

Bjerking AB

Skyfall Jutesprånget 7-9 Älvsjö

Uppdragsnr: 108 48 84 Version: 1.0 Datum: 2023-03-03



Uppdragsgivare: Bjerking AB
**Uppdragsgivarens
kontaktperson:** Gabriella Hjerpe
Konsult: Norconsult AB
Uppdragsledare: Martin Rosén
Granskare: Ylva Egeskog
Handläggare: Carl Edström

1.0	2023-03-03	Sluthandling	C.E	Y.E	M.R
0.1	2023-01-20	Granskningshandling	C.E	Y.E	M.R
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

► Sammanfattning

På grund av den översvämningsrisk som har identifierats kring planområdet för Jutesprånget 7-9 har Norconsult gjort en kompletterande skyfallsanalys på uppdrag av Bjerking. Planområdet är beläget i Älvsjö, i Stockholms stads kommun och utgörs av villabebyggelse, samt en nedlagd verkstad och drivmedelsanläggning. Föreslagen exploatering utgörs av tre flerbostadshus.

Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som har byggts upp i programvaran MIKE+. Simulering av framtida situation har genomförts med ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet, vilket motsvarar rinntiden inom avrinningsområdet till det studerade planområdet. För att ta hänsyn till framtida förväntade klimatförändringar används en klimatkfaktor på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016).

För att inkludera ledningsnätets kapacitet har en förenkling gjorts där områden med duplicerat ledningsnät antas ha kapacitet att hantera ett 10-årsregn medan områden med kombinerat ledningsnät antas klara ett 5-årsregn. Avdrag har därför gjorts på ytor som antas vara kopplade till ledningsnätet, till exempel hårdgjorda ytor som vägar och byggnader enligt underlag över hårdgjordhet från SCALGO Live. Avdrag för antingen kombinerat eller duplicerat ledningsnät görs enligt underlag från SVOA för tekniska avrinningsområden.

Infiltrationskapaciteten har tagits hänsyn till genom ett schablonavdrag där 75 procent antas avrinna från grönytor vid ett 100-årsregn.

Simulering med ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatkfaktor på 1,25 visar att det beräknas ansamlas vatten med ett vattendjup mellan 0,3-0,5 m i tre punkter kring planområdet. I den föreslagna nedsänkta skyfallsytan vid korsningen Sjättenovembervägen och Johan Skyttes Väg, i den södra delen av planområdet samt vid korsningen Johan Skyttes Väg och Segervägen.

Om planområdet bebyggs med en höjdsättning där marken lutar bort från byggnaderna och en säkerhetsmarginal på 0,1 m ovan redovisade nivåer bedöms dock risken för skador på byggnader som låg. En marginalnivå på 0,1 m ovan maximal vattennivå bedöms vara en tillräcklig säkerhetsmarginal eftersom flödesvägarna kring planområdet är relativt breda

Den nedsänkta torgytan beräknas kunna fyllas upp med en volym på ca 23 m³, volymen för hela lågpunkten i den södra delen av planområdet beräknas till ca 67 m³ (planområdet berör endast en mindre del av lågpunkten) och volymen för lågpunkten vid korsningen vid Johan Skyttes Väg och Segervägen beräknas till ca 32 m³. De tre områdena är befintliga lågpunkter och uppkommer inte på grund av planerad exploatering (den nedsänkta torgytan är placerad vid en befintlig lågpunkt). Volymerna i lågpunkterna bedöms även vara relativt små och bedöms inte orsaka negativa konsekvenser på bebyggelse uppströms/nedströms om de byggs bort.

Beräknade vattennivåer och utbredning bedöms inte vara till den grad att den påverkar framkomligheten för räddningstjänst till planområdet och närliggande fastigheter.

Vattenhastigheterna kombinerat med de maximala vattennivåerna bedöms inte utgöra en fara för människoliv enligt bedömningsmetod från MSB (2017).

► Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Underlag	7
2	Områdesförutsättningar	8
2.1	Marknivåer	8
2.2	Markanvändning	11
2.3	Tekniska avrinningsområden	12
2.4	Skyfall vid befintlig situation	13
3	Myndigheters rekommendationer och bestämmelser gällande skyfallshantering	14
3.1	Planering av ny bebyggelse	14
3.1.1	<i>Olika lagars rådighet</i>	15
3.1.2	<i>Skyfall och vikten av samverkan</i>	15
3.2	Skyfall och klimatförändring	16
4	Skyfallsteori	17
4.1	Definitioner av skyfall	17
4.2	Återkomsttid	17
4.3	Skyfall och dagvatten	18
4.3.1	<i>Skyfall och ledningsnätets kapacitet</i>	18
5	Skyfallsmodell	19
5.1	Beräkningsförutsättningar	19
5.2	Modellområde	19
5.3	Nederbörd	19
5.4	Markens råhet	21
5.5	Infiltration	21
5.6	Osäkerheter i skyfallsmodellen	21
6	Resultat	23
6.1	Maximala vattendjup	23
6.2	Maximala vattenhastigheter	27
6.3	Maximala flöden	28
7	Slutsatser och rekommendationer	29
8	Referenser	30

Bilagor:

Bilaga 1A – Maximala vattendjup

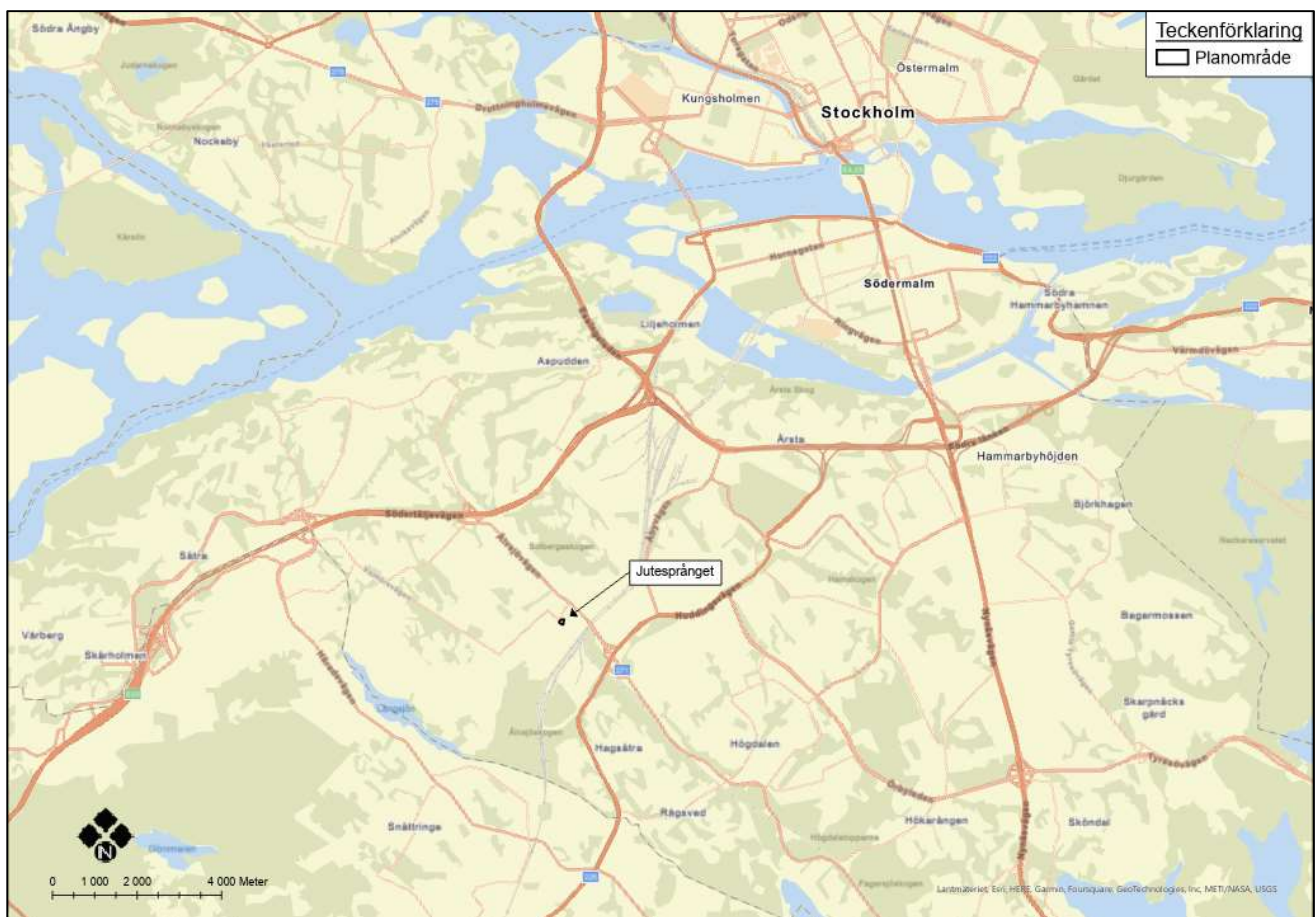
Bilaga 1B – Maximala vattenhastigheter

Bilaga 1C – Maximala flöden

1 Inledning

På grund av den översvämningsrisk som har identifierats kring planområdet för Jutesprånget 7-9 har Norconsult gjort en kompletterande skyfallsanalys på uppdrag av Bjerking. Planområdet är beläget i Älvsjö, i Stockholms stads kommun och utgörs av villabebyggelse, samt en nedlagd verkstad och drivmedelsanläggning. Föreslagen exploatering utgörs av tre flerbostadshus där befintlig bebyggelse rivs. Figur 1:1 visar planområdets placering.

Syftet med skyfallsanalysen är att utreda hur den nya höjdsättningen påverkar flödesvägar och vattendjup för att säkerställa framkomlighet för räddningstjänst, att byggnader ej riskerar att översvämmas vid extrema regnhändelser samt bedöma påverkan på områden uppströms/nedströms.



Figur 1:1. Planområdets placering

1.1 Underlag

Underlag som har använts i utredningen redovisas i Tabell 1:1 nedan.

Tabell 1:1. Använt underlag

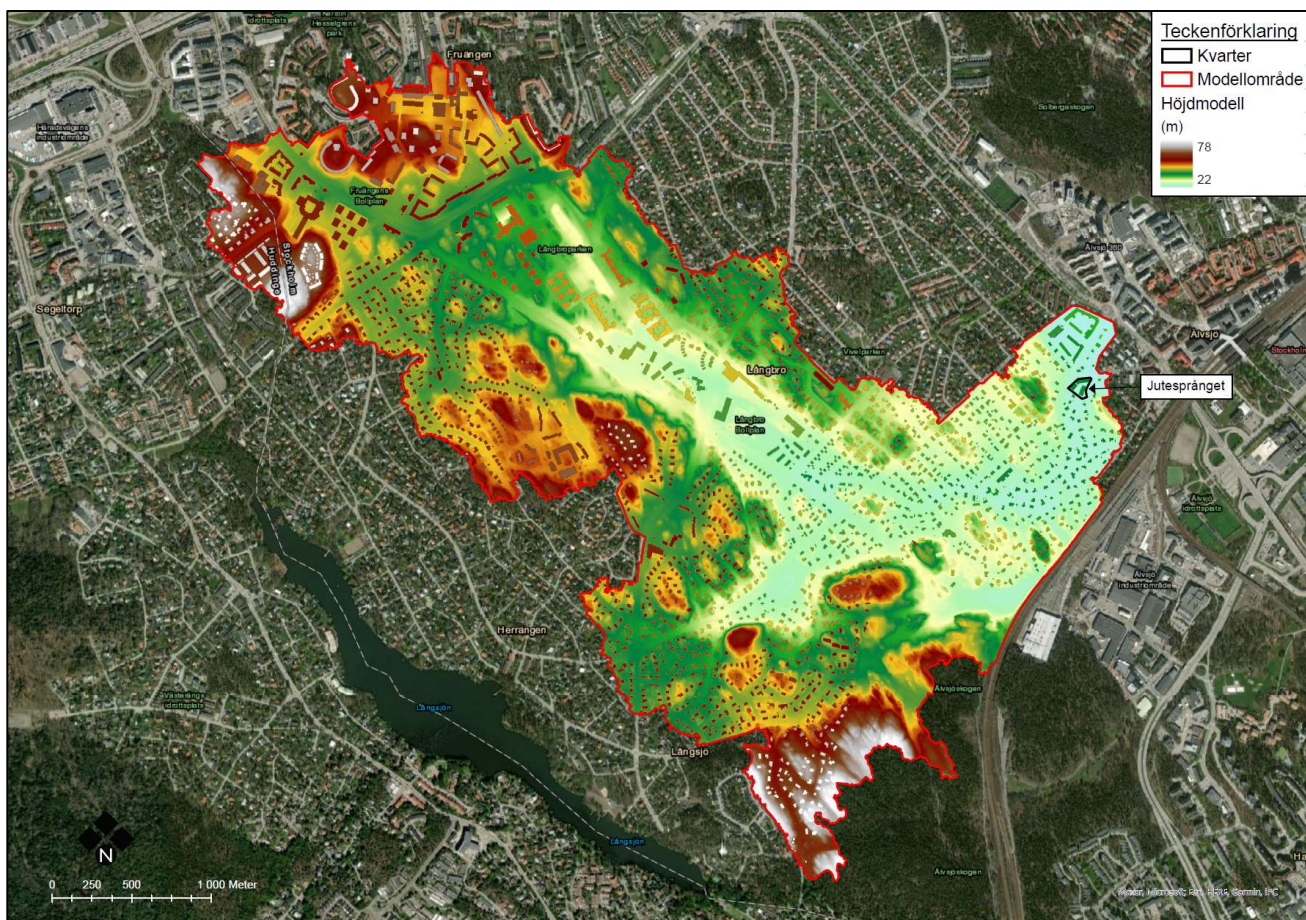
Namn	Datum	Källa
Föreslagen höjdsättning, L-31-P-01.dwg	Daterad 2022-11-21	Bjerking
LA arbetsmodell i plan, L-30-P-01.dwg	Daterad 2022-11-21	Bjerking
Höjddata 1x1m i .tif	Hämtat 2022-12-08	SCALGO
Markytedata 1x1m i .tif	Hämtat 2022-12-08	SCALGO
Tekniska avrinningsområden (recipient) .shp	-	SVOA

2 Områdesförutsättningar

I följande avsnitt redovisas områdesförutsättningar som marknivåer, markanvändning och tekniska avrinningsområden.

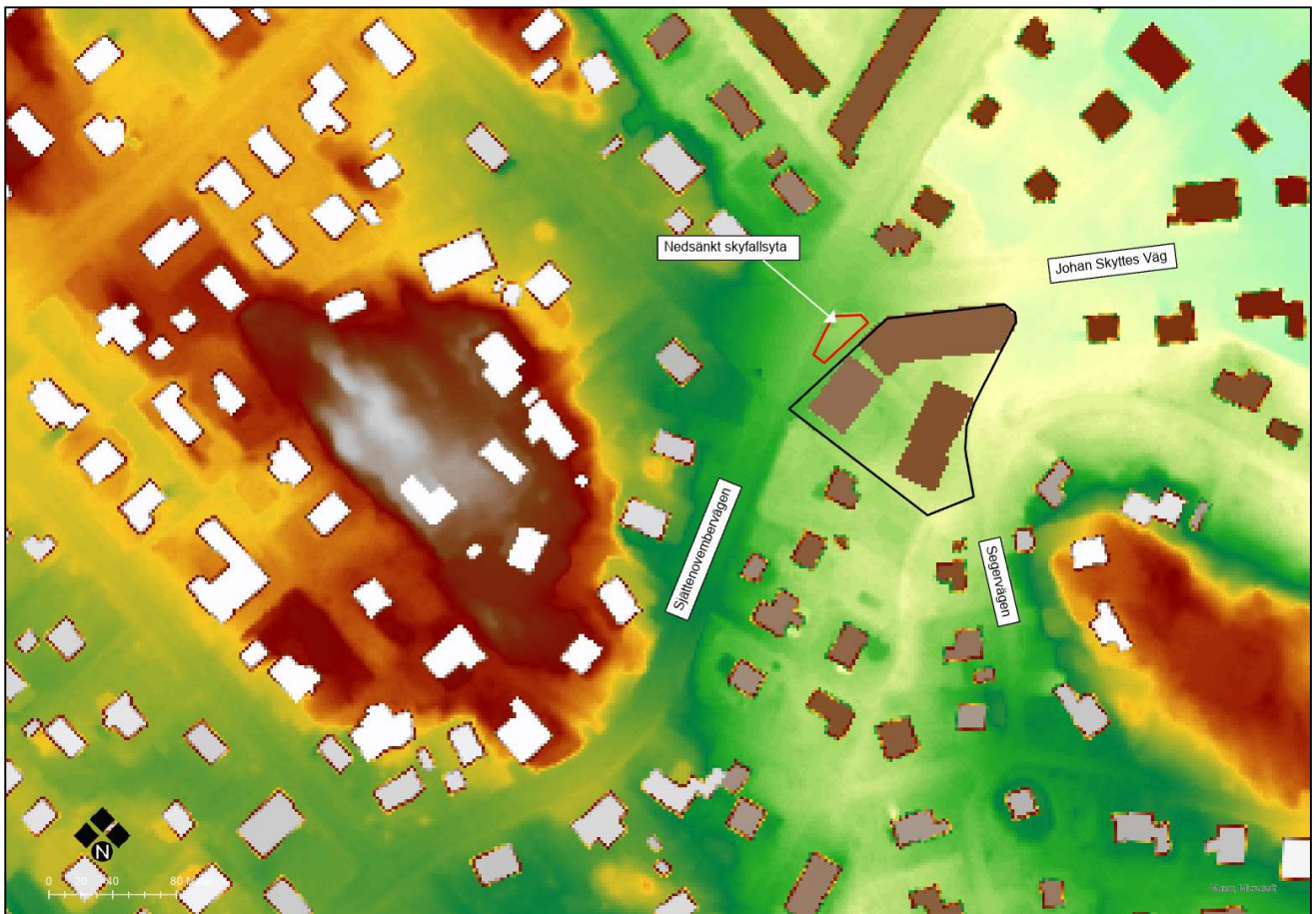
2.1 Marknivåer

Modellområdet har tagits fram för att inkludera avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar att påverka. I Figur 2:1 redovisas markhöjder för hela modellområdet. Där ses att området har en generell lutning mot planområdet i det östra hörnet av modellområdet.



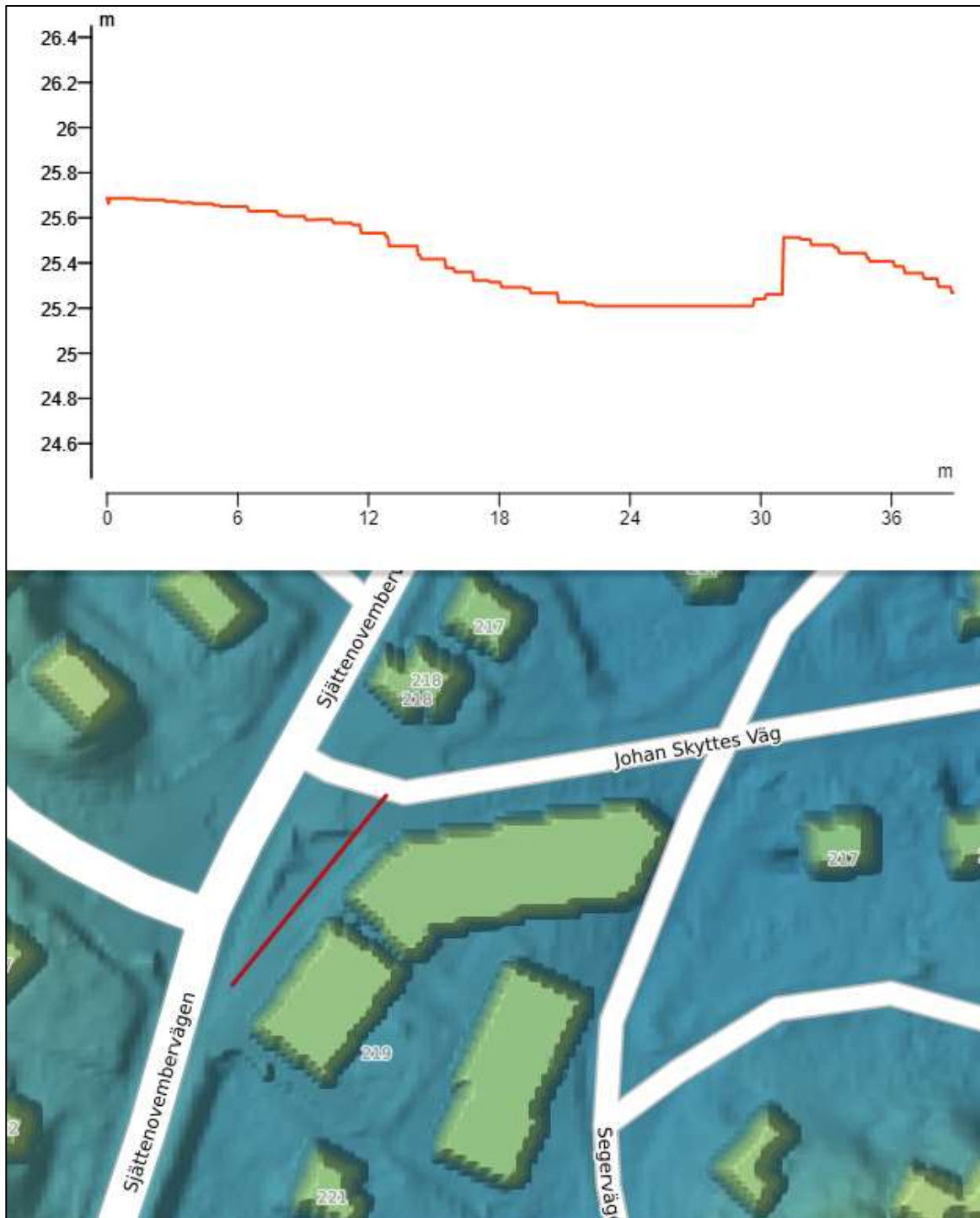
Figur 2:1. Markhöjder från bearbetad laserscanning över hela modellområdet.

Figur 2:2 redovisar bearbetade markhöjder vid planområdet. De nya byggnaderna har lagts till genom att höja upp deras fotavtryck i höjdmodellen. Vid korsningen Sjättenovembervägen och Johan Skyttes Väg har en föreslagen nedsänkt torgyta vid en befintlig lågpunkt lagts till i höjdmodellen.



Figur 2:2. Markhöjder vid planområdet med föreslagen höjdsättning för området som har bearbetats in i modellen.

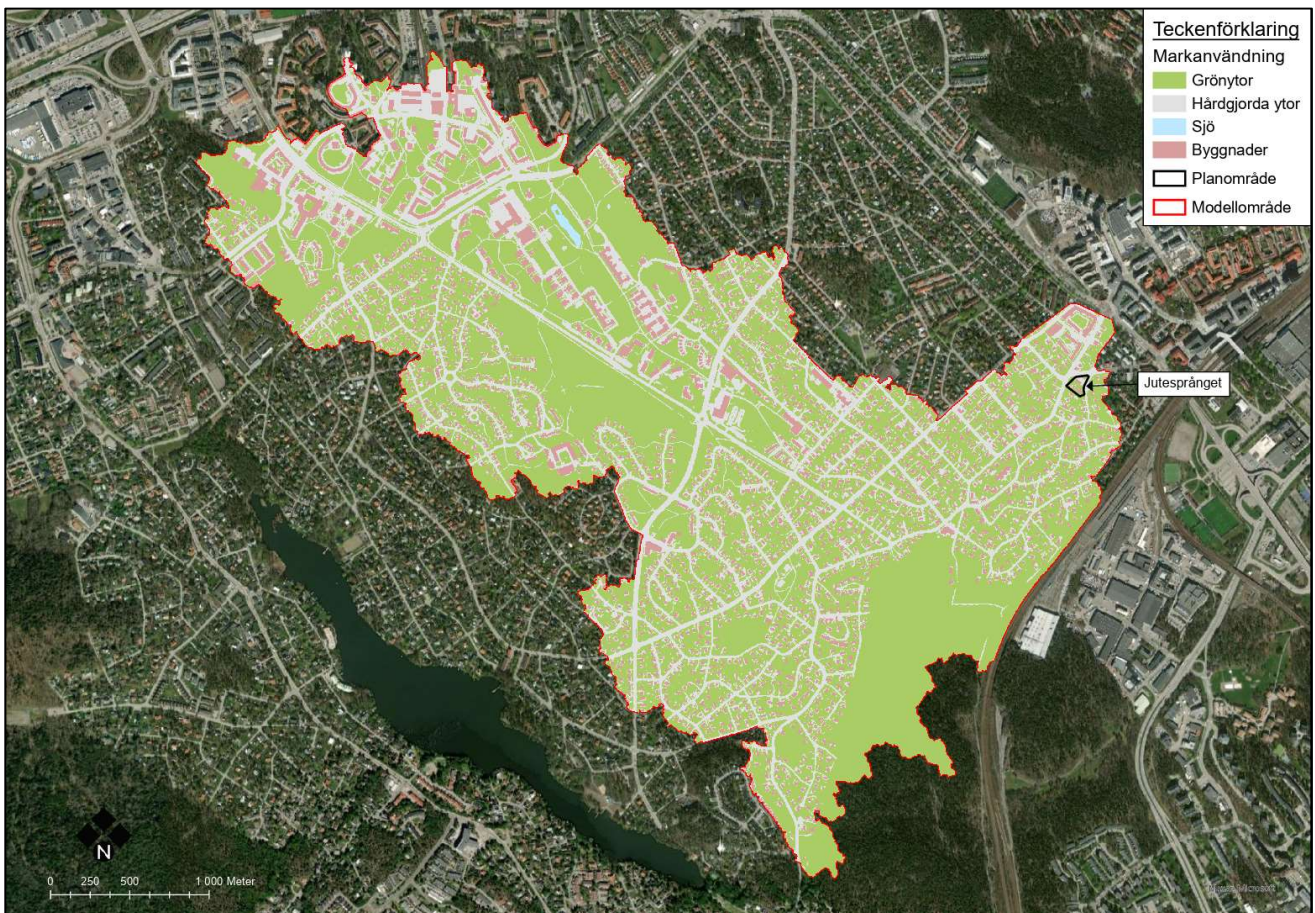
I Figur 2:3 ses ett tvärsnitt av den nedsänkta torgytan i syd-nordöstlig riktning med de projekterade höjderna som har använts i skyfallsmodellen. Där ses att tröskelnivån i skyfallsytan är ca 25,5 m.



Figur 2:3. Profil av skyfallsytan i syd-nordöstlig riktning med tvärsnittets placering markerat med röd linje

2.2 Markanvändning

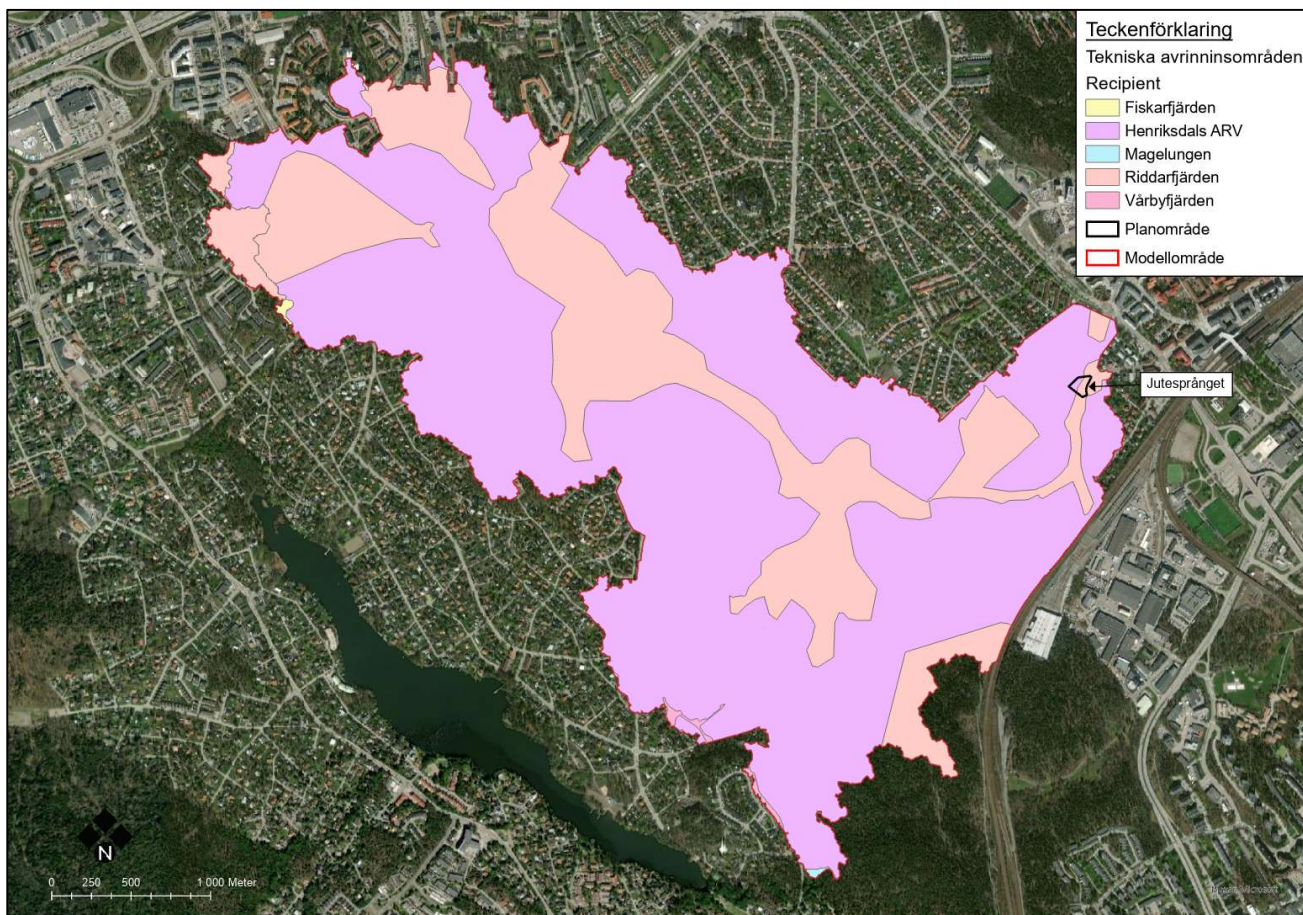
Markanvändningen inom modellområdet har hämtats från SCALGO Live som ett raster med upplösningen 1x1 m. I Figur 2:4 nedan ses markanvändningen uppdelat i grönytor, hårdgjorda ytor, sjö och byggnader.



Figur 2:4. Markanvändning inom modellområdet enligt SCALGO Live.

2.3 Tekniska avrinningsområden

Figur 2:5 redovisar tekniska avrinningsområden inom modellområdet enligt underlag från Stockholm Vatten och Avfall (SVOA). Tekniska avrinningsområden med Henriksdals reningsverk som recipient antas som områden med kombinerat ledningsnät och övriga områden antas ha ett duplicerat ledningsnät.



Figur 2:5. Tekniska avrinningsområden enligt underlag från SVOA inom modellområdet.

2.4 Skyfall vid befintlig situation

En enkel analys av befintlig situation har gjorts genom att kolla på området i SCALGO Live. Flödesvägar och volymer i befintliga lågpunkter har tagits fram genom att belasta den höjdmodellen för befintlig situation med en volym på 56 mm, vilket motsvarar volymen för ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet inklusive klimatfaktor 1,25. Beräknade volymer för de tre lågpunkterna kring planområdet samt rinnvägar ses i Figur 2:6.



Figur 2:6. Flödesvägar (lila linjer) och volymer i lågpunkter kring planområdet vid befintlig situation. Gul linje markerar kvartersmarken

3 Myndigheters rekommendationer och bestämmelser gällande skyfallshantering

3.1 Planering av ny bebyggelse

Stockholms Länsstyrelse rekommenderar att hantering av översvämningsrisker till följd av skyfall ska göras med utgångspunkt från de ställningstaganden som angetts för skyfallshantering i översiktsplanen (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018). Det ska också säkerställas att den placering av byggnader som föreslås är lämplig bland annat med avseende på skyfallsrisker. Kommunen kan exempelvis styra markanvändningen så att låglänta områden reserveras för multifunktionella ytor som kan översvämmas exempelvis i form av park eller naturmark där skyfallsproblematik föreligger. Ytor som är belägna på högre höjder kan på motsvarande sätt reserveras för bebyggelse. Länsstyrelserna betonar att kommunen i planbeskrivningen behöver förtydliga hur översvämningsrisken har hanterats genom att:

1. Redovisa hur detaljplanen förhåller sig till risken för översvämningsrisk. Det kan exempelvis göras baserat på den kommunövergripande skyfallskartering som kommunen tagit fram. Vid behov kan ett mer detaljerat underlag behöva tas fram. Exempelvis en mer detaljerad skyfallskartering baserat på en markmodell med minst 2x2 m upplösning som eventuellt kopplas till ledningsnätet i utredningsområdet för bättre noggrannhet.
2. Redovisa konsekvenser av den föreslagna exploateringen för områden med förekommande översvämningsrisk tillsammans med de riskreducerande åtgärder som föreslagits.
3. Redovisa vilka eventuella risker som inte hanterats i detaljplanen och varför.

Länsstyrelserna hänvisar även till Boverkets planbestämmelsekatalog, se Utdrag 1 från Boverkets planbestämmelsekatalog som säger att det är olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk med undantag för pelarkonstruktioner.

PLANBESTÄMMELSEKATALOGEN

Boverkets Planbestämmelsekatalog innehåller alla kända exempel på planbestämmelser som Boverket och tidigare motsvarande centrala myndigheter har rekommenderat i allmänna råd eller särskilda vägledningar. En av de viktigaste parametrarna för att skydda byggnader från skador till följd av ett skyfall är att höjdsätta marken eller byggnaden i sig. Höjdsättning är också möjligt att använda för att trygga vägar som behöver vara framkomliga. Även befintliga avrinningsstråk över kvartermark kan behållas med hjälp av höjdsättning i plankartan. Nedan exemplifieras planbestämmelser som kan användas för att skydda bebyggelse mot översvämningsrisker till följd av skyfall:

- Mark som ej får bebyggas. I princip är det olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk, med möjligt undantag för byggnation på pelarkonstruktioner. Skyfallsvägar ska därför vara fria från byggnation. (4 kap. 5 §)
- Markens höjd över nollplanet ska vara [höjd:decimaltal] m (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvattendike med en bredd av [bredd:decimaltal] meter och ett djup av [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)

- Översvämningsyta (4 kap. 8 § 1 st 2 p)
- Vall med en höjd av [höjd:decimaltal] meter över anslutande marknivå (4 kap. 12 § 1 st 1 p)
- Anlagd våtmark med en yta av [yta:decimaltal] kvadratmeter (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Endast källarlösa hus (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Byggnaden ska utformas och utföras så att naturligt översvämnande vatten till nivå +00 inte skadar byggnaden (4 kap. 16 §)
- Markytan får inte hårdgöras (4 kap. 16 §)
- Damm. Största djup är [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvatten ska avledas till [utforande:text] (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Det krävs marklov, om kommunen har bestämt det i detaljplanen, för markåtgärder som kan försämra markens genomsläpplighet. (9 kap. 12 § 3 p)

All hänvisning till PBL 2010:900.

Utdrag 1. Från Boverkets Planbestämmelsekatalog

Enligt Boverkets riktlinjer ska ny bebyggelse utföras med en sannolikhet för översvämning vid skyfall varje år på maximalt 1/100 och därmed återkomsttid på regn på över 100 år, se Tabell 3:1 (Boverket, 2020). Med utgångspunkt av detta har även Stockholm valt 100-årsregn som lägsta säkerhetsnivå vid planering av ny bebyggelse. En högre säkerhetsnivå används för samhällsviktig verksamhet.

Tabell 3:1. Boverkets riktlinjer gällande ny bebyggelse med avseende på översvämning (Boverket, 2020)

Konsekvensklass	Årlig sannolikhet för översvämning Sjöar, vattendrag och hav	Årlig sannolikhet för översvämning Skyfall
Ny sammanhållen bebyggelse och samhällsviktig verksamhet	Beräknad högsta nivå/ Beräknat högsta flöde (1/10 000)	1/100
Samhällsfunktioner och bebyggelse av mindre vikt	1/200	1/100
Enklare byggnader, garage, båthus	-	-

Förutom Länsstyrelsen och Boverket påpekar även Stockholms stads dagvattenstrategi att staden har som krav att vara utformad så vatten kan avledas utan skador (Stockholms stad, 2015). Detta innebär bland annat att sekundära avrinningsvägar på markytan och översvämningssytor ska identifieras och verifieras så att skador minimeras. Utifrån områdets utformning och breda flödespassager bedöms en säkerhetsmarginal för färdig golvnivå på 0,1 m ovan maximal beräknad vattennivå vara tillräckligt för att risk för skador på byggnader ska bedömas som låg.

3.1.1 Olika lagars rådighet

Vid planering av skyfall- och klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att klargöra ansvarsfrågan för olika typer av regnförlopp. Förenklat reglerar Plan och bygglagen (PBL) och Lagen om allmänna vattentjänster, LAV, tillsammans normala regn och skyfall med en lägre återkomsttid än 10 år för ny och befintlig bebyggelse inom detaljplan och verksamhetsområde för dagvatten. Lagrummen hanterar således inte större skyfall för befintlig bebyggelse och utanför detaljplanelagt område och verksamhetsområde för dagvatten i ett avrinningsområde (Bäckman, 2018). Kommunen eller VA-huvudmannen ska dock alltid vara beredd att ta ställning till om det kan finnas behov av att utvidga verksamhetsområdet med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljö inom kommunens gränser (Svenskt Vatten, 2016).

3.1.2 Skyfall och vikten av samverkan

En stor svårighet med att hantera skyfall i framtidens städer är att många av de yttre förutsättningarna så som höjdsättning och placering av byggnader, redan är beslutade och byggda. En ytterligare komplicerande faktor är att den lagstiftning som finns inte är skriven med skyfall och hållbar dagvattenhantering i åtanke. En avgörande faktor för att nå framgång i det skyfallsförebyggande arbetet är därför samverkan i samhällsbyggnadsprocessen, speciellt då ingen part har egen rådighet över skyfallshanteringen (Bäckman, 2018).

3.2 Skyfall och klimatförändring

Förändringar i nederbördsmängd är att förvänta till följd av klimatförändringar. Storleken på de förväntade förändringarna i nederbörd är beroende av vilka åtgärder som vi ansätter för att minska andelen växthusgaser i atmosfären. Svårigheten blir därmed att uppskatta vilket framtidsscenario som är mest troligt med avseende på växthusgasutsläpp och kompenserande åtgärder. Förväntade förändringar beror också på vilket regn som studeras. De största förändringarna i intensiv nederbörd förväntas för skyfall med kort varaktighet, mindre än en timme (MSB, 2017; Svenskt Vatten, 2016).

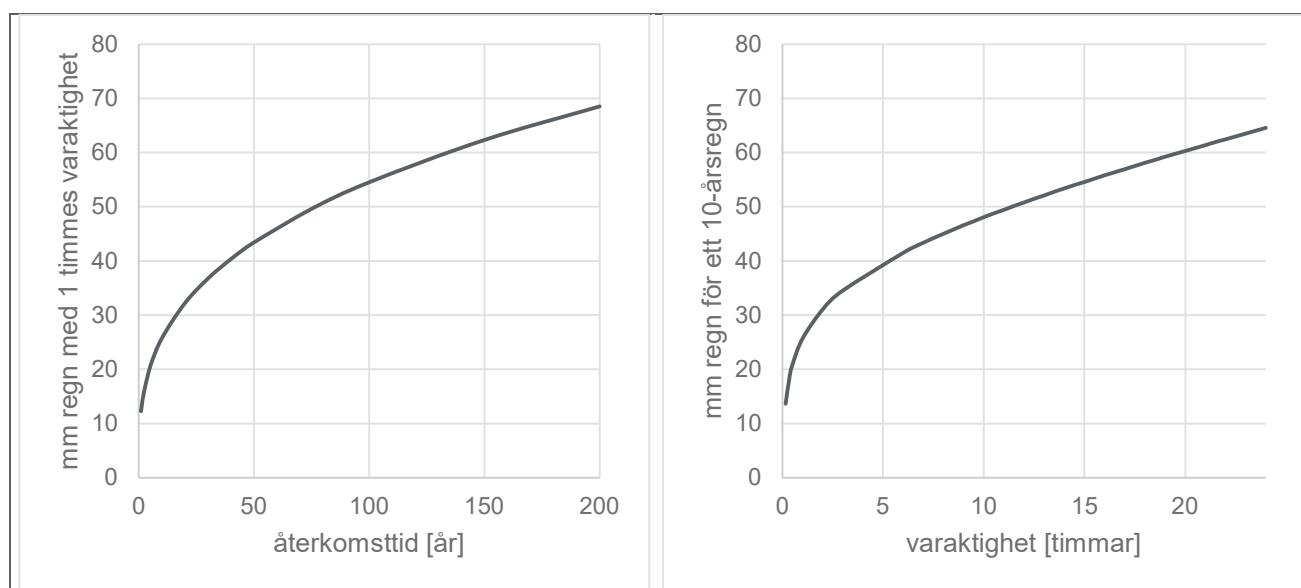
Vedertagen praxis är att utgå från klimatscenario RCP 4.5. För RCP 4.5, uppskattas ett regn med 100-års återkomsttid bli 20-30 % mer kraftfullt (Svenskt Vatten, 2018) där den större procentsatsen hänger ihop med kortare varaktigheter (MSB, 2017). Det innebär att ett regn som idag betraktas som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 procent till slutet av seklet skulle det innebära att sannolikheten för ett befintligt 100-årsregn fördubblas (MSB, 2017). 25 procent ökning (faktor 1,25) är också det som valts i denna skyfallsutredning.

4 Skyfallsteori

4.1 Definitioner av skyfall

Enligt Bäckman (2018) finns det idag ingen tillfredställande definition av skyfall i urbana miljöer. Den gängse definitionen som SMHI har tagit fram, att ett nederbördstillfälle kan klassas som ett skyfall om intensiteten överstiger 50 mm/timme eller 1 mm/minut (MSB, 2017), är inte anpassad för urbana miljöer (Bäckman, 2018). I en urban miljö är det i stället den totala tiden under vilket ett regn med en viss intensitet faller, den så kallade regnvaraktigheten, som är av stor betydelse för markavrinningen menar Bäckman (2018). Det beror på att den volym som ett skyfall ger upphov till är beroende av regnvaraktigheten. Sambandet kan åskådliggöras med så kallade volym-varaktighetskurvor, se Figur 4:1.

I detta exempel jämförs volymen regn med en timmes varaktighet för olika återkomsttider med 10-årsregn med olika varaktigheter och visar att regnvolymen ökar med en högre regnvaraktighet. Ett exempel på detta är regnet som föll i maj 2021 där det föll 58 millimeter på 24 timmar över Botkyrka och Södertälje (SVT, 2021). Det motsvarar ungefär ett 10-årsregn men om samma volym hade fallit under en timme motsvarar detta ungefär ett 100-årsregn.



Figur 4:1. Vänstra bilden: hur regnmängd varierar med återkomsttiden för ett regn med 1 timmes varaktighet. Högra bilden: hur regnmängd varierar med varaktigheten för ett regn med 10 års återkomsttid (Svenskt Vatten, 2011)

4.2 Återkomsttid

Begreppet återkomsttid kan vidare illustreras som en riskfaktor. Den återkomsttid som väljs för att dimensionera ett avrinningssystem speglar också den bakomliggande risken som samhället tar med avseende på skyfall (Bäckman, 2018). Sannolikheten är att ett regn med en viss återkomsttid ska inträffa eller överträffas är 1/återkomsttiden för varje enskilt år, oberoende av när händelsen inträffade senast.

4.3 Skyfall och dagvatten

Avrinningsförloppen vid normala regn och skyfall ser olika ut. Vid mer vanliga regn när volymen är liten och huvuddelen hanteras i grönytor eller i ledningsnät. Vid extrema regn eller skyfall fylls ojämnheter i marken snabbt upp och ledningsnät går fulla vilket gör att en stor del av vattnet rinner ytledes mot större lågpunkter och recipienter (Bäckman, 2018).

För att bland annat öka infiltrationsmöjligheterna kan kommunerna jobba med planbestämmelser som reglerar minsta andel infiltrationsvänliga ytor eller största tillåtna andel hårdgjort. Planbestämmelserna är nödvändiga för att minska ytvavrinningen och dagvattenföroreningar vid mer vanliga regn än extremregn såsom 100-årsregn.

4.3.1 Skyfall och ledningsnätets kapacitet

Vid stora skyfall har studier visat att uppskattningsvis endast en femtedel av den totala regnvolymen hanterades i ledningsnätet. Att dimensionera ledningsnät för att hantera skyfallsvolymer med långa återkomsttider är därför inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhällsligt perspektiv (Hernebring, Milotti, Steen Kronborg, Wolf, & Mårtensson, 2015).

På motsvarande sätt är det ofta inte heller lämpligt eller rekommenderat att hantera skyfall enbart i underjordiska magasin. Förutom själva utmaningen med att få allt vatten att flöda till magasinet vid ett skyfallstillfälle vilket i sig kräver återkommande skötsel, är underjordiska lösningar ofta betydligt dyrare att sköta och anlägga än öppna lösningar. Öppna lösningar går dessutom att ge en multifunktionell användning som exempelvis parker, fotbollsplaner mm och kan även bidra till ekosystemtjänster. På så sätt kan anläggningen nyttjas även vid tillfällen när det inte regnar väldigt intensivt vilket är i riktlinje med Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).

5 Skyfallsmodell

5.1 Beräkningsförutsättningar

Det är omöjligt att förutsätta när eventuella skyfall kommer att drabba ett visst område och hur kraftiga dessa kommer att vara. Det är däremot möjligt att analysera planområdets sårbarhet för ett skyfall, vilket är huvudsyftet med den här utredningen.

Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som har byggts upp i programvaran MIKE+. Skyfallsförloppet i modellen beräknas genom att lösa Navier-Stokes ekvationer som bygger på bevarandet av massa och rörelsemängd.

Skyfallskarteringen grundas på riktlinjer, rekommendationer och vägledning från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) i kombination med Länsstyrelsens rekommendationer (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps, MSBs, rapport *Vägledning för skyfallskartering* (MSB, 2017).

5.2 Modellområde

Modellområdet har tagits fram för att inkludera avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar att påverka.

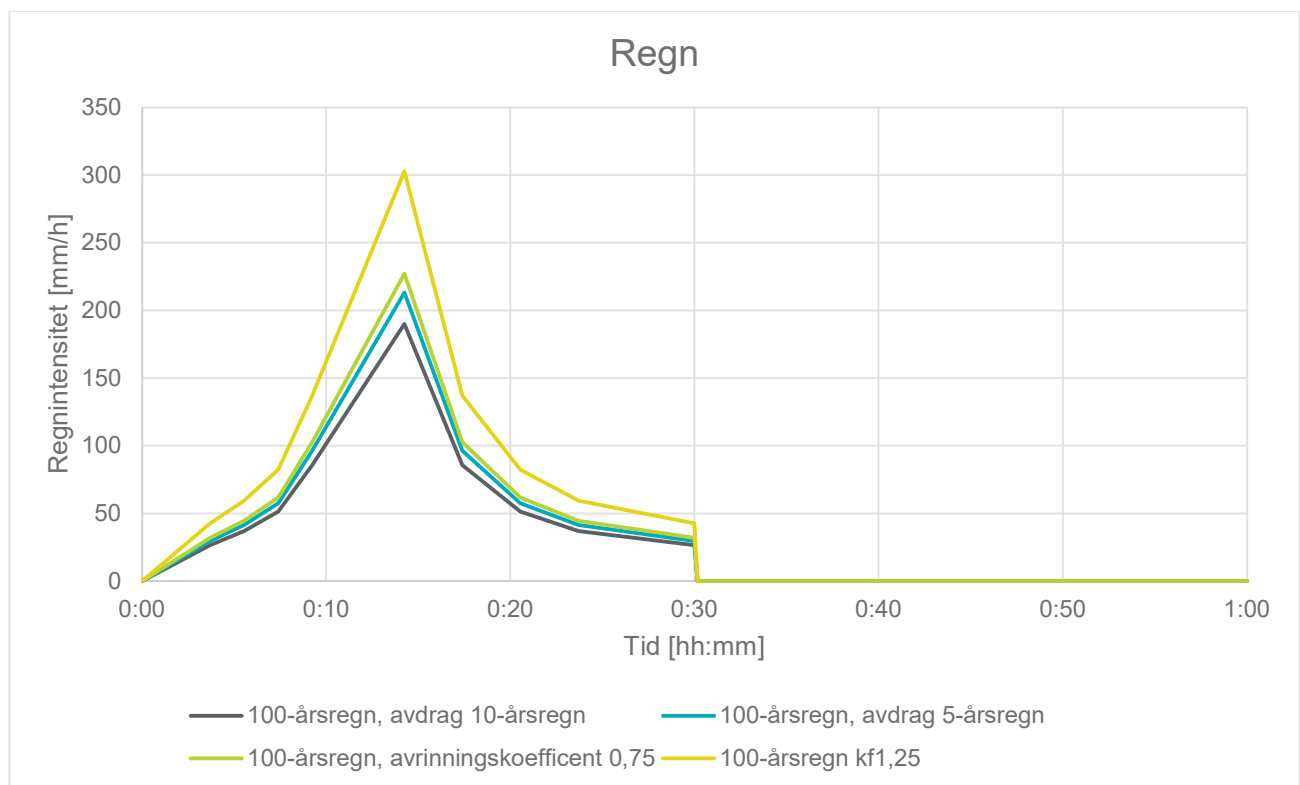
5.3 Nederbörd

Vid skyfallskartering används olika typer av konstruerade regntillfällen. Dessa bygger på intensitets-varaktighetssamband som gäller för hela Sverige då regionala skillnader antas vara små för extrema nederbördstillfällen.

För att ta hänsyn till framtidens klimat används, som tidigare nämnt, en klimatkfaktor på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Skyfallskarteringen över Jutesprånget 7-9 har genomförts för ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet, vilket motsvarar rinntiden inom avrinningsområdet till det studerade planområdet. Regnet som har använts är ett så kallat "designregn" av CDS-typ vilket består av flera blockregn med olika varaktigheter och intensiteter för den valda återkomsttiden (Svenskt Vatten, 2011). En förenkling görs gällande ledningsnätets kapacitet där områden med duplicerat ledningsnät antas ha kapacitet att hantera ett 10-årsregn medan områden med kombinerat ledningsnät antas klara ett 5-årsregn. Avdrag har därför gjorts på ytor som antas vara kopplade till ledningsnätet, till exempel hårdgjorda ytor som vägar och byggnader enligt underlag över hårdgjordhet från SCALGO Live. Avdrag för antingen kombinerat eller duplicerat ledningsnät görs enligt underlag från SVOA för tekniska avrinningsområden som redovisades i Figur 2:5. För att ta hänsyn till infiltration i grönytor har ett schablonavdrag gjorts där 75% av vattnet antas avrinna från grönytor, redovisade i Figur 2:4, vid ett 100-årsregn.

Figur 5:1 redovisar de olika regnförloppen för ett 100-årsregn med avdrag för ett 10-årsregn, 5-årsregn samt en avrinningskoefficient på 0,75 jämfört med ett 100-årsregn utan avdrag.



Figur 5:1. Regnintensitet i mm/h för simulerat CDS-regn med avdrag för ledningsnät och avrinningskoefficient för grönytor.

5.4 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs med Mannings tal, M. Ett högt värde på M motsvarar låg friktion medan lägre värden motsvarar högre friktion mellan vattnet och markytan.

För att bestämma markens råhet för olika ytor användes förenklade värden för naturmark som motsvarar högt gräs, och underlag över hårdgjordhet från SCALGO Live. Värden som har använts i skyfallskarteringen presenteras i Tabell 5:1.

Tabell 5:1. Värden på Mannings tal som använts i skyfallskarteringen för olika ytor. Ytorna har klassats utifrån underlag över hårdgjordhet från SCALGO Live

Yta	Mannings tal, M
Parkmark/grönytor	20
Hårdgjort inklusive tak och vägar	50

5.5 Infiltration

I denna utredning har infiltrationskapaciteten tagits hänsyn till med en schablon att 75% avrinner från grönytor vid ett 100-årsregn (MSB, 2017).

5.6 Osäkerheter i skyfallsmodellen

Skyfallsmodellering är förknippat med flera osäkerheter vilka behöver beaktas vid en tolkning av resultaten. Följande osäkerheter bedöms vara de mest betydelsefulla för skyfallsmodelleringen som har gjorts för Jutesprånget.

Att göra ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet är ett förenklat förfarande som medför vissa begränsningar. Dels är antagandet att klara en viss återkomsttid ett förenklat förfarande eftersom intensiteten med samma återkomsttid varierar beroende på varaktigheten. Interaktionen mellan markavrinning och uppfyllnad av ledningsnät samt igensättning av brunnar beaktas exempelvis inte. Kapaciteten på ledningsnätet kan även variera över området. Ju närmre det simulerade regnet ligger ledningsnätets kapacitet, desto större blir osäkerheten (MSB, 2017).

Skyfall inträffar vanligtvis lokalt och kan variera i både tid och rum (MSB, 2017). Den här variationen är inte möjlig att förutsäga och tas därför inte hänsyn till i skyfallsmodellen. Skyfall i MIKE+ simuleras i stället förenklat genom att det regnar lika mycket i varje beräkningscell för varje tidssteg. Att skyfall med en lång återkomsttid dessutom är sällsynta till sin natur innebär också, som i det här fallet, att det inte finns några historiskt uppmätta episoder att relatera modelleringsresultaten mot. Dessutom gör klimatförändringar att regnmängden för en viss återkomsttid förändras.

Markens råhet, som beskrivs av Mannings tal, är en faktor som bidrar med osäkerhet. Markanvändningskategorier varierar mellan olika skyfallssimuleringar och flera värden förekommer i litteraturen. Osäkerheten från valet av markråhet är svårt att kvantifiera men kan tänkas öka om för få markanvändningskategorier definieras i ett område med stora skillnader i markanvändning.

Infiltrationskapaciteten kan uppskattas med hjälp av SGU:s jordartskartor eller som här, använda en schablonmässig avrinningskoefficient. Båda dessa metoder är väldigt översiktliga och fångar generellt inte upp den stora variation som ofta förekommer i marken, speciellt i städer där marken kan vara uppluckrad och olika former av fyllnadsmassor kan förekomma. Det finns inte heller några referensvärden för olika jordarters infiltrationsförmåga i de vägledningarna som finns framtagna för skyfallskarteringar varför en känslighetsanalys kan vara särskilt motiverat.

Modellens upplösning bidrar med osäkerhet i skyfallskarteringar genom att "smeta ut" verkliga höjdskillnader till den cellstorlek som höjddata baserats på. Det kan exempelvis innebära att regn fastnar på ställen där det i verkligheten skulle avrinna. För detaljerad åtgärdsplanering, som i det här fallet, rekommenderar MSB (2017) därför att upplösningen är minst 2x2 meter varför upplösningen i denna utredning valts till 1x1 meter. Viktigt att beakta är att det finns faktorer som bidrar med större osäkerhet än modellens upplösning, exempelvis ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationskapacitet (MSB, 2017). Upplösningen påverkar särskilt diken eftersom tvärsektionen i diket oftast inte fångas upp vid dessa upplösningar samt att laserscanningen ofta inte får med i diket form.

Tidpunkten för nederbördstillfället påverkar också konsekvensbilden för ett skyfall. Om ett skyfall inträffar efter en tid med mycket regn där marken redan är mättad kan konsekvenserna bli värre i jämförelse med ett scenario där det finns magasinnskapacitet i marken, speciellt för ett område med genomsläppliga jordarter.

6 Resultat

Skyfallsutredningen av Jutesprånget 7-9 visar de översvämningar som beräknas uppstå till följd av studerat skyfall efter exploatering i området. Resultatet redovisas i följande avsnitt samt i bilagorna 1A-1C. Bilagorna visar maximala vattendjup, vattenhastigheter och flöden. Figurer och bilagor med maximala värden visar inte en ögonblicksbild utan det maximala värdet, tex vattendjup, som förekommer i varje enskild cell som kan uppstå vid olika tidpunkter i olika delar av modellområdet.

6.1 Maximala vattendjup

I Figur 6:1 nedan presenteras de resulterande maximala vattendjupen vid simulering med ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet. Som kan ses nedan beräknas det ansamlas vatten med ett vattendjup mellan 0,3-0,5 m i tre punkter kring planområdet. Den föreslagna nedsänkta skyfallsytan vid korsningen Sjättenovembervägen och Johan Skyttes Väg fyller sin funktion där vatten omhändertas och inte tränger upp mot huskropparna. I den södra delen av planområdet samt vid korsningen Johan Skyttes Väg och Segervägen överstiger beräknat maxdjup 0,3 m.

Eftersom flödesvägarna genom skyfallsytan i torget och korsningen Sjättenovembervägen och Johan Skyttes Väg är breda bedöms en marginalnivå på 0,1 m ovan maximal vattennivå vara en tillräcklig säkerhetsmarginal. Maximala vattennivåer uppstår när dämning sker vid vissa platser och kan därför påverkas om höjdsättning, lutning eller flödespassager ändras. Men med resonemanget ovan bedöms risk för skador på byggnader som låg om planområdet bebyggs med en höjdsättning där marken lutar bort från byggnaderna och en säkerhetsmarginal på 0,1 m ovan redovisade nivåer i Figur 6:1.



Figur 6:1. Resultat med maximala vattendjup från simulering vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och klimatkraft 1,25. Lågpunkterna har numrerats 1-3.

Volymerna i lågpunkterna bedöms även vara relativt små. Den nedsänkta torgytan (lågpunkt 1) beräknas kunna fyllas upp med en volym på ca 23 m³, volymen för lågpunkt 2 i den södra delen av planområdet beräknas till ca 67 m³ (planområdet berör endast en mindre del av lågpunkten) och volymen för lågpunkt 3 vid korsningen vid Johan Skyttes Väg och Segervägen beräknas till ca 32 m³. De tre områdena är befintliga lågpunkter och uppkommer inte på grund av planerad exploatering (den nedsänkta torgytan är placerad vid en befintlig lågpunkt). Beräknade volymer i lågpunkterna vid framtida situation är i stort lika som redovisade volymer i avsnitt 2.4 för befintlig situation och med snarlika tillrinningsområden.

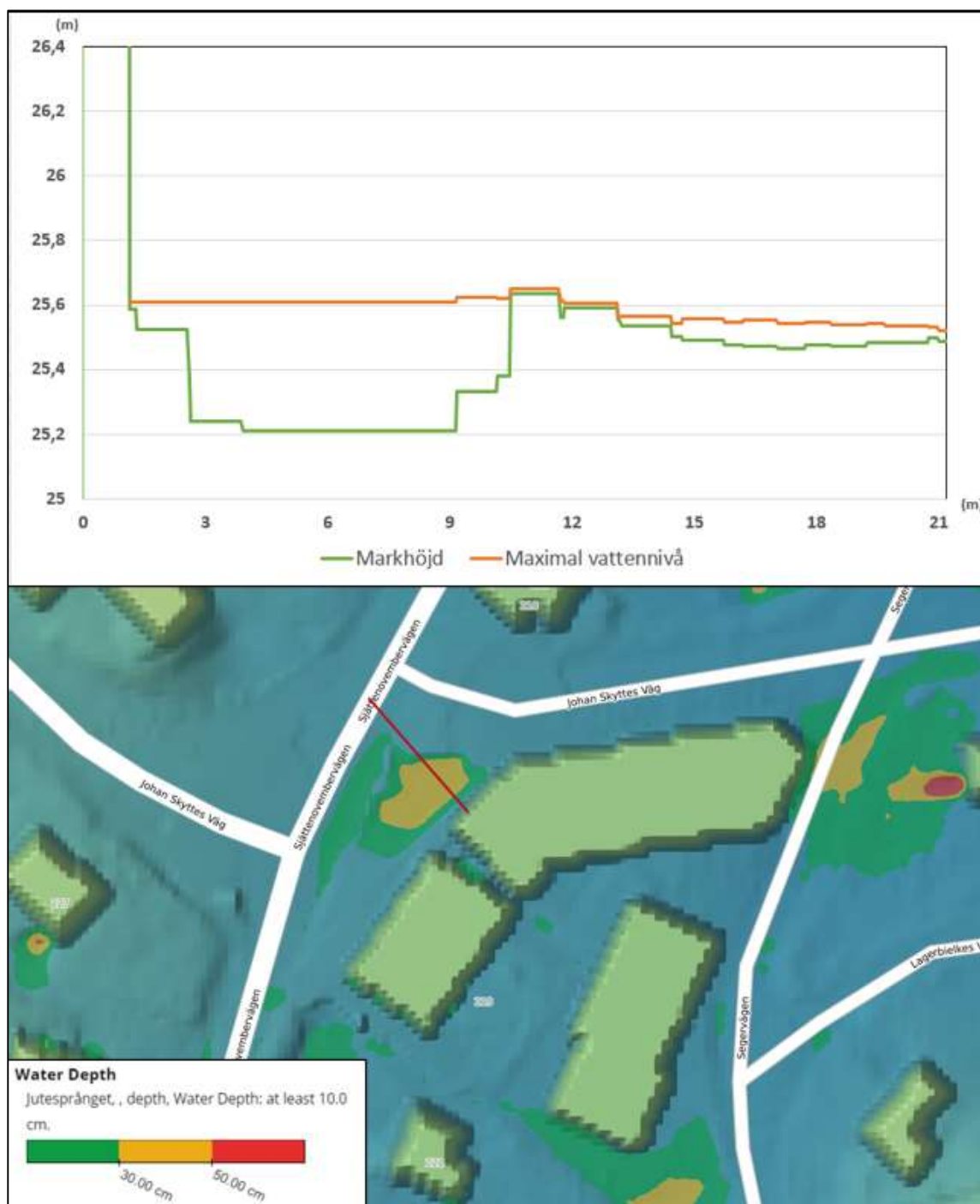
Inom planområdet föreslås även nedsänkta ytor med fördröjning för dagvattenhantering som inte har tagits hänsyn till i skyfallssimuleringen och kan därmed ge en mer gynnsam situation än vad simuleringen visar.

I den södra delen av kvartersmarken planeras en ramp ner till underliggande garage varmed en magasinslösning dimensionerad för att omhänderta flöden vid ett 100-årsregn samt en upphöjning av närliggande mark föreslås för att undvika risk för översvämning och skador på garaget. Varken garagedfarten eller den föreslagna skyddsåtgärden vid rampen är inlagda i modellen och resultat från simuleringen visar därmed inte konsekvenserna av dessa. För det vatten som faller på garagedfarten bedöms föreslagna åtgärder vara tillräckliga för att minska risken för skador på byggnaden och garaget.

Då både tillrinningsområdet och volym i lågpunkten är snarlik för både befintlig och framtida situation finns det risk att rampen och dess skyddsåtgärd förskjuter en viss volym i lågpunkten söderut. Det är därmed av vikt att den föreslagna höjdsättningen möjliggör att befintliga rinnvägar till Segervägen bevaras längs med den framtida rampen. Om flödesvägen till Segervägen bevaras bedöms den volym som kommer söderifrån kunna avrinna utan att dämma upp på närliggande fastigheter uppströms.

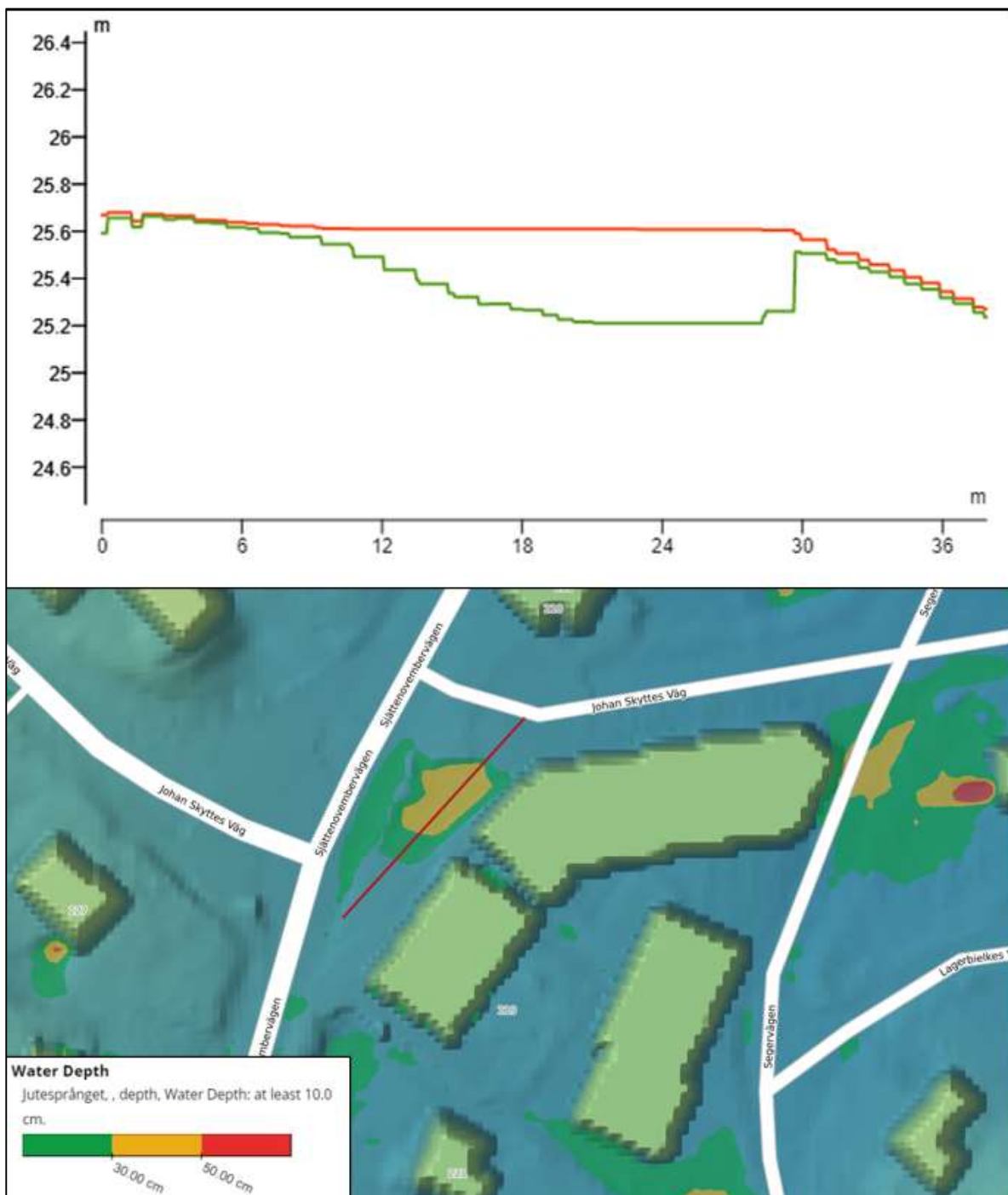
Enligt räddningstjänsten kan ambulanser ta sig fram på vägar med ett vattendjup på upp till 0,3 m och brandbilar klarar av ett vattendjup upp till 0,5 m. Även om lågpunkten vid korsningen Segervägen och Johan Skyttes Väg har ett beräknat maximalt vattendjup som överstiger 0,3 m bedöms det finnas alternativa färdvägar som gör att den sammantagna tillgängligheten till planområdet bedöms vara god vid det beräknade 100-årsregnet.

Figur 6:2 redovisar en profil med mark- och vattennivåer vid skyfallsytan i sydost-nordvästlig riktning. I den undre bilden med utbredning av maximala vattendjup redovisas inte vattendjup som understiger 0,1 m.



Figur 6:2. Profil med maximal vattennivå och markhöjder i den övre bilden. Nedre bilden visar placering av profilen i röd linje samt marknivåer och maximala vattennivåer i plan.

Figur 6:3 redovisar en profil med mark- och vattennivåer vid skyfallsytan i sydost-nordöstlig riktning. I den undre bilden med utbredning av maximala vattendjup redovisas inte vattendjup som understiger 0,1 m.



Figur 6:3. Profil med maximal vattennivå och markhöjder i den övre bilden. Nedre bilden visar placering av profilen i röd linje samt marknivåer och maximala vattennivåer i plan.

6.2 Maximala vattenhastigheter

I Figur 6:4 redovisas maximala vattenhastigheter vid ett 100-årsregn med varaktighet 30 minuter och klimatkfaktor 1,25. Resultatet visar att det uppkommer vattenhastigheter upp till 1,5 m/s längs med Johan Skyttes Väg österut. De primära flödesvägarna är längs med de omkringliggande gatorna, österut på Johan Skyttes Väg, norrut på Sjättenovembervägen och norrut på Segervägen. Vattenhastigheterna kombinerat med de maximala vattennivåerna i avsnitt 6.1 bedöms inte utgöra en fara för människoliv enligt bedömningsmetod från MSB (2017).



Figur 6:4. Maximala vattenhastigheter vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och klimatkfaktor 1,25.

6.3 Maximala flöden

I Figur 6:5 redovisas maximala flöden vid ett 100-årsregn med varaktighet 30 minuter och klimattfaktor 1,25. Resultatet visar att det uppkommer flöden upp 0,2 m/(s*m) längs med Johan Skyttes Väg österut som inte bedöms utgöra någon fara. Den framtida exploateringen ger upphov till att flöden leds vidare direkt längs med Johan Skyttes väg i stället för att rinna in och över kvartersmarken som vid befintlig situation. Den förändrade flödesvägen bedöms inte ge upphov till risk på framtida eller närliggande byggnader, varken uppströms eller nedströms.



Figur 6:5. Maximala flöden vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och klimattfaktor 1,25

7 Slutsatser och rekommendationer

Simulering med ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 visar att det beräknas ansamlas vatten med ett vattendjup mellan 0,3-0,5 m i tre punkter kring planområdet. I den föreslagna nedsänkta skyfallsytan vid korsningen Sjättenovembervägen och Johan Skyttes Väg, i den södra delen av planområdet samt vid korsningen Johan Skyttes Väg och Segervägen. Om planområdet bebyggs med en höjdsättning där marken lutar bort från byggnaderna och en säkerhetsmarginal på 0,1 m ovan redovisade nivåer bedöms dock risken för skador på byggnader som låg. En marginalnivå på 0,1 m ovan maximal vattennivå bedöms vara en tillräcklig säkerhetsmarginal eftersom flödesvägarna kring planområdet är relativt breda.

Den nedsänkta torgytan beräknas kunna fyllas upp med en volym på ca 23 m³, volymen för hela lågpunkten i den södra delen av planområdet beräknas till ca 67 m³ (planområdet berör endast en mindre del av lågpunkten) och volymen för lågpunkten vid korsningen vid Johan Skyttes Väg och Segervägen beräknas till ca 32 m³. De tre områdena är befintliga lågpunkter och uppkommer inte på grund av planerad exploatering (den nedsänkta torgytan är placerad vid en befintlig lågpunkt). Beräknade volymer i lågpunkterna vid framtida situation är i stort lika som redovisade för befintlig situation samt med snarlika tillrinningsområden. Framtida exploatering bedöms med det inte orsaka negativa konsekvenser på framtida bebyggelse eller bebyggelse uppströms/nedströms.

Beräknade vattennivåer och utbredning bedöms inte vara till den grad att den påverkar framkomligheten för räddningstjänst till planområdet och närliggande fastigheter.

Vattenhastigheterna kombinerat med de maximala vattennivåerna bedöms inte utgöra en fara för människoliv enligt bedömningsmetod från MSB (2017).

8 Referenser

- Boverket. (den 09 12 2020). *Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken - en handbok om plan och bygglagen: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/
- Bäckman, H. (2018). Skyfallens ABC. *Stadsbyggnad, Volym Nr 2*, 26-29.
- Hernebring, C., Milotti, S., Steen Kronborg, S., Wolf, T., & Mårtensson, E. (2015). Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31. *Tidskriften Vatten, Volym Nr 71*, 85-99.
- Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*. doi:Faktablad 2018:5, Diarienummer: 408, ISBN: 978-91-7281-818-7
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning*. Rapport nummer: MSB1121 – augusti 2017.
- Stockholms stad. (2015). *Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*. Stockholms stad.
- Svenskt Vatten. (2011). *Svenskt Vatten publikation P104 - Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.
- SVT. (den 27 05 2021). *Hundratals larm om översvämnningar efter regnet*. Hämtat från SVT nyheter: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/smhi-varnar-for-kraftiga-regnmangder-i-stockholm>