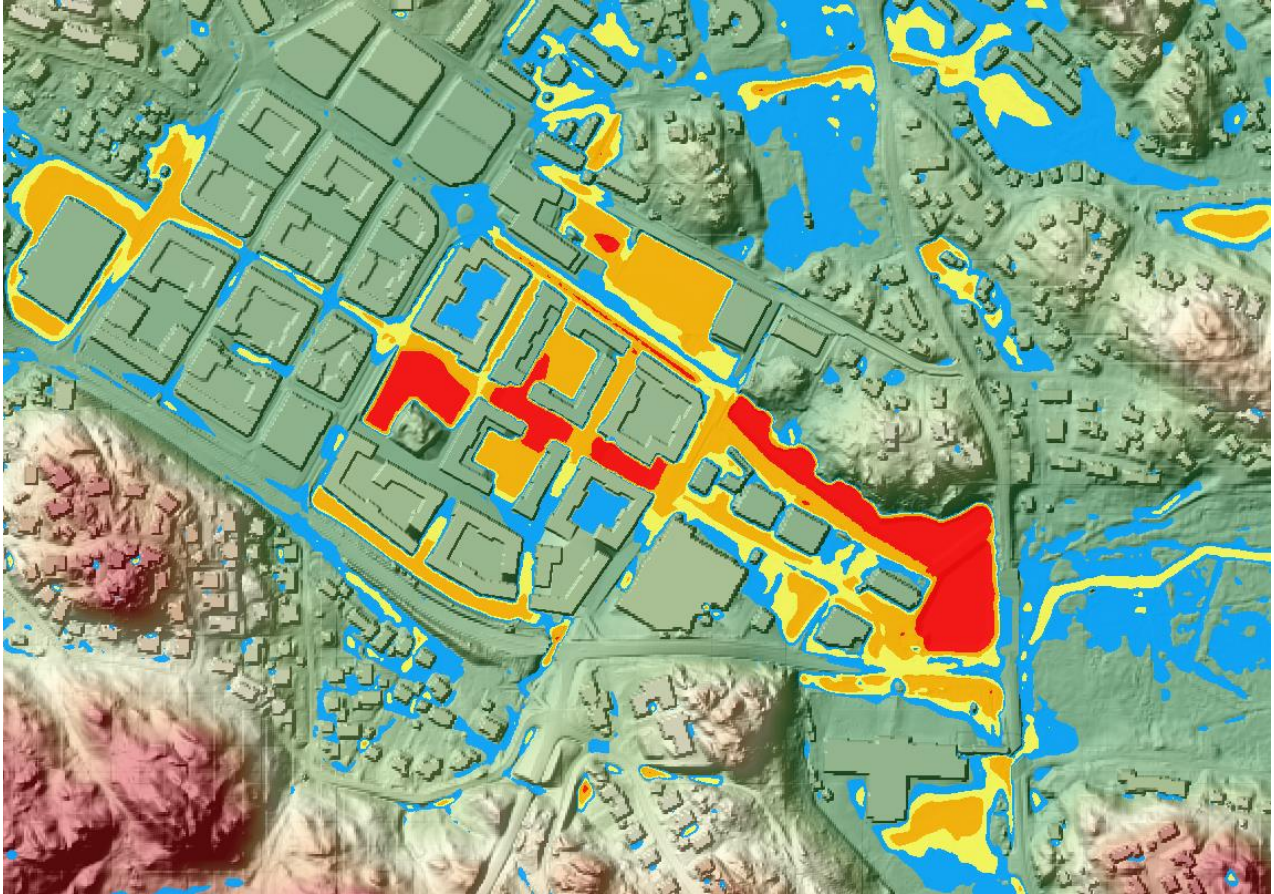




Huddinge Kommun

Skyfallsanalys Programområde Storängen

Stockholm

Skyfallsanalys Storängen

Programområde

Datum 2022-02-01
Uppdragsnummer 1320047908
Utgåva/Status

Bo-Göran Bäckfors
Uppdragsledare

Anton Blomqvist/Robert Elfving
Handläggare

Sara Karlsson
Granskare

Sammanfattning

Utredningen redovisar åtgärder för hantering av skyfallsflöden (100-årsregn med klimatpåslag) med målet att möjliggöra planerade exploateringar i Storängen. Åtgärderna har tagits fram iterativt med hjälp av en hydraulisk modell över markyta och VA-ledningsnät för dagvatten. Huvudförslaget innebär att skyfallsstråk från Storängen hela vägen till sjön Trehörningen säkras, samt att viss fördröjningsvolym skapas inom Storängen. Det förutsätts i detta huvudförslag att SVOA bygger om sitt dagvattensystem i området så det klarar ett 30-årsregn utan att marköversvämning sker, samt att SVOA har en utjämningsvolym innan sin pumpstation på cirka 5000 m³. Det förutsätts också att SVOA klarar sitt åtagande men inte mer, dvs. pumpstationen hanterar flöden upp till 30-årsregn (med nämnda fördröjning) men att pumpstationen sedan antas vara ur funktion, och all ytterligare avledning behöver ske yttledes mot Trehörningen eller magasineras.

Detta innebär att den nya bebyggelsen behöver anpassas vad gäller utformning av byggnader samt säkra räddningsvägar som klarar den vattennivå som beräknas stå i området vid ett skyfall. Huvudförslaget omfattar bland annat åtgärder i form av fördröjning inom parkstråket Aspen, breddning av Lännavägens tröskel på +22,50 m, diken genom "våtmarken" öster om Lännavägen, samt omledning av flöde från Balingsnäs direkt till "våtmarken". Åtgärderna tillsammans med utformningen av framtida exploateringar innebär att nedre delarna (områden vid Etapp 4-5 och Parkstråket Aspen) av Storängen vid skyfall beräknas få en stående vattennivå på +22,65, medan andra åtgärdsscenarioer som simulerats ger andra vattennivåer. I övre delarna (Etapp 1-3) av Storängen varierar vattennivån, upp till cirka +23.35 vid Björkebovägen och +23.48 i sydligaste delen av Fabriken/Förrådet (vid Storängsleden), dessa nivåer högre upp i systemet påverkas dock inte lika mycket av åtgärderna som föreslås.

Utredningen tar också upp frågan kring Trehörningens nivåer som kan bli styrande för exploateringarna: dels högvattenstånd i sjön i sig (som riskerar att dämma bakåt upp till exploateringsområdet), dels ett medelhögt vattenstånd (som kan bli begränsande för avledning av skyfallsflöden mot sjön). Denna fråga är inte färdigutredd.

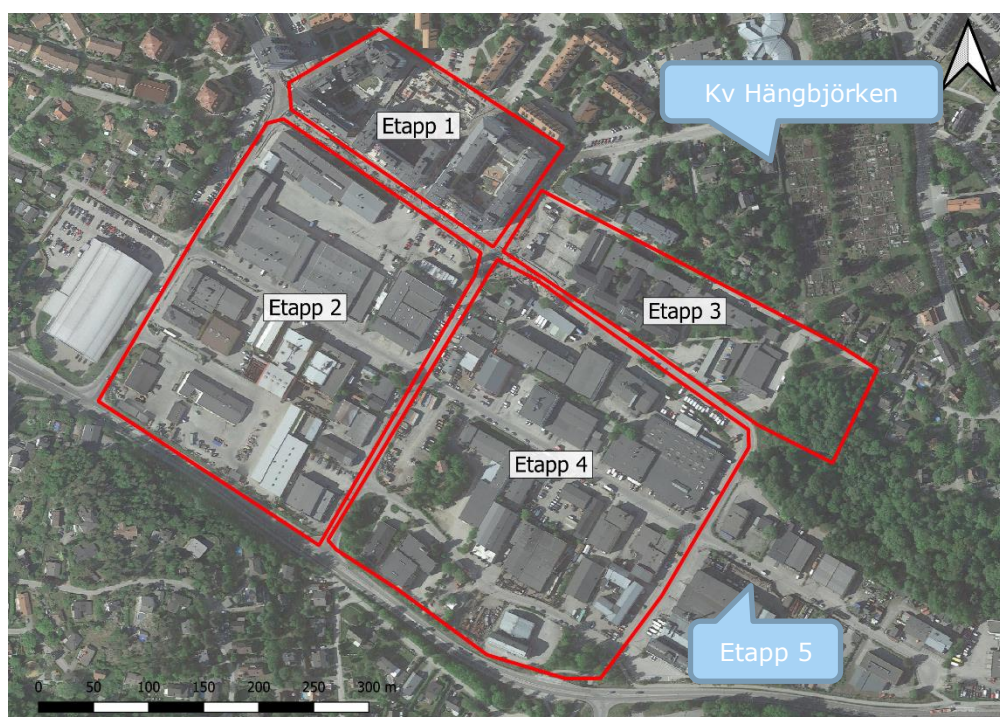
Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
1.1	Syfte	4
1.2	Underlag	4
2.	Målsättning	5
2.1	Skyfall	5
2.2	Vattendrag	6
3.	Modelluppbyggnad	8
3.1	Modelltyp	8
3.2	Koordinat- och höjdsystem	8
3.3	Modellerat område	8
3.4	Höjdmodell	9
3.5	Regn	11
3.6	Infiltration	12
3.7	Markytans råhet	12
3.8	Ledningar	13
3.9	Pumpstation	13
3.10	Dike i ledningsnätsmodellen	14
3.11	Hårdgjorda ytor i ledningsnätsmodellen	14
3.12	Koppling mellan ledningsnät och markyta	16
3.13	Randvillkor	16
4.	Scenarier och resultat	17
4.1	Nollalternativ	17
4.2	Huvudalternativ för åtgärder	17
4.3	Övriga scenarier	20
5.	Osäkerheter	22
6.	Fortsatt arbete	23
6.1	Samverkan med Trehörningens nivå	23
6.2	Åtgärdernas genomförbarhet	23
6.3	Åtgärdernas effekt	23

1. Inledning

1.1 Syfte

Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Huddinge kommun att utreda den framtida översvämningssituationen vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 då stora delar av Storängen är exploaterat. Syftet med uppdraget är att förbättra förutsättningarna för exploatering av de kommande detaljplanerna i största möjliga mån, med åtgärder som är kostnadsmässigt hanterbara, samtidigt som översvämningssrisken inte får öka till oacceptabla nivåer för den befintliga bebyggelsen och de detaljplaner som är i antagandeskedet. Ungefärlig placering av de etapper som ingår i skyfallsanalysen redovisas i Figur 1. Etapp 5 är fortfarande i mycket tidigt skede och i utredningen har åtgärder i form av översvämningssytor inom området utvärderats. Åtgärder inom detaljplanen Hängbjörken 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.



Figur 1. Ungefärlig placering av de etapper som ingår i skyfallsmodellen.

1.2 Underlag

- Rapport Huddinge Södra Dagvattenmodell (Sweco, 2019-07-01)
- PM - Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde, inklusive modellfiler (SVOA/Ramboll Sweden AB, 2021-02-09)
- 210707 Storängen E4 situationsplan.dwg (ÅWL, 2021-07-07)

- Kv Aspen LA central new design.ifc (Total Arkitektur, 2021-08-26)
- 210819_Aspen Alt 2_EkoG.dwg (Ekologigruppen, 2021-08-19)
- Storängen etapp 4_terräng.dwg (ÅWL, 2021-06-30)
- T30-V-001.dwg, Apel- och Sjödalsvägen (Ramboll, 2021-10-08)
- T-30-P-01.dwg, Korsning Storängsleden (Ramboll, 2021-07-02)

2. Målsättning

I detaljplaneskedet kommer respektive plan att behöva redovisa att planen kan genomföras enligt gällande krav och riktlinjer. I förlängningen är detta målsättningen för skyfallsanalysen, men en analys av utformningen av varje detaljplan ingår inte i detta uppdrag. Flera av detaljplanerna är i ett tidigt skede och det finns ingen utformning och höjdsättning att analysera än.

2.1 Skyfall

Detaljplanerna behöver säkerställa dels att den nya bebyggelsen får en skyfallssäker utformning, dels att en översvämningsrisk inte skapas eller förvärras för befintlig bebyggelse utanför planområdet. Länsstyrelsen har följande rekommendationer:

Länsstyrelsen¹ rekommenderar att:

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

Utmaningarna består kortfattat i:

- Grundkonstruktionen behöver vara vattensäker till, eller ligga ovanför, den beräknade vattennivån för skyfall vid en 100-årshändelse (med klimatpåslag).
- Byggnaderna för bostäder, skola m.m. behöver få en säker räddningsväg som är framkomlig även i en skyfallssituation. Räddningstjänsten har meddelat att gator/körbanor med vattendjup över 30 cm inte anses som framkomliga.

¹ Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall (Fakta 2018:5), Länsstyrelsen i Stockholms län och Länsstyrelsen i Västra Götalands län

- Befintliga flödesvägars funktion behöver ersättas genom att skapa en ny flödesväg eller på annat sätt.
- Volymen i lågpunkter kan behöva behållas eller utökas.

Med skyfall avses här ett 100-årsregn med 25 % klimatpåslag.

2.2

Vattendrag

Den nya bebyggelsen behöver dessutom kunna hantera höga vattennivåer i Trehörningen.

Länsstyrelsen har rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag:

Länsstyrelsen² rekommenderar att:

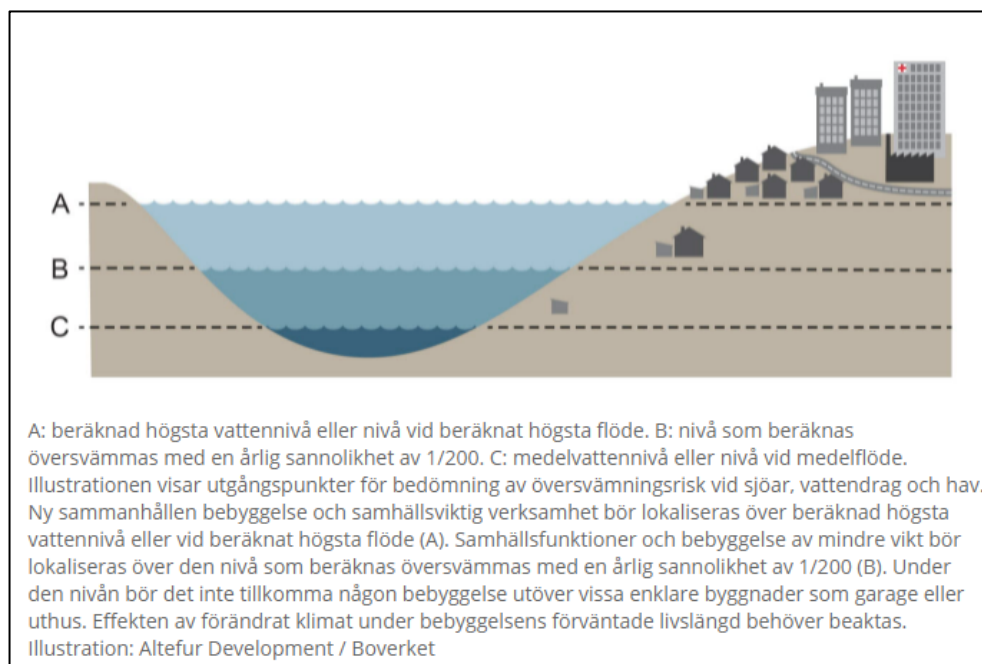
- *Ny sammanhållen bebyggelse samt samhällsfunktioner av betydande vikt behöver placeras ovanför nivån för beräknat högsta flöde.*
- *Enstaka byggnader av lägre värde behöver placeras ovanför nivån för ett 100-årsflöde*

Spannet mellan säkerhetsnivån för "sammanhållen bebyggelse och samhällsfunktioner av betydande vikt" resp "enstaka byggnader av lägre värde" är stort och bebyggelsen i detta område kan eventuellt motsvara "Samhällsfunktioner och bebyggelse av mindre vikt" som är en kategori som inte finns med i Länsstyrelsens rekommendationer, men som enligt Boverkets rekommendationer³ ska placeras ovan nivån för ett flöde med 200 års återkomsttid, se Figur 2.

Grundkonstruktionen behöver utifrån denna tolkning vara vattensäker till, eller ligga ovanför, den beräknade vattennivån i Trehörningen vid en 200-årshändelse (med klimatpåslag).

² Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län (Fakta 2021:2), Länsstyrelsen i Stockholm

³ https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/ (december 2020, inhämtat 2021-12-17)



Figur 2. Planeringsnivåer för vattendrag. Den aktuella bebyggelsen bedöms behöva placeras ovanför nivån B. Källa: Boverket (2020)

För närvarande finns en pågående utredning med ett förslag⁴ på att bygga om utloppsdämmet vid Balingsholm så att dämnet klarar att avbörda större flöden, vilket gör att nivån i sjön Trehörningen inte stiger lika mycket vid högflöden in till sjön. I utkastet till rapport anges att "Utloppsdämnets stora kapacitet medför att även större flöden än 4 m³/s kan släppas förbi utan att sjöns vattennivå stiger mer än några cm över nivån 22,4". 4 m³/s är ett flöde som motsvarar HHQ (50-årsflöde, ev. 100-årsflöde) enligt rapporten. Förutsatt att åtgärden genomförs, beräknas alltså sjön inte kunna stiga mer än till några cm över +22,40. Om detta fortfarande gäller upp till extrema flöden såsom BHF, behöver bekräftas.

Oavsett denna åtgärd, behöver byggnaderna placeras högre än 100-årsnivån för skyfall (se 2.1). Den högsta av de beräknade vattennivåerna för vattendrag respektive skyfall kommer bli styrande. Om +22,40, eller strax däröver, kan anses som högsta vattendragsnivå, så kommer skyfallet bli styrande i princip hela Storängen. En punkt som fortfarande är under utredning, är sjöns förväntade vattennivå under ett skyfall i Storängen. Då Storängen/Fullerstaåns avrinningsområde utgör en stor del (ca 80 %) av Trehörningens tillrinningsområde så kan en hög sjönivå förväntas sammanfalla tidsmässigt med senare delen av ett skyfallsförlopp inom Storängen, dvs. en kombinationseffekt (som inte är med i redovisade scenarier i denna utredning) kan finnas. Åtgärden med dämnet bör dock kunna medföra en lägre nivå i sjön vid skyfall, jämfört med nuvarande situation.

⁴ Utloppsdäme för sjön Trehörningen: Förslag på ny lösning (Huddinge kommun/Ekologigruppen arbetsversion 2018-07-06)

3. Modelluppbyggnad

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

3.1 Modelltyp

Modellen är en tvåvägs-kopplad modell som upprättats i DHI:s⁸ mjukvaruprogram MIKE FLOOD, som tar hänsyn till både den ytliga markavrinningen och den del av avrinningen som ledningsnätet för dagvatten hanterar.

Ledningsnätsmodellen är en hydraulisk 1D-modell som täcker stora delar av SVOA:s befintliga ledningsnät (Fullerstaå-stråket) samt projekterat ledningsnät inom Kv. Fabriken/Förrådet och ett uppdimensionerat huvudstråk genom Storängen, enligt SVOA:s senaste arbetsmaterial. Modellen byggdes ursprungligen upp i DHI:s mjukvaruprogram MIKE URBAN av Sweco på uppdrag av SVOA, och har därefter modifierats av Ramboll Sweden AB 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 Sweden AB.

3.2 Koordinat- och höjdsystem

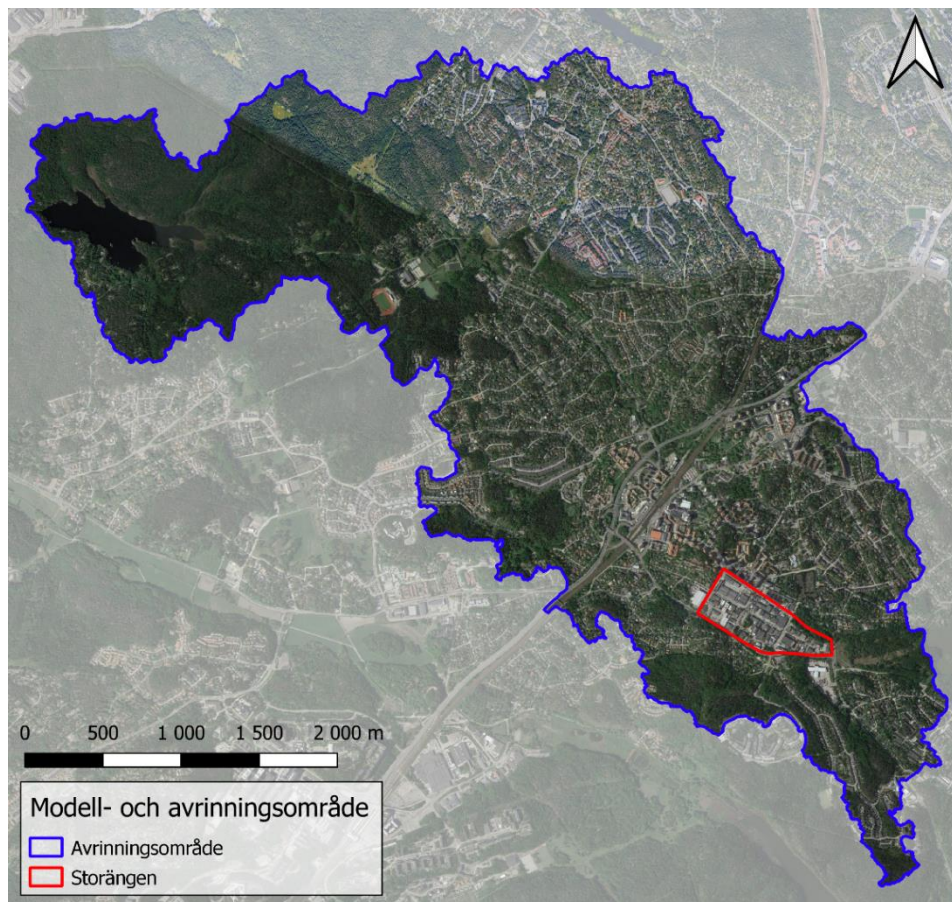
För underlag och arbetsmaterial i denna utredning har koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH2000 använts.

3.3 Modellerat område

I Figur 3 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.

⁸ F d Danish Hydraulic Institute, numera endast DHI (programvaruleverantör)



Figur 3. Modell- och avrinningsområde markerad med blå linje. Storängen ungefärligt markerat med röd linje.

3.4

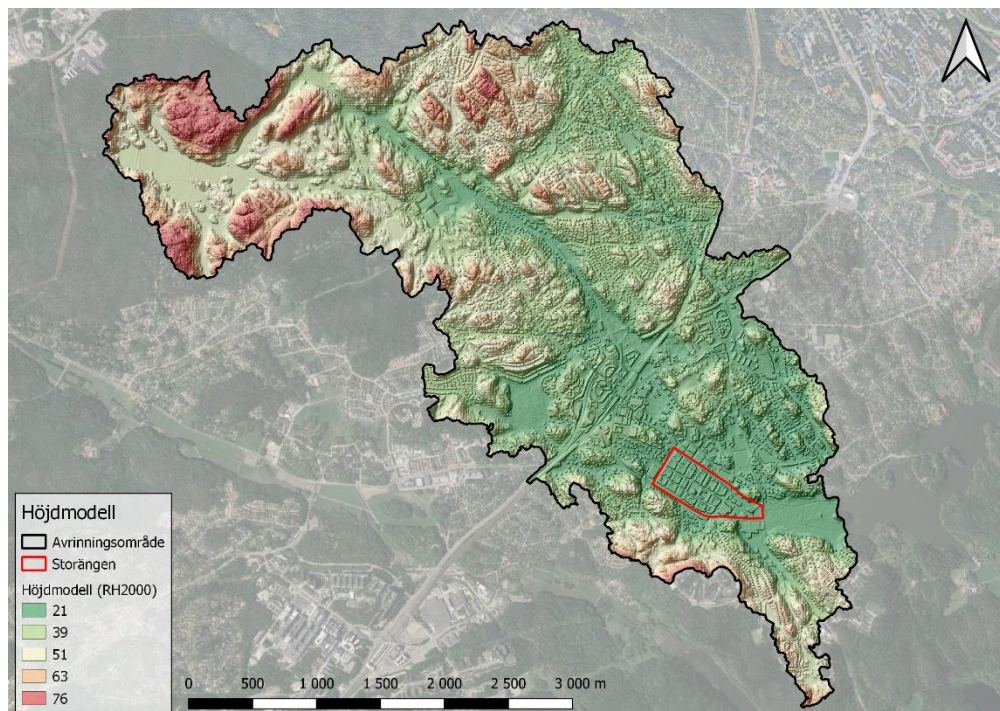
Höjdmodell

Höjdmodellen 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 Kv. Fabriken/Förrådet. För mer information rörande uppbyggnaden av höjdmodellen hänvisas till Rambolls skyfallsanalys⁹ för Etapp 2 samt SVOA:s rapport¹⁰.

Höjdmodellen innehåller i alla scenarier vissa planerade höjdförändringar pga. exploateringar och översvämningsåtgärder. Något "nollalternativ" finns inte simulerat.

⁹ PM Skyfallsanalys Kv. Fabriken/Förrådet (Ramboll/Huddinge kommun 2020-03-10)

¹⁰ Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20)



Figur 4. Höjdmodell som ligger till grund för de olika scenarierna i denna utredning. Storängen ungefärligt markerad med röd linje.

I denna utredning har ytterligare justeringar gjorts i höjdmodellen till följd av förändrade förutsättningar. I tidigare utredning var Sjödalsvägens framtida utformning grovt interpolerad, vilket nu har ersatts med Sjödalsvägens (och Apelvägens) projekterade nivåer och utformning (Ramboll, 2021-10-08). Även Kv Aspen har ersatts med ny utformning vilken tagits fram av Total Arkitektur (2021-08-26), denna utformning är dock under omarbetning.

Inom Parkstråket Aspen har en 3D-modell framtagen av Ekologigruppen ("Alternativ 2", daterad 2021-08-18) lagts in i höjdmodellen. Parkstråket innehåller en översvämningsyta där det aktuella förslaget har en bottennivå på +20,5 m, och en total volym på ca 8500 m³ (baserat på beräkning i SCALGO Live, programhandlingen redovisar 8000 m³) mellan nivån +20,5 m och +21,9 m.

Planerad utformning av Etapp 4 i höjdmodellen baseras på den 3D-modell över området som tagits fram av ÅWL (daterad 2021-06-30). Det bör noteras att utformningen har omarbetats sedan dess och är således inte längre aktuell.

Storängsledens projekterade anslutning/korsning till Dalhemsvägen inom Etapp 5, framtagen av Ramboll (2021-07-02), har inkluderats i höjdmodellen.

Inom kvarteret Tingshuset planeras nya bostäder. Kvarteret ligger i nära anslutning till Kyrkdammen och kan eventuellt ha en viss påverkan på Kyrkdammens tillgängliga magasinsvolym vid skyfall (någon djupare analys har

inte gjorts). Kvarterets framtida utformning och höjder har därför inkluderats grovt i höjdmodellen baserat på plankarta upprättad i februari 2021.

För att förbättra kapaciteten från Storängen, genom "våtmarksområdet" öster om Lännavägen, till Trehörningen har ett dike lagts in i höjdmodellen. Diket har en bredd på 10 m samt bottennivå på +22,13 m, och saknar därmed lutning. Diket är schematiskt inlagt och läget har inte anpassats till t ex geotekniska förhållanden eller den reningsanläggning för dagvatten som planeras inom "våtmarken", dock kan diket ur skyfallssynvinkel förläggas i princip var som helst bara det går "raka vägen" till Trehörningen. För att få ut vatten från diket till Trehörningen representeras utloppet i ledningsnätsmodellen av tre trummor genom "vallen". I praktiken kan andra lösningar bli aktuella, t ex ett öppet dike genom vallen, med eller utan slussfunktion/backventil för att förhindra bakåtströmning vid höga nivåer i sjön.

3.5

Regn

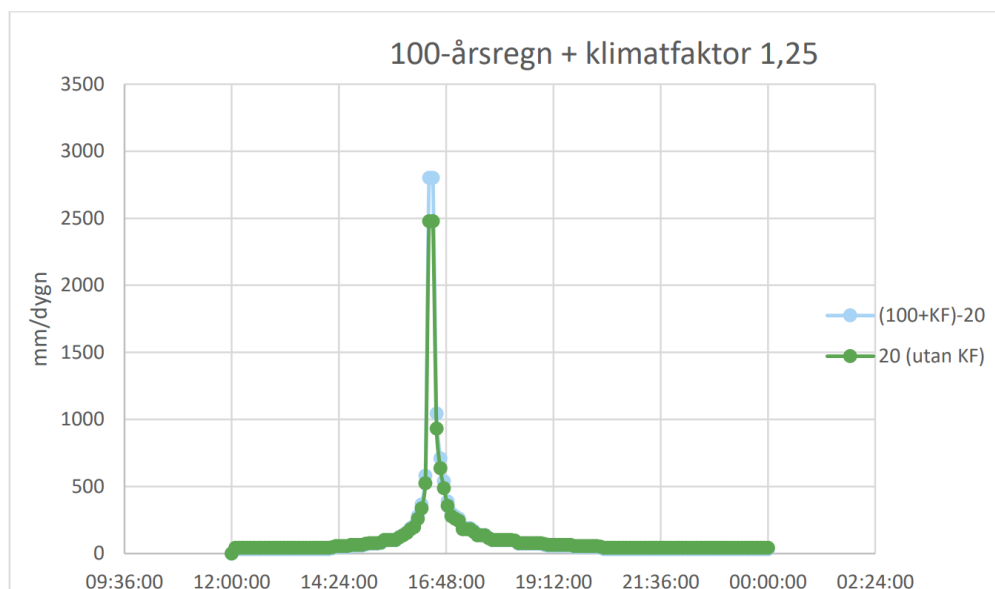
Modellen har belastats med ett 100-årsregn med klimatfaktor (KF) 1,25 i form av ett CDS-regn¹¹ med varaktigheten 12 h och ett centralblock på 10 min.

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. För simulering med 100-årsregn finns dock osäkerheter kring val av regnvaraktighet (se kapitel 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-årsregnet 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 som en säkerhetsmarginal, för att säkerställa att mängden dagvatten som når nätet vid större skyfall inte överskattas. Denna uppdelning mellan ledningsnätsmodell 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

¹¹ 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)

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 5.



Figur 5. Det teoretiska skyfallsregnets fördelning mellan ledningsnät och markyta, samt över tid.

3.6

Infiltration

Hänsyn till infiltration har enbart tagits genom avrinningskoefficienter definierade i ledningsnätetsmodellens "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 en säkerhetsmarginal.

3.7

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., varpå snarlika material har valt som referens.

Tabell 1. 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
Grönytor	15	Medel av högsta och lägsta värde inom kategorin "svämplan"

3.8

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 marköversvämning sker. Det innebär att viss utjämningsvolym behövs innan pumpstationen, den volymen är i redovisade scenarier inte med i ledningsnätmodellen, utan i stället utnyttjas volymer på ytan, t ex en del av Parkstråket Aspen (upp till nivån ca. +21,00, se vidare under avsnitt 4.2).

Hur ledningsnätet är beskrivet i modellen redovisas i SVOA:s rapport¹². Under andra halvan av 2021 har modifieringar i ledningsnätmodellen gjorts som motsvarar SVOA:s planerade utformning för Storängen. Den nya utformningen togs fram av SVOA/Structor (2021-06-23) och inkluderar två dykarledningar inom parkstråket Aspen, samt en ny dagvattenledning över kvarteret Aspen som avleder dagvatten från Hörningsnäs. Ytterligare förändringar i projekteringen har dock skett sedan dess, och modellen speglar därför inte SVOA:s allra senaste förslag. Dessa förändringar är dock små och bedöms ha en försumbar påverkan på skyfallsresultatet.

3.9

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 skärbassängen 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.

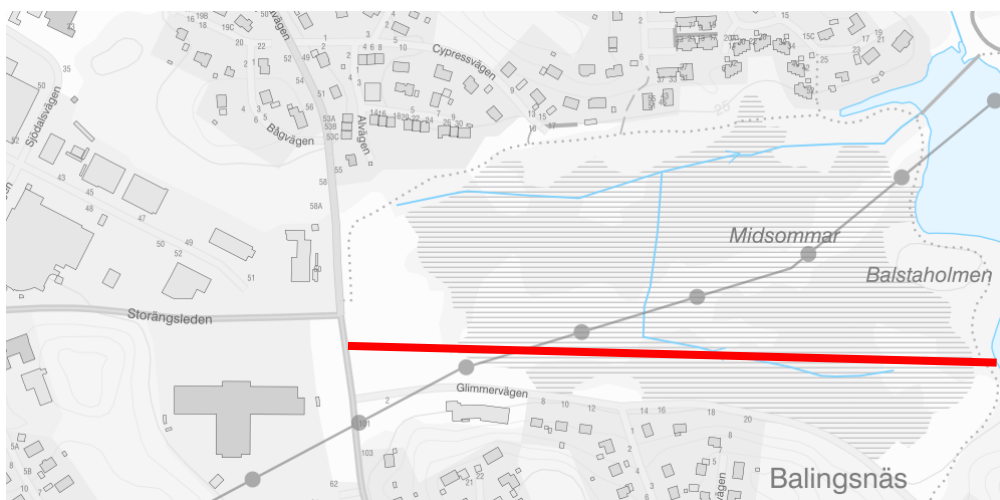
Osäkerheten är stor vad gäller pumpstationens funktion i ett skyfallsscenario. Baserat på erfarenheter, är det inte osannolikt att pumpstationens kapacitet någon gång under förloppet begränsas eller helt upphör, på grund av exempelvis igensättning, pumphaveri eller strömbortfall. Pumparna i AP Invallningen beskrivs därför så att de stängs av då vattennivån når +21,05 m vilket motsvarar den maximala nivån i pumpsumpen 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.

¹² Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20)

3.10

Dike i ledningsnätmodellen

För att analysera effekten av att avleda vatten från Storängen genom "våtmarken" till Trehörningen har ytterligare ett dike, se Figur 6, lagts in i ledningsnätmodellen och kopplats till ytavrinningsmodellen. Detta dike kompletterar av modelltekniska skäl det dike som skapats i höjdmodellen (se avsnitt 3.4) – i praktiken kan det räcka med ett dike, som i så fall kan behöva bli större. En dimensionering av diket/dikena har inte gjorts i detta skede. Diket har i modellen en väl tilltagen bredd på 20 m för att inte vara en flaskhals och för att möjliggöra analys av kapacitetsbehov. I verkligheten behöver diket även vara brett för att kompensera för att djupet är begränsat pga. "våtmarkens" geotekniska förutsättningar, samt Trehörningens vattennivå.



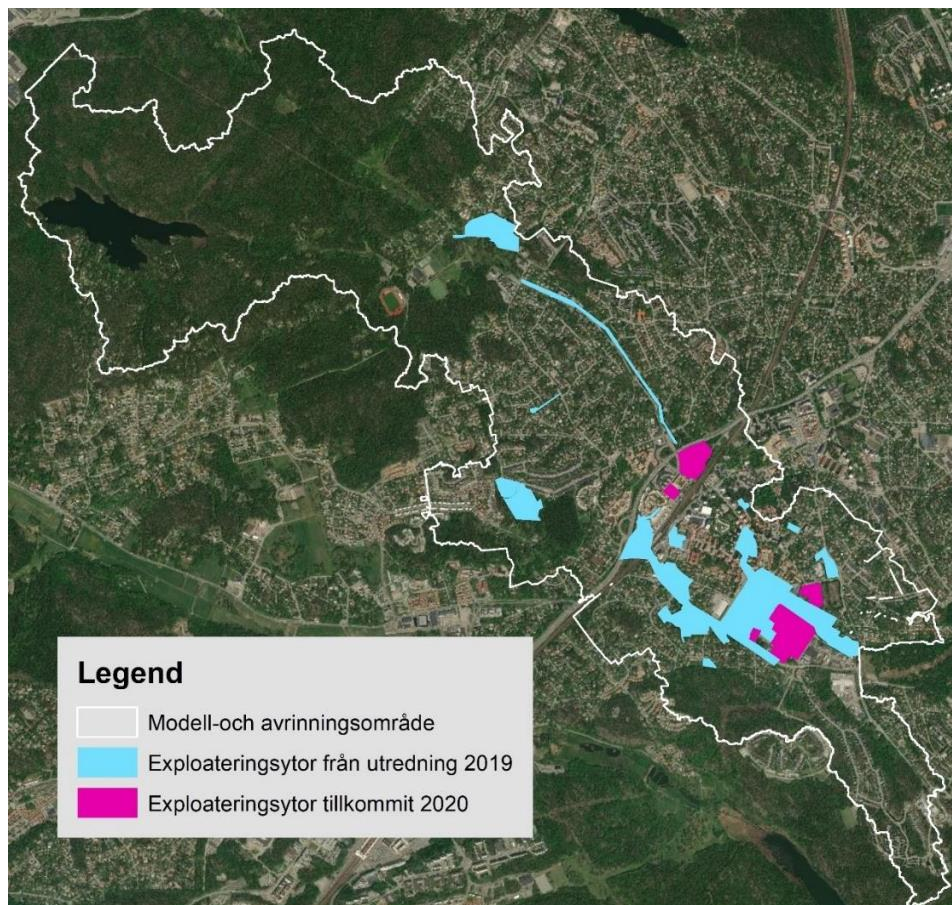
Figur 6. Ungefärligt läge för diket i ledningsnätmodellen markerad med röd linje.

3.11

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 denna utredning redovisas i Figur 7. För mer detaljerad beskrivning av ytorna i ledningsnätmodellen hänvisas till rapporten¹³.

¹³ Åtgärdsutredning för dagvattennät i Storängens industriområde (Ramboll/SVOA 2021-05-20).



Figur 7. Ledningsnätmodellens omfattning (dvs avrinningsområdet till SVOA:s pumpstation AP Invallningen) markerad i vitt. Exploateringsområden från utredning 2019 markerade i blått. Exploateringszoner 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 1¹⁴. 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.

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

Tabell 2. Sammanställning av exploateringsområden som tillkommit eller justerats sedan utredningen 2019 i ledningsnätsmodellen.

Exploateringsområden	Area	Reducerad area
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

3.12 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 ledningsnätsmodellen. 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".

3.13 Randvillkor

I ledningsnätsmodellen finns ett utlopp efter AP Invallningen till sjön Trehörningen där vatten kan lämna modellen. Själva sjön ingår inte i ledningsnätsmodellen. 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 enligt SVOA äger de inte trumman. I utloppen har sjön en vattennivå, "External water level", på +22,13 m (RH2000) enligt den övre gränsen för tillåtet vattenstånd enligt Trehörningens vattendom (1971). Högvattennivå i Trehörningen antas i simulerade scenarier inte inträffa samtidigt som ett skyfall lokalt, men detta behöver utredas ytterligare, i synnerhet då Fullerstaåns avrinningsområde utgör en stor andel av Trehörningens tillrinningsområde, så viss samverkan mellan höglöden i Fullerstaån och Trehörningens nivå kan förväntas. Alla redovisade scenarier baseras dock, i brist på bättre information, på att Trehörningen har vattennivån +22,13. Se även avsnitt 2.2.

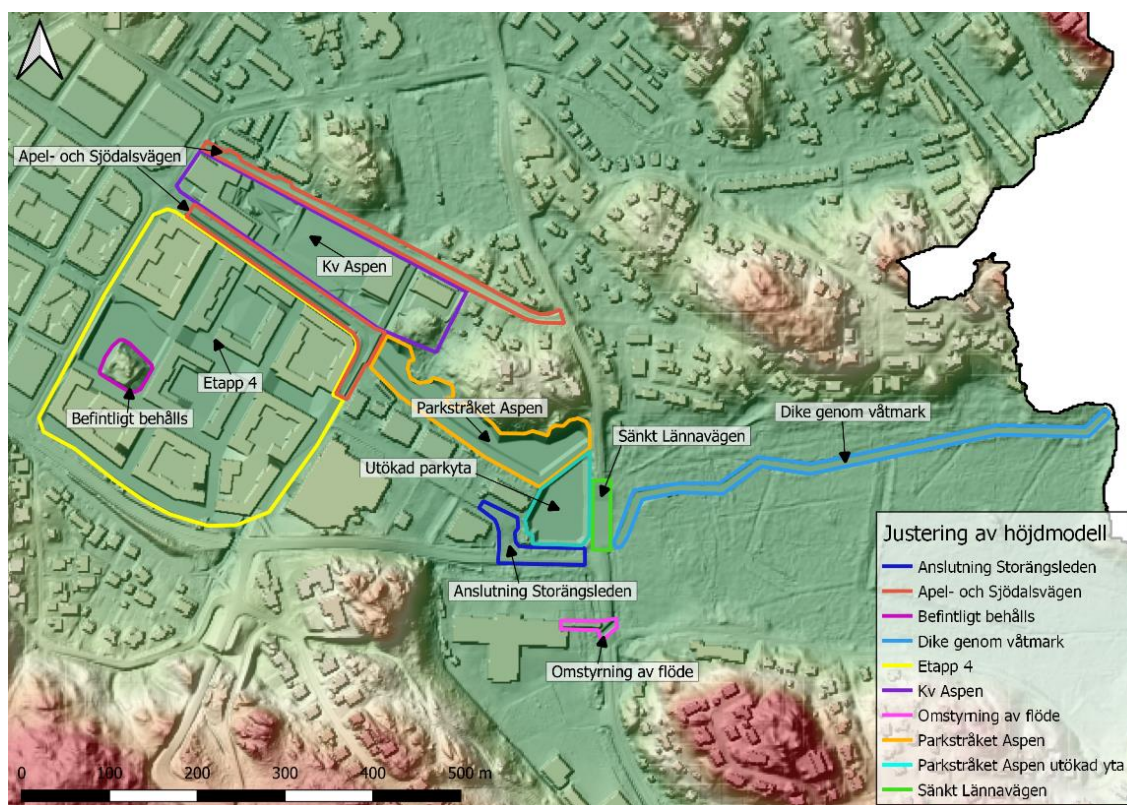
4. Scenarier och resultat

4.1 Nollalternativ

Ett nollalternativ, dvs ett scenario där hela Storängen inte är fullt utbyggt, har inte utretts i denna utredning.

4.2 Huvudalternativ för åtgärder

Huvudalternativet för åtgärder har tagits fram iterativt genom att utreda olika åtgärders effektivitet och samtidigt betrakta den vattennivå som bedöms möjliggöra exploatering av kommande etapper i Storängen även om utmaningar kvarstår vad gäller tillgänglighet, räddningsvägar m.m, i synnerhet för Etapp 5. Scenariot inkluderar diket som presenteras i kapitel 3.10 och samtliga justeringar av höjdmodellen som presenteras i kapitel 3.4, samt ytterligare åtgärder vilka presenteras nedan. En sammanställning av justeringar och åtgärder som arbetats in i höjdmodellen redovisas i Figur 8.

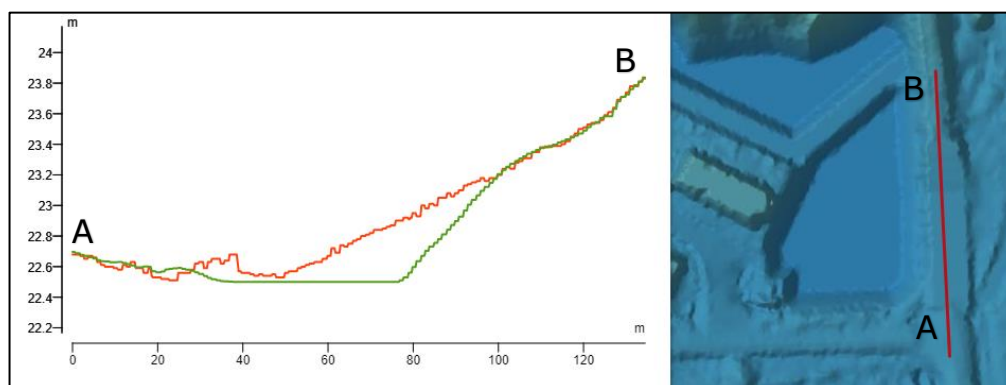


Figur 8. Åtgärder och justeringar av höjdmodellen som inkluderats i huvudalternativet för åtgärder.

Utöver volymen framtagna av Ekologigruppen har volymen inom parkstråket Aspen även utökats av Ramboll genom att sänka av fastigheten Lagret 5 till +20,5 m, med slänter på 1:5 (dvs. en grov höjdsättning, då ingen projektering gjorts av ytan i detta skede). Vid högre vattennivåer kan vatten flöda mellan de två

volymerna som då blir ett kommuniserande kärl, där den totala volymen uppgår till cirka 15 000 m³ mellan +20,5 m och +21,9 m. Cirka 4 500 m³ av den volymen ligger under nivån +21,0, dvs. volymen är något mindre än de cirka 5 000 m³ som SVOA har som en förutsättning. I teorin kan därför SVOA behöva utrymme för ytterligare 500 m³.

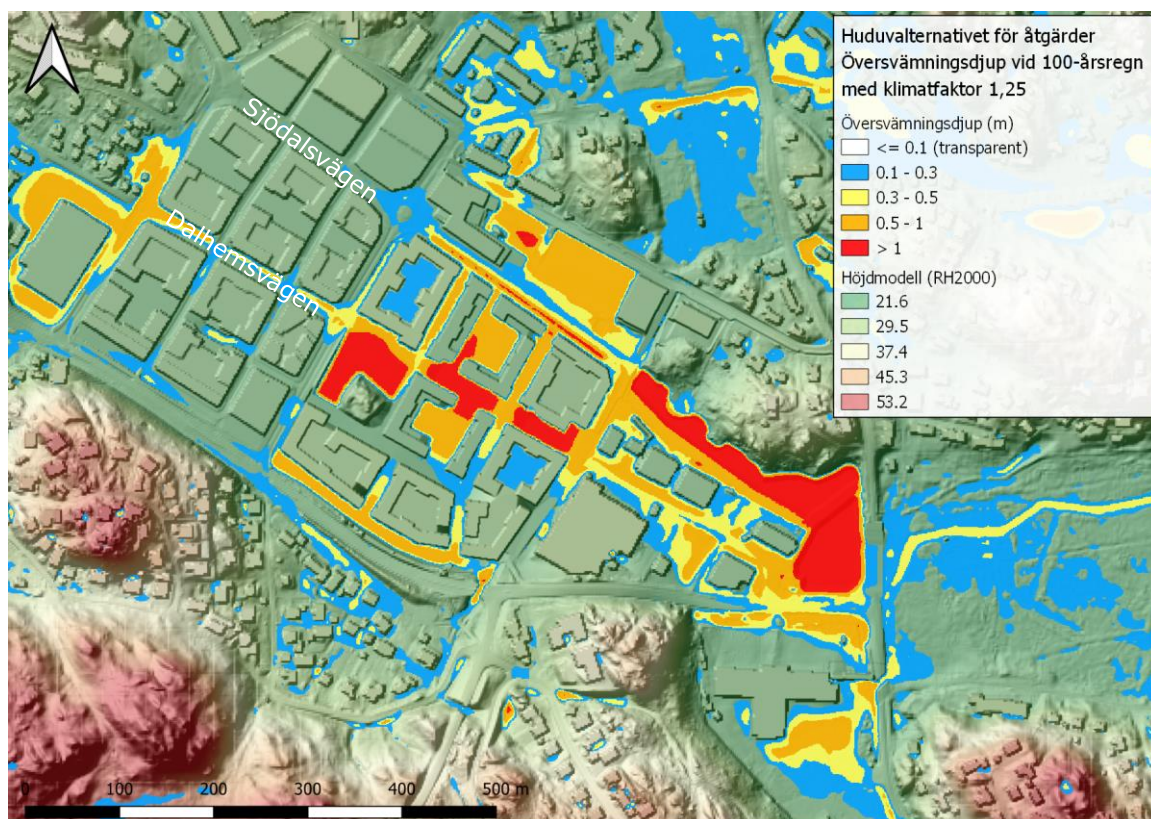
Lännavägens tröskel (+22,5 m) har breddats längs en 40 m lång sträcka i syfte att förbättra flödeskapaciteten från Storängen till "våtmarken" över Lännavägen. En jämförande profil längs med Lännavägens breddade tröskel och befintliga marknivåer redovisas i Figur 9.



Figur 9. Profil längs Lännavägens breddade tröskel (grön linje) och befintliga marknivåer (röd linje)

I dagsläget flödar ett relativt stort flöde från Balingsnäs in till Storängen vid skyfall. För att undvika att detta flöde fyller upp magasinsvolymen i parkstråket Aspen har ett avskärande dike lagts in i höjdmodellen genom Lännavägen för att styra om flödet direkt till "våtmarken" i stället. Omstyrningen av flödet (se Figur 8) är schematiskt inlagd och dess utformning får detaljstuderas i senare skede om åtgärden blir aktuell. Flödet är relativt kortvarigt men under en kort tid större än flödet från Storängen och kan få betydelse vid dimensioneringen av dike(n) genom "våtmarken".

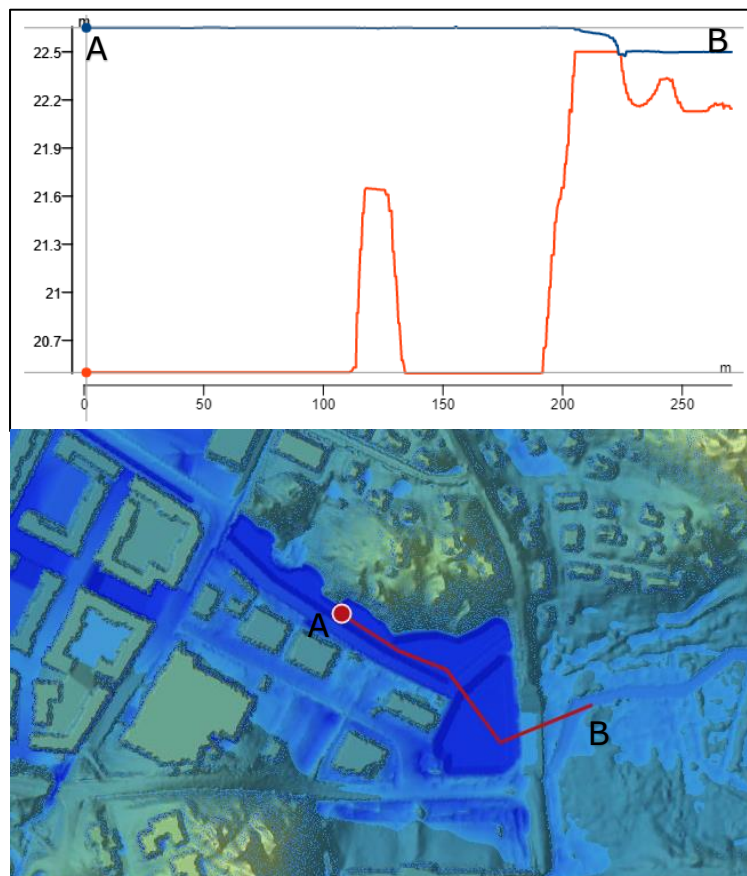
I Figur 10 redovisas maximalt beräknat översvämningsdjup för huvudalternativet vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Inom delar av Storängen bildas en stående vattenyta på cirka +22,65 m vilket innebär vattendjup på upp till 1 m längs delar av Sjödalsvägen och Dalhemsvägen. Inom Etapp 4 syns även vattendjup som överstiger 1 m, men det bör noteras att utformningen av området har förändrats sedan skyfallsanalysen utfördes och är därför inte längre aktuell. I övre delarna (Etapp 1-3) av Storängen varierar vattennivån, upp till cirka +23.35 vid Björkebovägen och +23.48 i sydligaste delen av Fabriken/Förrådet (vid Storängsleden), dessa nivåer högre upp i systemet påverkas dock inte lika mycket av åtgärderna som föreslås.



Figur 10. Beräknat maximalt översvämningsdjup för huvudalternativet för åtgärder vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Vattendjup som understiger 10 cm redovisas inte.

Inom "våtmarken" uppstår en lägre vattennivå på cirka +22,50 m, där skillnaden i vattennivå bedöms uppstå till följd av att Lännavägen är en flaskhals (se Figur 11). Över Lännavägens breddade sektion och diket genom "våtmarken" flödar cirka 3,6 m³/s. Trots relativt stora åtgärder uppstår alltså fortfarande flaskhalsar som håller uppe vattennivån. För att komma ned ytterligare i nivå behöver man mer eller mindre ta bort Lännavägen helt, eller åtminstone sänka den på en lång sträcka, alternativt anlägga en kanal med en bro över. Detta skulle i sin tur leda till att ännu större diken genom "våtmarken" måste anläggas för att få ut vattnet

till sjön. För att Lännavägens breddade tröskel ska kunna avbörda flödet från Storängen behöver delar av fastigheten Lagret 5 användas som flödesväg och dessa delar kan således inte exploateras med byggnader eller annat som hindrar flödet.



Figur 11. Övre bild: Profil av maximalt beräknad vattennivå (blå linje) och höjdmodell (röd linje). Som profilen visar dämmer det vid Lännavägen och nivån på västra sidan blir högre än på östra. Undre bild: profilens sträckning markerad med röd linje.

4.3

Övriga scenarier

Utöver "huvudalternativet för åtgärder" har ett flertal andra scenarier studerats i denna utredning. I Tabell 3 redovisas ett urval av studerade/simulerade åtgärdsscenarier och respektive beräknad maximal vattennivå inom parkstråket Aspen. Slutsatser som kan dras är bland annat att översvämningsvolymen inom Storängen får mindre betydelse när Lännavägen sänks samt när omstyrning av Balingsnäs-flödet sker. Vissa av åtgärderna kan ses som alternativ till varandra, t ex bidrar omstyrningen till att minska volymbehovet inom Storängen, men det beror samtidigt på hur/om Lännavägen sänks.

Översvämningsförloppet inom Storängen och "våtmarken" består (förenklat beskrivet) av två "vågor" av flöden. Den första flödesvågen kommer från närliggande områden och är snabb och intensiv, men kortvarig, och kan därför till stora delar hanteras med utjämningsvolymen inom området. Med endast utjämningsvolymen och utan den förbättrade avledningen mot Trehörningen har simuleringar visat att en vattennivå på ca +22,90 kan uppnås med rimliga volymer (redovisas inte i tabellen, då förutsättningarna är andra). Den andra vågen kommer från mer avlägsna områden genom Fullerstaån och är mer utdragen med lägre intensitet, samtidigt som den totala volymen är större. Till följd av den större volymen bedöms det inte som rimligt att skapa utjämningsvolymen inom Storängen för den andra vågen, volymen som passerar Lännavägens tröskel beräknas i detta scenario till i storleksordningen 150 000 m³. Därför krävs en förbättrad avledning från området för att hantera "andra vågen".

Tabell 3. Urval av scenarier som studerats i denna utredning.

Intern benämning (modellversion)	Sammanfattning av scenariot	Beräknad vattennivå vid 100-årsregn (KF 1,25) vid Parkstråket Aspen
999_012	- Hantverksparken botten +21,5 m - Lännavägens tröskel på +22,5 m (breddad) - Lagret 1–5 utnyttjas som utökad översvämningsyta - Parkstråket Aspen - Diken genom våtmarken till Trehörningen - Omstyrning av flöde från Balingsnäs	+22,65 m
Huvudalternativet (999_013)	Hantverksparken botten +21,5 m ¹⁵ Lännavägens tröskel på +22,5 m (breddad) Lagret 5 utnyttjas som utökad översvämningsyta Parkstråket Aspen Diken genom våtmarken till Trehörningen Omstyrning av flöde från Balingsnäs	+22,65 m
999_014_2	- Hantverksparken botten +21,8 m - Lännavägens tröskel på +22,13 m (kanal med bro över) - Lagret 5 utnyttjas som utökad översvämningsyta - Parkstråket Aspen - Diken genom våtmarken till Trehörningen - Omstyrning av flöde från Balingsnäs	+22,51 m
999_015_2	- Hantverksparken botten +21,8 m - Lännavägens tröskel på +22,13 m (kanal med bro över) - Befintlig mark inom parkstråket Aspen och Etapp 5 - Diken genom våtmarken till Trehörningen - Omstyrning av flöde från Balingsnäs	+22,58 m
999_016	Hantverksparken botten +21,8 m	+22,68 m

¹⁵ Senaste förslag är +21,8 m vilket inte simulerats i huvudalternativet i modellen, men skillnaden i djup bedöms ge försumbar effekt när de övriga åtgärderna implementeras.

	• Lännavägens tröskel på +22,5 (breddad) • Lagret 5 utnyttjas som utökad översvämningssyta • Parkstråket Aspen • Diken genom våtmarken till Trehörningen • <u>Ingen</u> omstyrning av flöde från Balingsnäs	
999_017	• Hantverksparken botten +21,8 m • Lännavägens tröskel på +22,5 m (breddad) • Lagret 1–5 utnyttjas som utökad översvämningssyta • Parkstråket Aspen • Diken genom våtmarken till Trehörningen • <u>Ingen</u> omstyrning av flöde från Balingsnäs	+22,65 m

5. Osäkerheter

Några osäkerheter att beakta 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 finns garanti för att pumparna fungerar, är dock en osäkerhet som inte har undersökts i detalj för denna utredning. Om pumparna slutar fungera blir avtappningen från området mycket liten, i och med att området är instängt kan därför val av regnvaraktighet bli avgörande för hur översvämningssituationen ser ut. För att göra en rimlig bedömning av varaktigheten vid 100-årsregn bör även infiltrationen över tid analyseras noggrannare. Vid händelse av pumpstopp bör även hänsyn tas för inom vilka tidsramar pumparna kan vara i bruk igen. Med en längre varaktighet kommer 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), eller att pumpstationen slås ut helt.

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.

Föreslagna diken genom "våtmarken" är i modellbeskrivningen väl tilltagna för att säkerställa att vatten kan ta sig ut till sjön. Huruvida diken kan anläggas med den flödeskapacitet som krävs för att nå en vattennivå på +22,65 m inom Storängen måste studeras i detalj i senare skede. För att skydda mot bakåtdämning från höga nivåer i Trehörningen i vissa situationer, kan det vara lämpligt att diken anslutnings anläggs med backventiler (eller liknande).

6. Fortsatt arbete

6.1 Samverkan med Trehörningens nivå

Då osäkerheter finns angående huruvida randvillkoret som använts, +22,13, är lämpligt för det studerade skyfallsscenarioet, behöver Trehörningens nivåer utredas ytterligare.

Samtidigt kan, beroende på vilken lösning som väljs, Trehörningens nivå bli styrande för exploateringarna i Storängen och på andra platser runt sjön, vilket är ännu en anledning till att utreda nivåvariationerna ytterligare. Om dämnet byggs om enligt förslag är risken mindre för att Trehörningens nivå blir styrande. Ifall åtgärden blir aktuell, bör den kontrolleras så den inte orsakar eller förvärrar översvämningar nedströms.

6.2 Åtgärdernas genomförbarhet

Den eller de åtgärdsinriktning(ar) som väljs behöver studeras vidare med avseende på genomförbarhet vad gäller markförhållanden m.m. Det gäller i synnerhet åtgärden med kanaler/diken genom "våtmarksområdet" vilket bedöms som utmanande både vad gäller geoteknik och vad gäller utrymme. Nuvarande bedömning (tidigt i projekteringsskedet) är att både reningsanläggningen och diket får plats.

6.3 Åtgärdernas effekt

En bedömning behöver göras med avseende på huruvida vattennivån vid 100-årsregn (+22,65 i huvudscenariot för åtgärder) är tillräcklig låg för att Etapp 4 och Etapp 5 ska kunna genomföras med en bra utformning. Om man behöver komma ned till en lägre nivå behöver fler/större åtgärder övervägas, samt genomförbarheten av dessa bedömas. Att beakta är att Trehörningens nivå ändå kan bli styrande vilket kan göra att det inte är meningsfullt med fler/större

åtgärder för skyfall. Att översvämningssäkra Storängen från höga nivåer i Trehörningen genom invallning och pumpning av skyfallsflöden förbi vällen ("Holland-lösning")¹⁶ kan vara ett alternativ, men utmaningarna är stora i synnerhet med tanke på att Fullerstaåns avrinningsområde utgör en stor andel av sjöns avrinningsområde, och att nivåerna därför samverkar. "Holland-lösning" är något som inte utretts i detalj.

¹⁶ Principen finns översiktligt beskriven i *Skyfallsanalys Kv Fabriken/Förrådet* (Huddinge kommun/Ramboll 2020-03-10)