3 beräknas få vattendjup under 25 cm.

I kvarter 2 och 4 planeras för förskolor. Skolverksamheterna bedöms vara stängda i händelse av en BHF-situation.

Hängbjörken m.fl.

Samtliga kvarter bedöms vara åtkomliga vid både 200-årsflöde och BHF för ambulans och räddningstjänst, dvs. det finns tillgängliga körvägar med maximalt vattendjup 25 cm.

Framkomligheten för området påverkas inte vid ett 200-årsflöde.

Vid BHF påträffas vattendjup upp till 1 m på västra delarna av Centralvägen och Apelvägen. Framkomlighet till området bedöms emellertid finnas på nämnda vägar österifrån. Centralvägen ingår inte inom plangränsen för Hängbjörken men gatan planeras att höjas upp i samband med att ledningar under vägen ska dimensioneras om vilket innebär att gatan blir framkomlig vid översvämning. Höjden och framkomligheten för den planerade angöringsgatan inom planområdet säkerställs genom planbestämmelse.

Förskoleverksamhet medges i planens sydöstra del. Apelvägen från förskolan och österut bedöms vara framkomlig vid ett BHF.

Karterat vattendjup för bedömning av tillgänglighet inom Hängbjörken m.fl. i Figur 28 och Figur 29 baseras på befintlig höjdsättning, men konsekvensanalys för planen har skett med hänsyn till föreslagna planbestämmelser.

Utanför planområdena för Etapp 2, 3 och 4 samt Hängbjörken

Framkomlighet till detaljplanområdena bedöms finnas via väg 259 västerut, Sjödalsvägen västerut och Lännavägen norr- och söderut vid ett 200-årsflöde enligt markerade pilar i Figur 30. Vid en BHF-situation är samma vägar framkomliga, undantaget Lännavägen som endast är framkomlig norrut enligt Figur 31.

Översvämningsproblematik vid högvattensituationen uppstår utanför aktuella planområden sett till omgivningens höjdsättning och inte som en konsekvens av planernas utförande. Del av Lännavägen, del av Storängsleden och Dalhemsvägen påverkas med vattendjup som överstiger 0,2 m vid 200-årsflödet. Översvämningsdrabbade delar av dessa vägar bedöms få begränsad framkomlighet för bil- och kollektivtrafik.

Vid BHF är framkomligheten mycket begränsad på del av Lännavägen, del av Storängsleden, del av Centralvägen, del av Apelvägen och Dalhemsvägen enligt Figur 29. Vattendjupen på dessa gator överstiger 0,5 m, vilket innebär att inte heller större utryckningsfordon kan förväntas ta sig fram på de översvämningsdrabbade delarna av vägarna.

5.2.4 Miljö

Markföroreningar har påträffats inom Etapp 2, 3 och 4 till följd av tidigare verksamheter inom och utanför planområdena. Vid långvarig översvämning kan det finnas risk för urlakning och spridning av föroreningar. I planbestämmelserna för dessa tre detaljplaner anges att startbesked inte får ges för byggnation förrän sanering av markföroreningar eller skyddsåtgärder för markföroreningar har genomförts. Planerad exploatering medför därmed en minskad risk för spridning av föroreningar vid översvämning.

5.2.5 Kulturarv

Inom området för Etapp 2, 3 och 4 samt Hängbjörken finns inga kända kulturhistoriska lämningar eller forn lämningar (Riksantikvarieämbetets WMS-tjänst, 2023-03-21).

5.2.6 Ras, skred och erosion

Eftersom översvämning från Trehörningen antas ske med ett långsamt förlopp bedöms risken för ras, skred och erosion vara låg.

6 Kombinationshändelser

Utöver en skyfallshändelse eller högflödes händelse kan översvämning även ske vid en kombination av händelser som var för sig har lägre återkomsttider än de extremhändelser som är dimensionerande och som har redovisats i ovanstående kapitel. Översvämning kan till exempel ske vid ett mindre kraftigt regn i kombination med högt vattenstånd i Trehörningen.

Nedan beskrivs två situationer som kan uppstå och hur dessa påverkar exploateringsområdet. Observera att en kombination av händelser med olika återkomsttider kan ge en avsevärt längre återkomsttid än vad som är rimligt att planera för.

Vid ett kraftigt regn (med mellan 30 och 100 års återkomsttid) och vattennivå i Trehörningen under +22,33 (100-årsflöde) så är avrinningen på markytan mindre än vid 100-årsregn (klimatjusterat), och vattendjupen i flödesvägarna blir inte lika stora. Skyfallsleden som är utformad för att hantera ett 100-årsregn kommer således kunna transportera ut vatten för en mindre regnhändelse även vid högre nivåer i Trehörningen.

Vid vattennivåer över +22,30 i Trehörningen och regn med mindre än 30 års återkomsttid kommer Lännavägen att vara översvämmad, men den planerade bebyggelsen kan hantera detta. Dagvattenpumpstationen kommer att pumpa ut dagvattnet, avrinningen i dagvattensystemet är lägre än vad systemet dimensioneras för.

Om dämnet byggs om (enligt kap. 0) kommer nivån +22,30 uppstå mer sällan.

Höga nivåer och kraftigt regn kommer sannolikt inte att inträffa samtidigt

Vid ett 100-årsregn (skyfall över Huddinge) beräknas nivån i Trehörningen till +22,40. Om nivån i Trehörningen ska ligga över +22,40 så finns det andra hydrologiska skäl än skyfall, till exempel hög snösmältning under lång tid. Sannolikheten att det då samtidigt inträffar ett väldigt kraftigt regn är mycket liten.

7 Slutsatser

Detaljplanerna för Etapp 2, 3 och 4 och Hängbjörken i Storängen ingår i ett helhetsgrepp för skyfallsåtgärder och översvämningsskydd.

För att säkra mot översvämning vid skyfall har ett flertal konsekvensreducerande åtgärder samt planbestämmelser planerats för att minska översvämningsskadeproblematiken. Med tilltänkta åtgärder så säkras för regn med upp till 100 års återkomsttid:

- planerade byggnader mot översvämning
- framkomlighet för räddningstjänst
- ingen negativ påverkan på omkringliggande områden

För omkringliggande områden sker en betydande förbättring när detaljplanerna med tillhörande skyfallsåtgärder genomförs. Känslig bebyggelse som seniorboenden, som idag riskerar att bli omringade av vatten och att vatten tränger in i byggnaden vid ett 100-årsregn, får en betydligt bättre säkerhetsnivå med framkomliga räddningsvägar och undvikande av skador, vid samma händelse. Risk för liv och hälsa bedöms därmed minska vid planernas genomförande.

För att säkra mot översvämning vid höga nivåer i Trehörningen införs planbestämmelser i alla berörda detaljplaner för att säkerställa att nya byggnader utformas och färdigt golv för bostäder samt teknisk utrustning läggs på en nivå så en BHF-händelse kan hanteras utan att skador sker. Räddningsvägar har analyserats och bedömningen är att räddningsmöjligheter finns för samtliga byggnader inom berörda detaljplaner vid ett BHF-scenario, även om inte alla vägar är framkomliga vid detta scenario.

Referenser

- Andreasson, M., Salomonsson, M., Larsson, M., Karlsson, S., & Alexandersson, H. (2017). Beredningsplanering för Skyfall. Hämtat från Svenskt Vatten Utveckling: https://vav.griffel.net/filer/svu-rapport_2017-03.pdf
- Boverket. (2019). PBL Kunskapsbanken. Hämtat från Planbeskrivning, avtal och miljöbedömning: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/halsa-och-sakerhet-i-detaljplan/planbeskrivning-avtal-och-miljobedomning/>
- Boverket. (2021). Skydd mot störningar. Hämtat från PBL Kunskapsbanken: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/egenskapsbestammelser_/storningar/
- Boverket. (2022). Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk. Hämtat från PBL Kunskapsbanken: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/
- Convia Ingenjörbyrå AB, 2022, *Rapport regleringsdamm Trehörningen, Huddinge kommun*
- Ekologigruppen, 2018, *Utloppsdämme för sjön Trehörningen, Förslag på ny lösning, 2018-07-06, Arbetsversion*
- Huddinge kommun. (2022-04-13). Plankarta med bestämmelser. Samråd. Detaljplan för kvarteren Verkstaden, Hantverket, Tonfisken m.fl. Hämtat från <https://www.huddinge.se/contentassets/8a17e5c55c3f4750b621ba74795150c0/plankarta-verkstaden-mfl.pdf>
- Länsstyrelsen Stockholm. (2017). Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län - med hänsyn till risken för översvämning. Fakta 2017:1. Hämtat från https://catalog.lansstyrelsen.se/store/39/resource/2017__6
- Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län. (2018). Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering. Faktablad 2018:5. Hämtat från https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/L%C3%A4nsstyrelsen-rekommendationer-%C3%B6versv%C3%A4mning-fr%C3%A5n-skyfall_2018.pdf
- MSB. (2011). Ett fungerande samhälle i en föränderlig värld : nationell strategi för skydd av samhällsviktig verksamhet. Hämtat från <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/26083.pdf>
- MSB. (2021). Översvämningskartering utmed Tyresån. Rapport nr; 3, 2013-05-4, rev. 2021-04-30.
- MSB. (2022). Riskbedömning av översvämningar: metoder, modeller, data. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/publikationer/riskbedomning-av-oversvamningar--metoder-modeller-data/>
- Nacka Tingsrätt M 8426-21 Dom 2022-09-26 *Tillstånd vattenverksamhet i Balingsholmsån*

- NVE. (2022). Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. Hämtat från Noregs vassdrags- og energidirektorat:
https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_04.pdf
- Ramboll, 2020, *Skyfallsanalys Kv Fabriken/Förrådet*
- Ramboll, 2022, *Skyfallsanalys Programområde Storängen*
- Ramboll, 2023, *PM Vattennivåberäkningar för högflöden i Balingsholmsån*
- Räddningstjänsten Storgöteborg. (2017-12-07). Planeringsförutsättningar för framkomlighet med räddningstjänstens fordon i vatten i samband med räddningsinsatser. Göteborg.
- Svenska Kraftnät; Energiföretagen Sverige; SveMin & SMHI. (2022). Riktlinjer för dimensionerande flöde. Hämtat från
<https://www.svk.se/sakerhet-och-beredskap/dammsakerhet/flodesdimensionering-klimat/riktlinjer-for-dimensionerande-flode/>
- Sweco, 2022-01-17, *Kortfattad PM angående vattennivåer i Trehörningen samt hydrauliska kommentarer mm (inklusive två bilagor)*
- Södertörns brandförsvarsförbund. (2021). Kommunalt handlingsprogram 2022-2023. Dnr: 2021-000604. Hämtat från
<https://www.sbff.se/globalassets/styrdokument/handlingsprogram-sodertorns-brandforsvarsforbund-2022-2023.pdf>
- Södertörns brandförsvarsförbund. (2021-11-23). PM Framkomlighet och utrymning med hjälp av räddningstjänsten
- Tyréns (2021-03-15). *Dagvattenutredning Hängbjörken 1-7, Asken 1, Asken 4*
- Vattendomstolens dom 1971-01-14, refererad i Sweco (2022)
- WSP. (2021-10-14). Miljöteknisk markundersökning. Storängen, Etapp 4, Huddinge kommun. Hämtat från
<https://www.huddinge.se/contentassets/8a17e5c55c3f4750b621ba74795150c0/miljoteknisk-markundersokning.pdf>