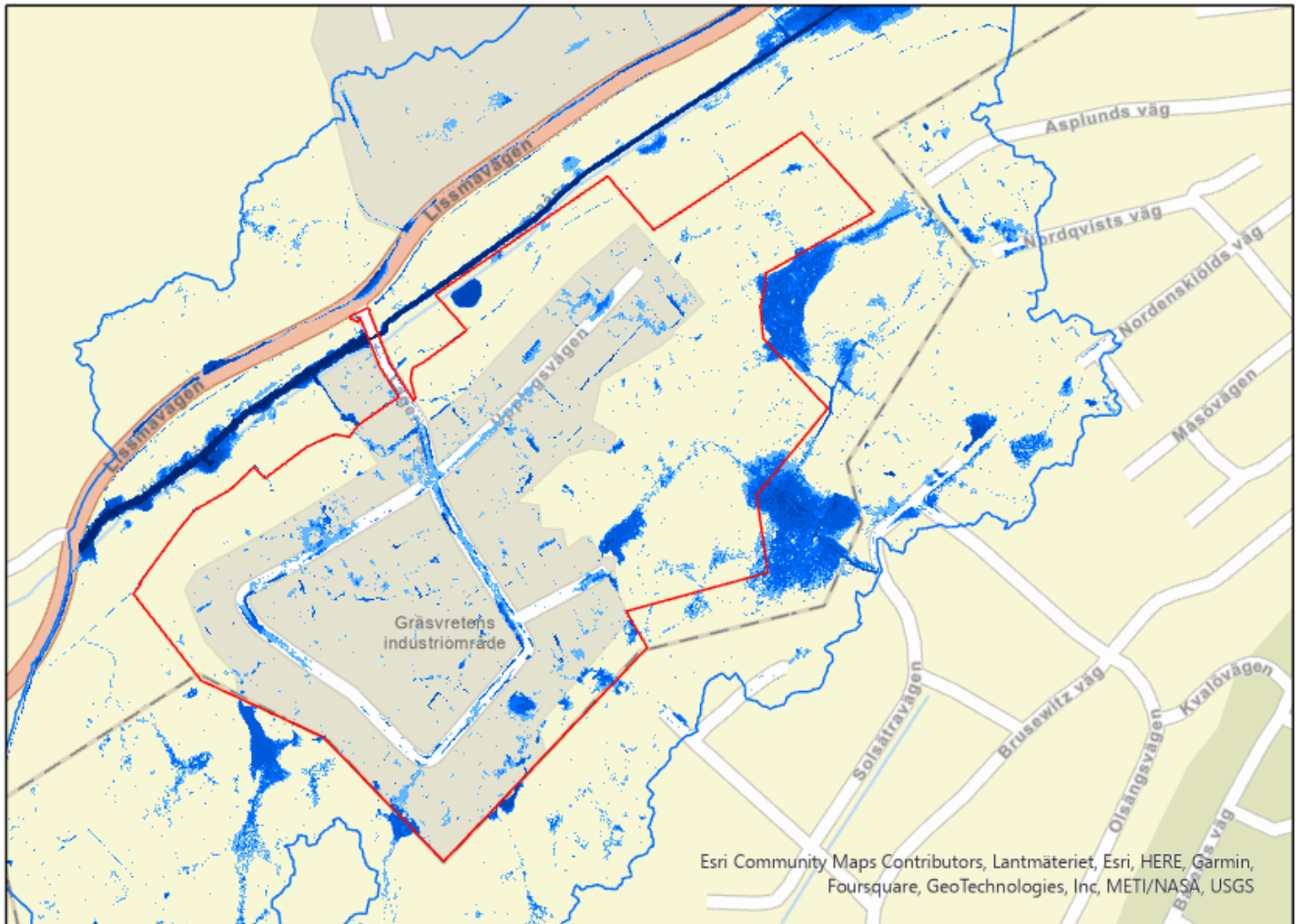


Gräsvreten skyfallsutredning

Uppdragsnr: 108 42 72 Version: 0.1 Datum: 2023-02-20



Uppdragsgivare: Huddinge Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Jacob Lindqvist
Konsult: Norconsult AB, Hantverkargatan 5K, 112 21 Stockholm
Uppdragsledare/handläggare: Martin Rosén
Granskare: Emma Nilsson Keskitalo

0.1	2023-02-20	Slutlig handling	M.R, N.M.	E.N.K	M.R
0.1	2023-01-02	Granskningshandling	M.R	E.N.K	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

I samband med framtagandet av detaljplan för industriområdet Gräsvreten i Huddinge har det uppdagats att stora flöden går genom planområdet med risk för påverkan av framkomligheten som följd. Syftet med denna utredning har varit att säkerställa att räddningstjänst kan ta sig fram på vägarna i området vid ett skyfall.

Skyfallsmodellen har byggts upp med ett avrinningsområdesperspektiv i programvaran MIKE+, detta utifrån rekommendationer av MSB, Svenskt Vatten. För att modellera befintlig skyfallssituation har en laserscannad höjdmodell med upplösningen 1x1 m från Scalgo Live använts. Till modellen används ett konstruerat regntillfälle som motsvarar ett 100-årsregn med 1 timmes varaktighet, där förväntade förändringar i framtida klimat har tagits i beaktan genom att regnvolymen har multiplicerats med en klimatkfaktor på 1,25. För hårdgjorda ytor har ett avdrag för ledningsnätet gjorts, motsvarande volymen hos ett 20-årsregn. Avrinningen från genomsläppliga ytor har antagits vara 0,75 enligt tabell i MSBs vägledning för skyfallskarteringar.

Resultatet av simuleringarna visar att stora mängder vatten rinner längs Lagervägen vid ett klimatkompenserat 100-årsregn innan det rinner ner till Lissmaån. Det maximala vattendjupet överstiger 0,3 meter på ett antal platser för befintlig situation.

För framtida situation är samtliga vägar inom planområdet framkomliga vid ett 100-årsregn. Eftersom en stor del av vattnet kommer rinna i svackdiken längs vägarna är det viktigt att dessa ej blockeras och att lågpunkter finns på passager till fastigheterna så att vatten kan rinna över dessa (dräneringskylvertar brukar generellt ej vara dimensionerade för ett 100-årsregn. Instängda områden riskerar att skapas av den föreslagna höjdsättningen av nya vägar. Detta behöver beaktas i höjdsättning av industrimarken. Industrimark planeras där det idag finns befintliga lågpunkter. Vattendjupet ökar vid de instängda områden som den föreslagna vägen skapar. Detta innefattar även en befintlig lågpunkt sydväst om planområdet. Vattendjupet minskar på de befintliga vägarna i området och ökar något i vägdikena.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Underlag	8
2	Områdesförutsättningar	9
2.1	Marknivåer	9
3	Myndigheters rekommendationer och bestämmelser gällande skyfallshantering	11
3.1	Planering av ny bebyggelse	11
3.1.1	<i>Olika lagars rådighet</i>	12
3.1.2	<i>Skyfall och vikten av samverkan</i>	12
3.2	Skyfall och klimatförändringar	12
4	Skyfallsteori	15
4.1	Definitioner av skyfall	15
4.2	Återkomsttid	15
4.3	Skyfall och dagvatten	16
4.3.1	<i>Skyfall och ledningsnätets kapacitet</i>	16
5	Skyfallsmodell	17
5.1	Beräkningsförutsättningar	17
5.2	Modellområde	17
5.3	Modellerade scenarier	18
5.3.1	<i>Befintliga förhållanden</i>	18
5.3.2	<i>Föreslagen utformning</i>	18
5.4	Nederbörd	19
5.5	Markens råhet	20
5.6	Infiltration	20
5.7	Osäkerheter i skyfallsmodellen	20
6	Resultat	22
6.1	Befintligt förhållanden	22
6.1.1	<i>Maximala vattendjup för befintliga förhållanden</i>	22
6.1.2	<i>Maximala vattenhastigheter</i>	23
6.1.3	<i>Maximala flödesvägar</i>	24
6.2	Framtida förhållanden	25
6.2.1	<i>Maximala vattendjup för framtida förhållanden</i>	25
6.2.2	<i>Maximala vattenhastigheter</i>	27
6.2.3	<i>Maximala flödesvägar till området</i>	28
7	Slutsatser och rekommendationer	29
8	Referenser	30

Bilaga 1A Befintligt maximala vattendjup

Bilaga 1B Befintligt maximala vattenflöden

Bilaga 1C Befintligt maximala vattenhastigheter

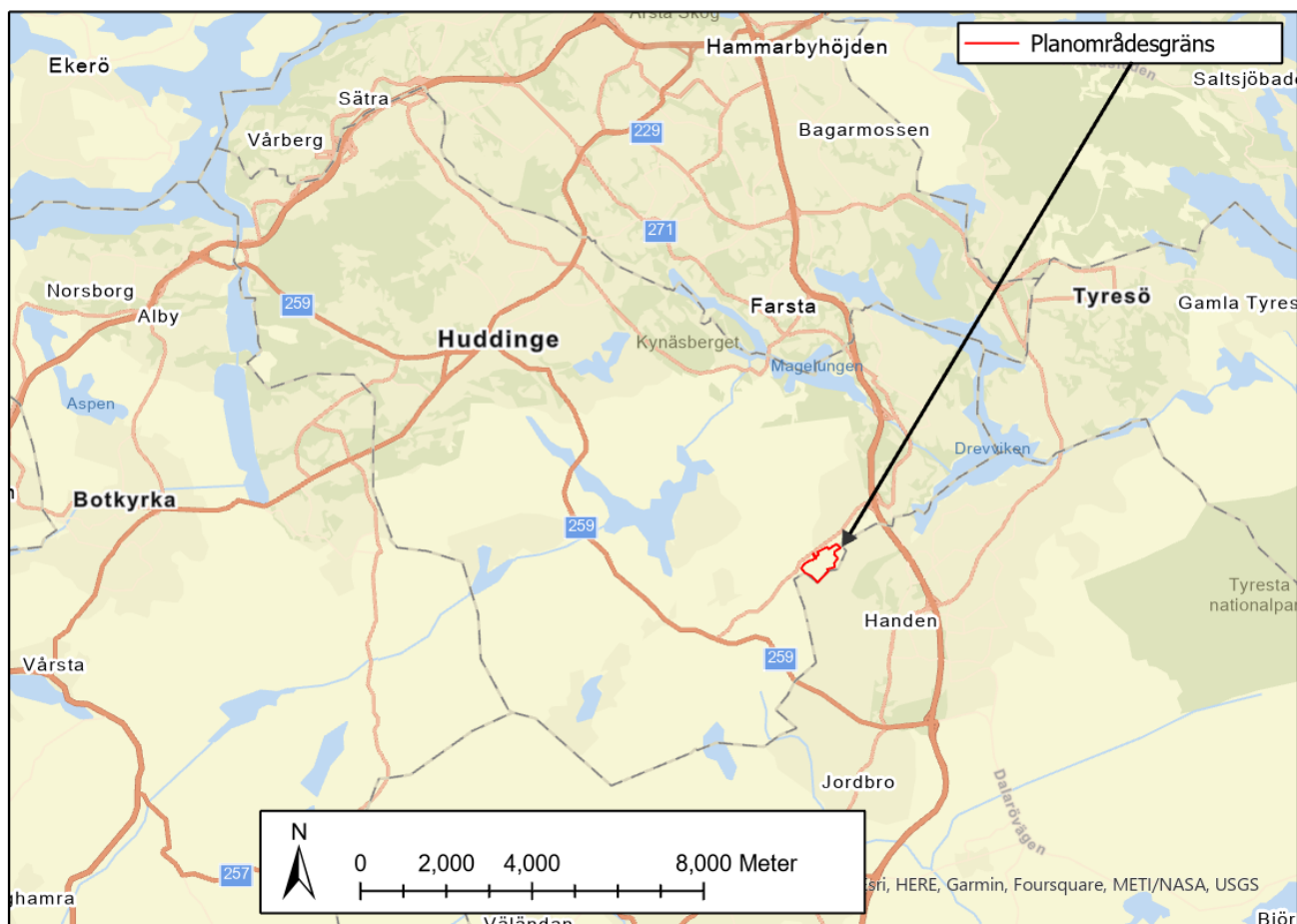
Bilaga 2A Framtida maximala vattendjup

Bilaga 2B Framtida maximala vattenflöden

Bilaga 2C Framtida maximala vattenhastigheter

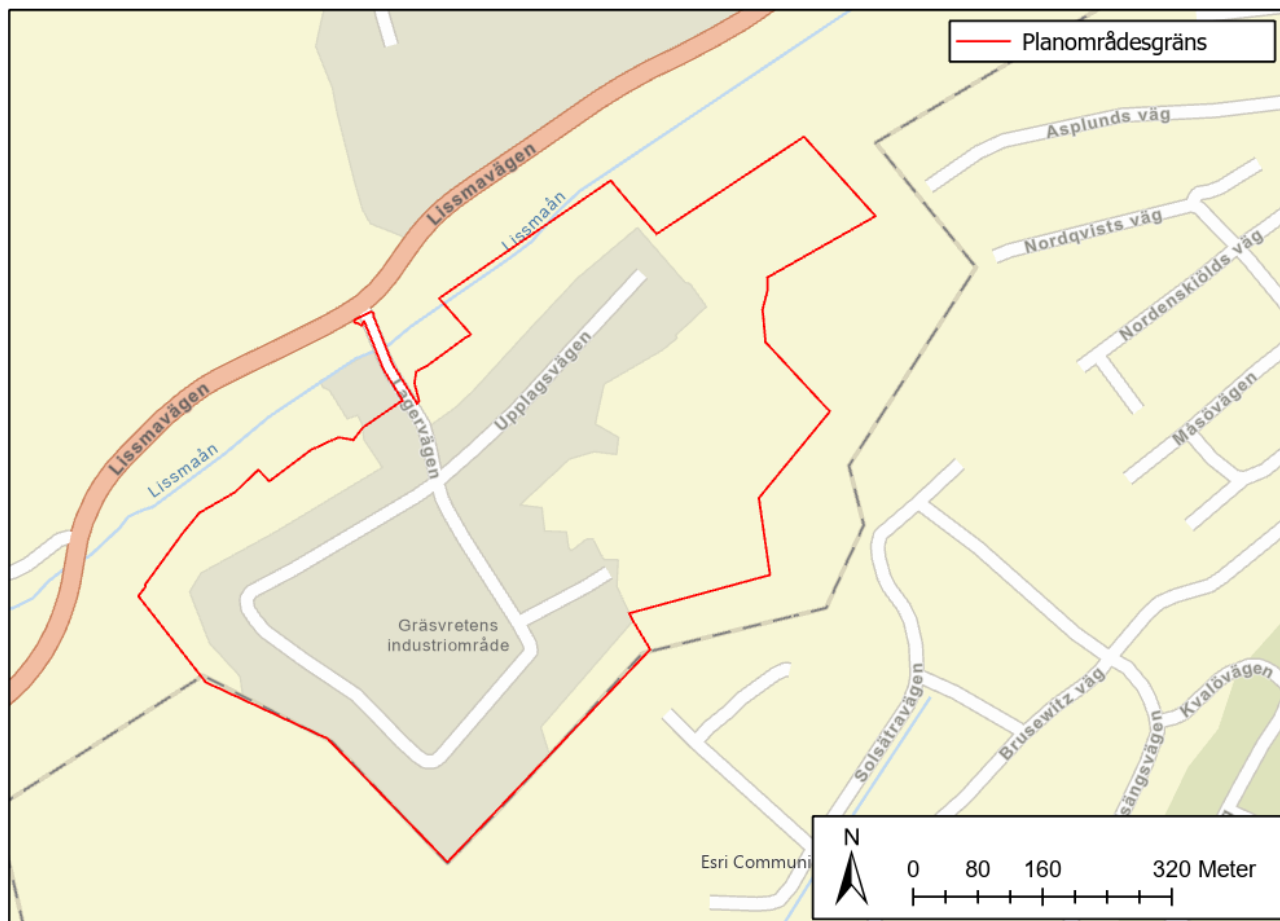
1 Inledning

I utredningsområdet för Gräsvreten det uppdagats att det finns stora flöden som rinner genom området vid stora regn. På förekommen anledning har Norconsult fått i uppdrag av Huddinge kommun att fram en skyfallsutredning. Utredningsområdet är beläget i sydöstra Huddinge, på gränsen till Haninge kommun, se Figur 1-1. Syftet med utredningen var att utreda befintlig skyfallssituation och hur den nya höjdsättningen påverkar flödesvägar och vattendjup för att säkerställa framkomlighet för räddningstjänst vid extrema regnhändelser

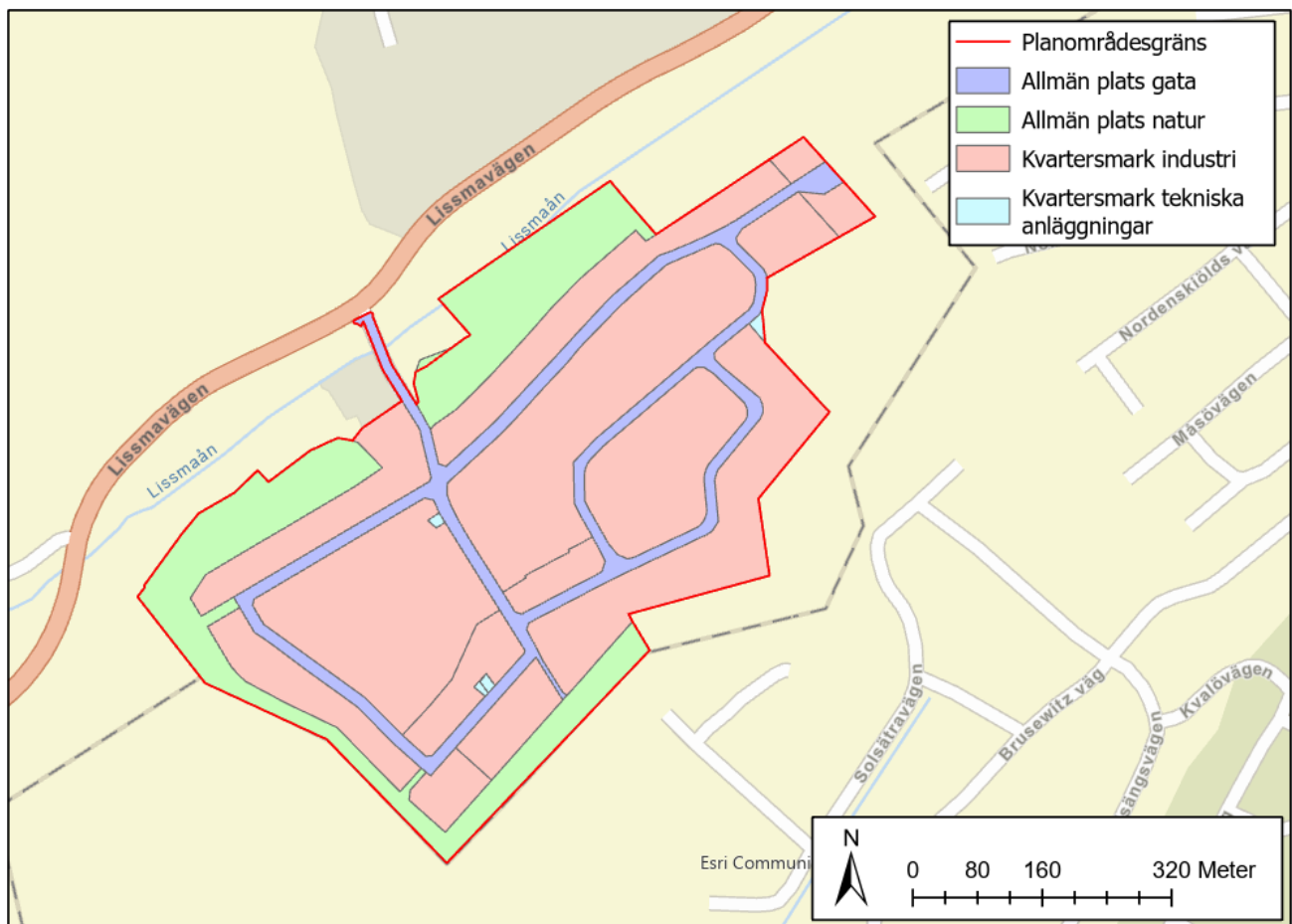


Figur 1-1. Karta över Huddinge med utredningsområdets placering.

För befintlig situation består planområdet av det befintliga industriområdet och övriga mark är naturmark eller grönytor, se Figur 1-2. För föreslagen markanvändning utökas industriområdet så att merparten av markanvändningen består av industrimark, se Figur 1-3.



Figur 1-2. Befintlig markanvändning och utbredning av Gräsvretens industriområde. Det befintliga industriområdet är markerat med mörk skuggning.



Figur 1-3. Föreslagen markanvändning och utbredning av Gräsvretens industriområde.

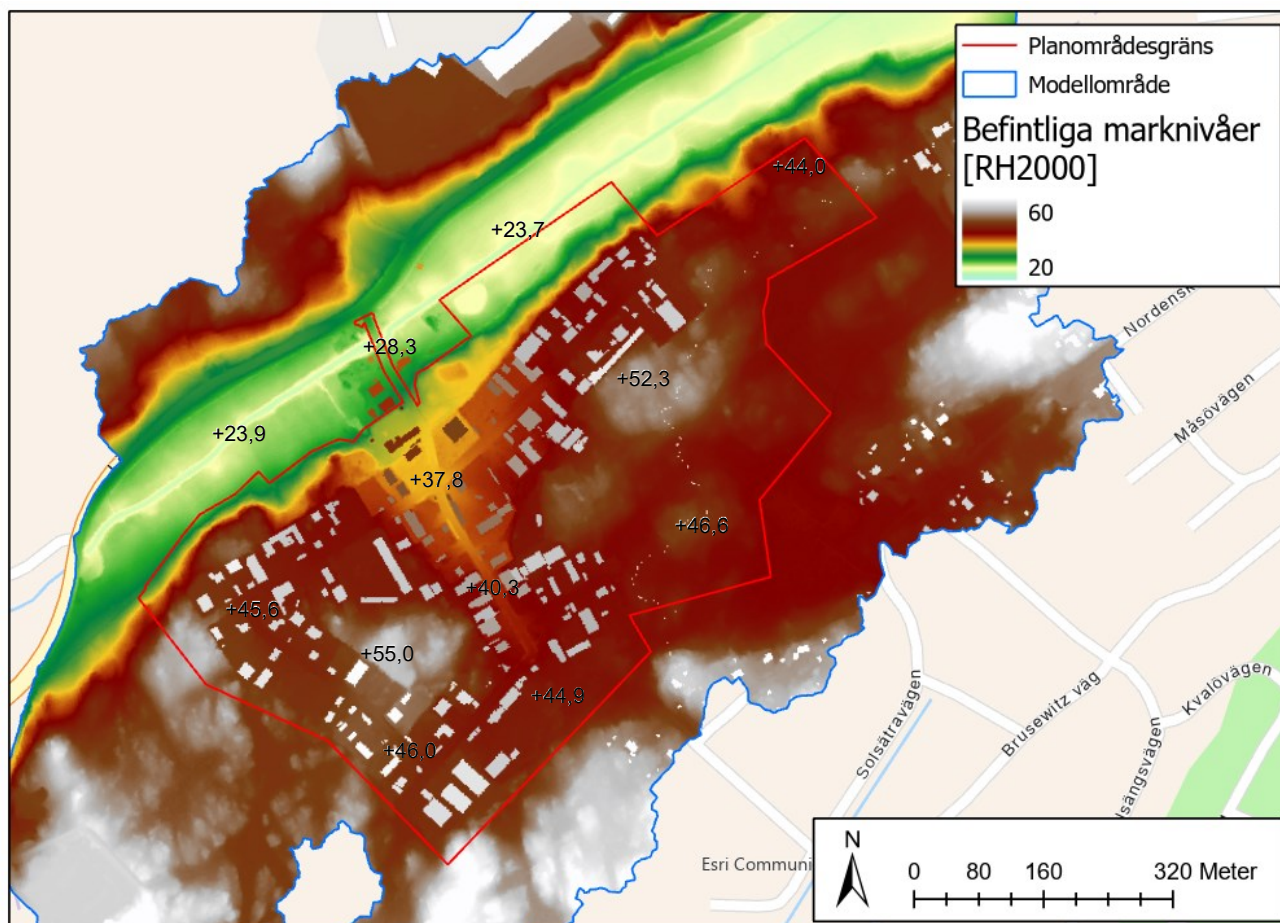
1.1 Underlag

- Höjdmodell 1x1 m från lantmäteriet, hämtat från Scalgo Live
- Befintlig markanvändning i form av hårdgjordhet, hämtat från Scalgo Live
- Framtida markanvändning, från plankarta daterad 20220922.
- Projektering av föreslagen gata, daterat 2022-12-07

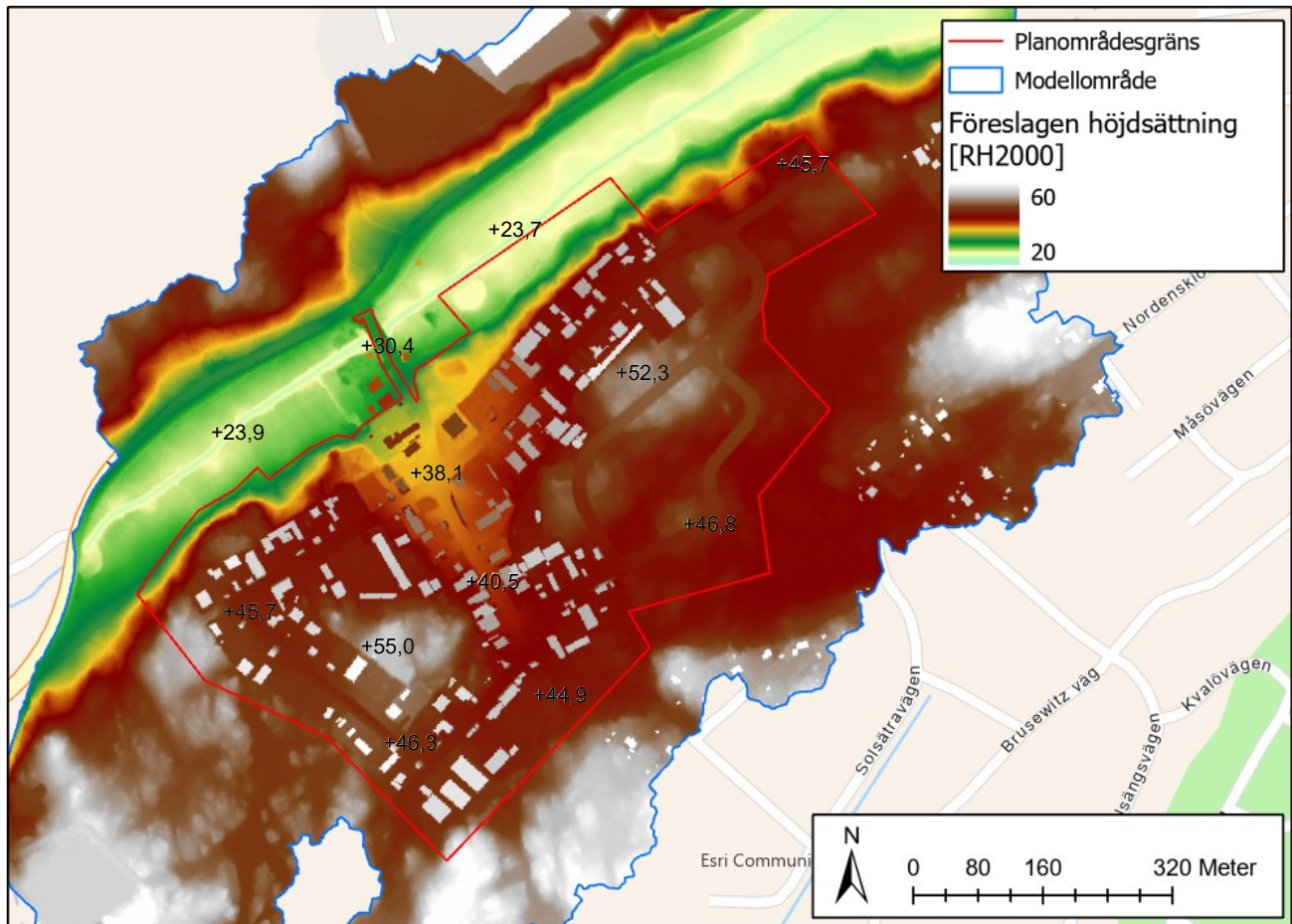
2 Områdesförutsättningar

2.1 Marknivåer

Markhöjder från bearbetad laserscanning för modellområdet redovisas i Figur 2-1. Marken lutar mot Lissmaån inom större delen av planområdet och åt ost i de östra delarna av planområdet.



Figur 2-1. Markhöjder från bearbetad laserscanning för modellområdet. Marken lutar mot Lissmaån inom större delen av planområdet och åt ost i de östra delarna av planområdet.



Figur 2-2. Marknivåer för den föreslagna vägen i planområdet.

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 mångfunktionella 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 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 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 översvämningsytor ska identifieras och verifieras så att skador minimeras.

3.1.1 Olika lagars rådighet

Vid planering av skyfall- och klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att klargöra ansvarsfrågan för olika typer av regnflopp. 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 detaljplanlagt område och verksamhetsområde för dagvatten i ett avrinningsområde (Svenskt vatten, 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 (Svenskt Vatten, 2018).

3.2 Skyfall och klimatförändringar

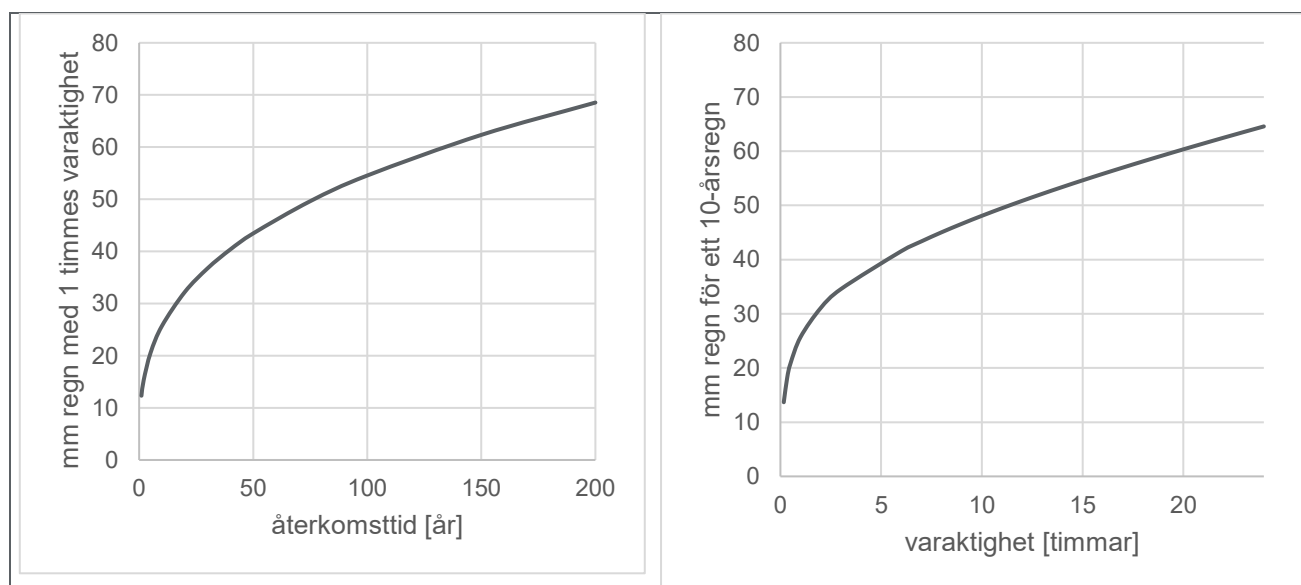
Förändringar i nederbörds mängd är att förvänta till följd av ändringar i klimat. Storleken på de förväntade förändringarna i nederbörd är beroende av vilka åtgärder som vi ansätter för att minska andelen växthusgaser i atmosfären. Svårigheten blir därmed att uppskatta vilket framtidsscenario som är 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 klimatscenariot 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 i att ett regn som i dag betraktas som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 % till slutet av seklet skulle det innebära att sannolikheten för ett befintligt 100-årsregn fördubblas (MSB, 2017). 25% ökning(faktor 1,25) är också det som valts i denna skyfallsutredning.

4 Skyfallsteori

4.1 Definitioner av skyfall

Enligt Svenskt Vatten (2018) finns det i dag ingen tillfredställande definition för 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 (Svenskt Vatten, 2018). I en urban miljö är det istället den totala tiden under vilket ett regn med en viss intensitet faller, den så kallade regnvaraktigheten, som är av stor betydelse för markavrinningen menar Svenskt Vatten (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 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. En av orsakerna till de stora översvämningarna är att stora delar av ledningsnätet är kombinerat spillvatten och dagvatten vilket generellt har lägre kapacitet än rena dagvattennät, se även avsnitt 5.3.1.



Figur 4-1. Vänstra bilden: hur regnmängd varierar med återkomsttiden för ett regn med 1 timmes varaktighet. Högra bilden: hur regnmängden 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 (Svenskt Vatten, 2018). Sannolikheten för att ett regn med en viss återkomsttid ska inträffa eller överträffas är $1/\text{återkomsttiden}$ 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 är volymen 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 (Svenskt Vatten, 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 ytavrinningen 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 (Svenskt Vatten, 2015). Skyfall i detta sammanhang innebär extrema regnhändelser som statistiskt sätt inträffar sällan. Att dimensionera ledningsnät för att hantera skyfallsvolymer med långa återkomsttider är därför inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhälleligt perspektiv.

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 linje med Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).

5 Skyfallsmodell

5.1 Beräkningsförutsättningar

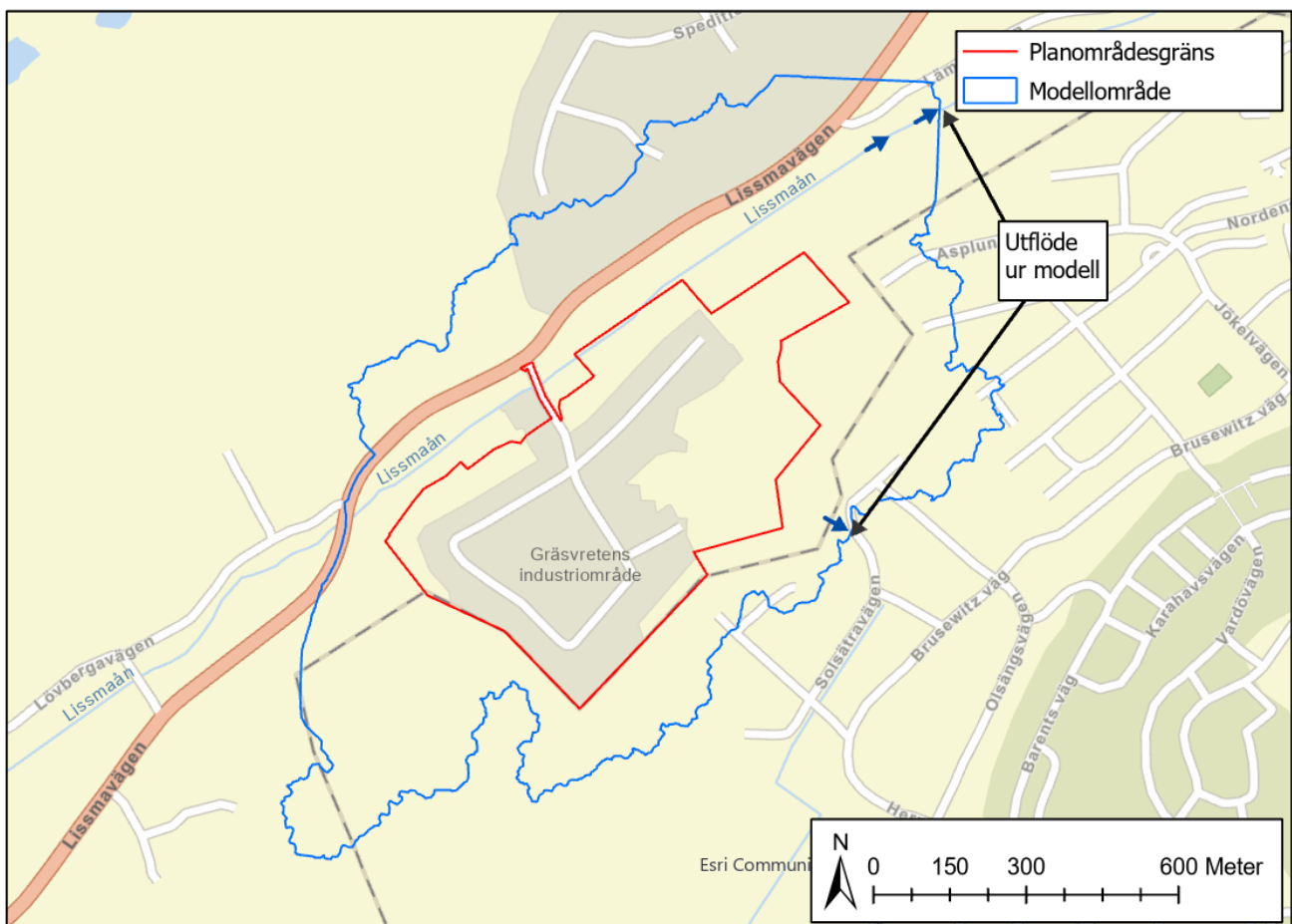
Det är omöjligt att förutsäga när eventuella skyfall kommer drabba ett visst område och hur kraftiga dessa kommer vara. Det är däremot möjligt att analysera planområdets sårbarhet för ett skyfall, vilket är huvudsyftet med den här utredningen.

Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som byggts upp i programvaran MIKE 21. 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 (Länsstyrelserna, 2018) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps, MSBs, rapport *Vägledning för skyfallskartering* (MSB, 2017).

5.2 Modellområde

Modellområdet motsvaras av avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar påverka, se Figur 5-1. Vatten flödar ut ur modellområdet längs Lissmaån och längs Solsätravägen.



Figur 5-1. Modellområdet motsvaras av avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar påverka. Vatten flödar ut ur modellområdet längs Lissmaån och längs Solsåtravägen.

5.3 Modellerade scenarier

De scenarier som har utretts för Gräsvreten är befintligt och framtida förhållanden med projekterad väg. För varje skyfallsscenario har en terrängmodell byggts upp för att efterlikna topografin i området som modellerats. Större genomledningar såsom gång och cykeltunnlar och viadukter har tagits med i modellen för att tillåta vatten att flöda igenom. Det underlag som använts för de olika scenarierna redovisas i Tabell 5:1. Underlaget som använts finns redovisat i mer detalj i avsnitt 5.3.1 - 5.3.2.

Tabell 5:1. Utredda scenarier som har modellerats.

Scenario	Underlag	Datum	Simulerat regn	Resultat datum
Befintliga förhållanden	Befintlig laserscanning, byggnader upphöjda 2 meter, justering för broar och underfarter	2022-12-07	100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och varaktighet 6 h, 20-årsregn avdrag för ledningsnätet	2022-12-22
Framtida situation	Höjdmodell för befintliga förhållanden		100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och varaktighet 1 h, 20-årsregn avdrag för ledningsnätet	2022-12-22
	Höjdmodell väg	2022-12-07		

5.3.1 Befintliga förhållanden

Terrängmodellen för befintliga förhållanden baseras på laserscannat höjddata med 1x1 meter upplösning, erhållet från Scalgo Live 2022-10-10. Gränserna för modellerna har anpassats till gränserna för det topografiska delavrinningsområdet i vilket den studerade detaljplanen ingår i.

5.3.2 Föreslagen utformning

För att kunna lösa skyfallsproblematiken har höjdmodellen för föreslagen utformning tagits fram i flera steg där samordning gjorts med gatuprojektörer.

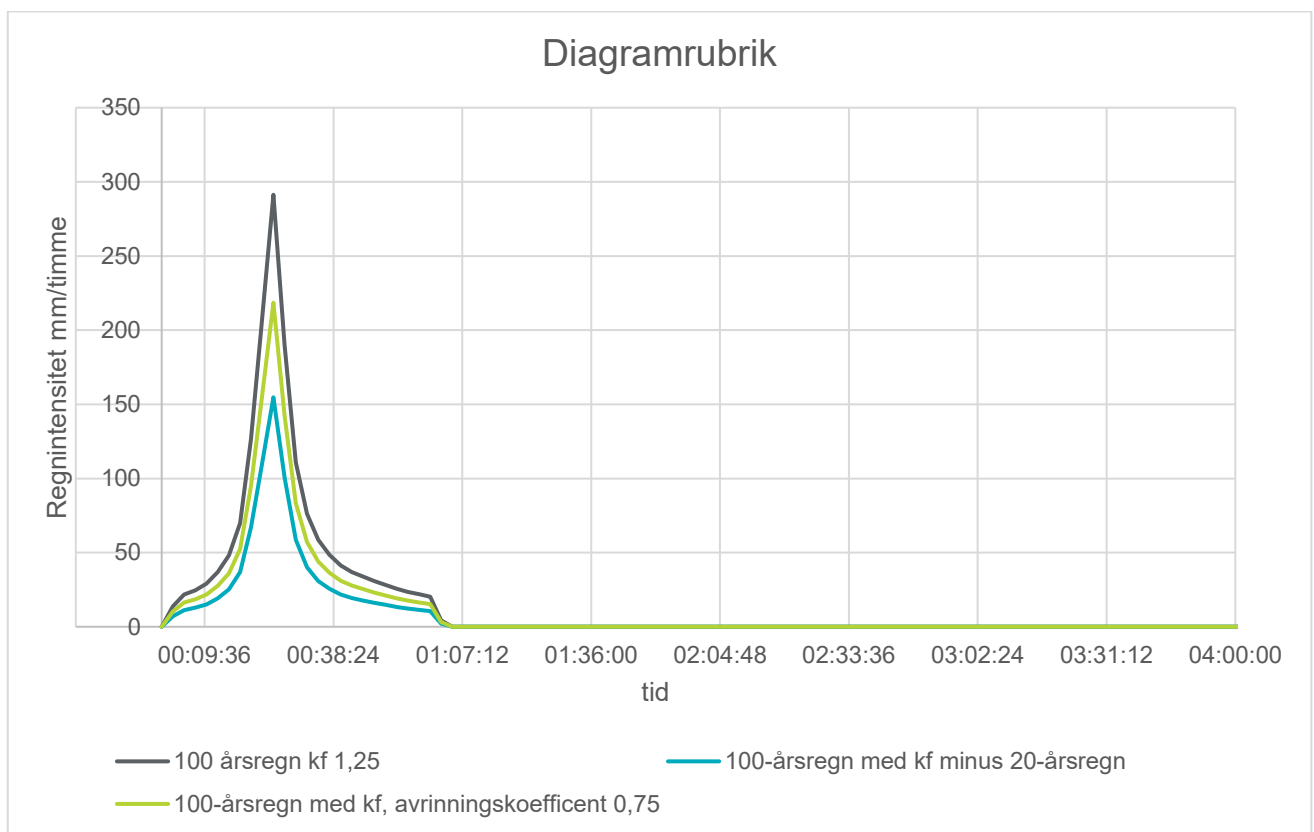
Projekterade marknivåer vid vägar inom planområdet har använts tillsammans med befintlig laserscanning för att skapa en höjdmodell över framtida förhållanden. Underlaget i höjdmodell redovisas i Tabell 5:1. Höjdmodellen har skapats med programvarorna ArcGIS pro och FME.

5.4 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 beskrivet, en klimatkoefficient på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt vatten, 2016).

Skyfallskarteringen över gräsvreten har genomförts för ett 100-årsregn med 1 timmes varaktighet, vilket är motsvarar rinntiden genom utredningsområdet. Regnet som använts är ett så kallat "designregn" av CDS-typ vilket består av flera blockregn med olika varaktigheter och intensiteter för den valda återkomsttiden, Figur 5-2 (Svenskt vatten, 2011). En förenkling görs gällande ledningsnätets kapacitet där nätet antas klara en volym motsvarande regn med en återkomsttid på 20 år för att motsvara befintliga och föreslagna dagvattenhantering. Avdrag har därför gjorts på ytor som antas vara kopplade till ledningsnätet, i detta fall vägar, byggnader marken för det planerade industriområdet. Grönytor antas ha en avrinningskoefficient på 0,75 enligt (MSB, 2017).



Figur 5-2. CDS-regn som använts i skyfallskarteringen med 100 års återkomsttid. Grå linje visar regnets fulla intensitet. Ljusgrön linje visar intensiteten för grönytor med avrinningskoefficient 0,75 och mörkgrön linje visar intensiteten efter att avdrag gjorts för ledningsnätets kapacitet och används på ytor som antas vara ansluta till ledningsnätet.

5.5 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 använts i skyfallskarteringarna presenteras i Tabell 5:2.

Tabell 5:2. Värden på Mannings tal som använts i skyfallskarteringen för olika ytor. Ytorna har klassats utifrån fastighetskartan och ortofoto.

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

5.6 Infiltration

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

5.7 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 gjorts för Gräsvreten.

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). Detta är relevant i detta fall där översvämningsrisken vid ett lågområde analyseras; eftersom det vid längre varaktigheter kombinerat med låg kapacitet eller igensatt ledningsnät kan leda till högre större vattenmängder än vid ett kortare, mer intensivt regn.

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 21 simuleras istället 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 annan faktor som bidrar med osäkerhet. Markanvändningskategorier varierar mellan olika skyfallssimuleringar och flera värden förekommer i litteraturen. Osäkerheten från valet av markråhet är svår 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 användas 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 höjddatat 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 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.

Vidare är det värt att påpeka att resultatkartorna för maximalt vattendjup visar ögonblicksbilder och inte hur länge olika platser översvämmas. Med avseende på risken för skador och olyckor är det betydligt värre att vatten står under en längre tid än om de endast inträffar under själva regntillfället där det troligtvis inte är lika hög trafikbelastning. Därför redovisas även resultat med stående vatten efter skyfallet, i detta fall 5 timmar efter regnets slut.

6 Resultat

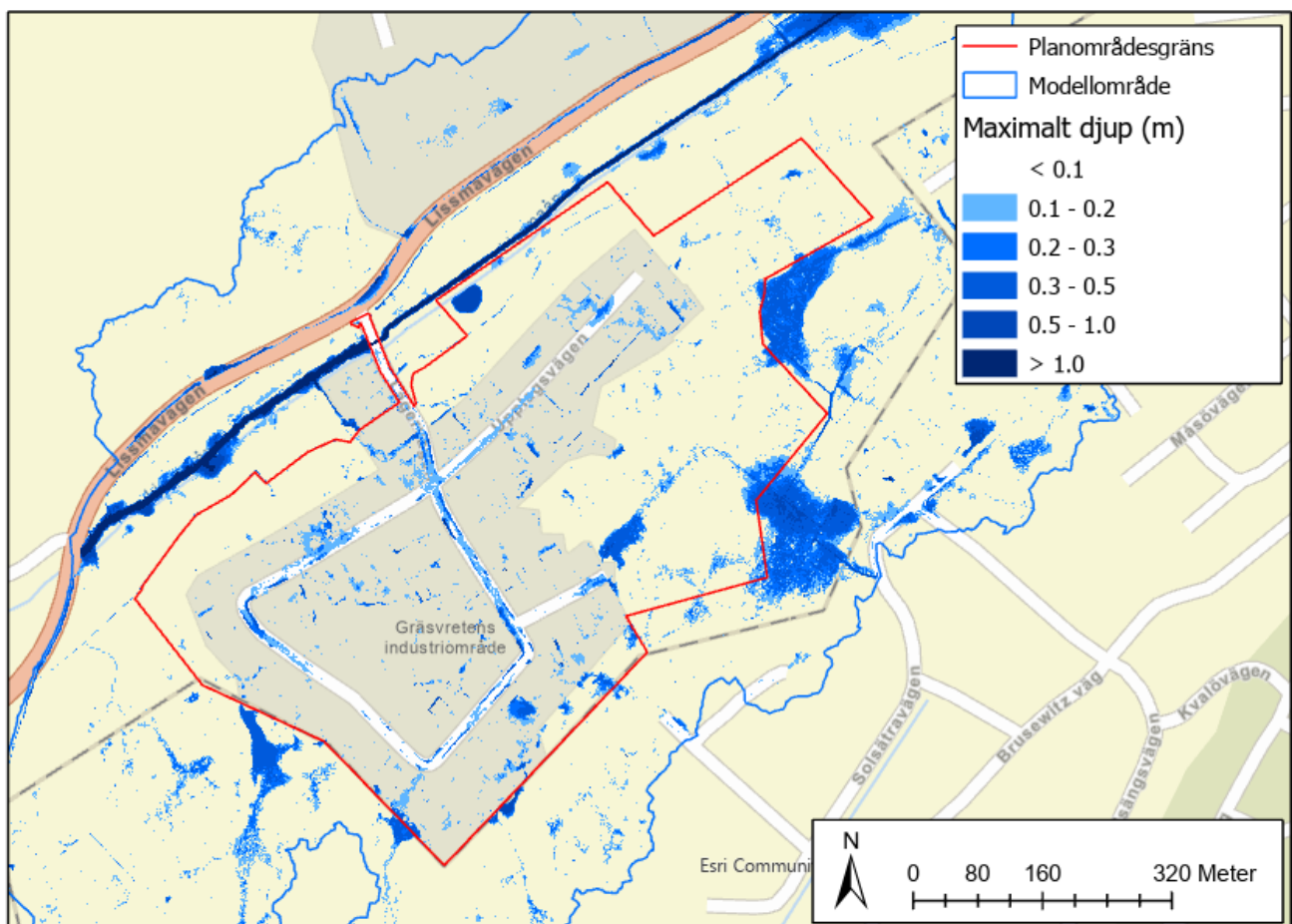
Skyfallskarteringen av Gräsvreten visar de översvämningar som beräknas uppstå till följd av studerat skyfall före och efter exploatering i området. Resultatet för befintlig situation redovisas i bilaga 1A-1C och för framtida förhållanden i bilaga 2A-2C. Bilagorna visar maximalt vattendjup, vattenflöde och vattenhastighet under hela simuleringsperioden. De **maximala** värdena som presenteras behöver nödvändigtvis inte inträffa vid samma tidpunkt. Detta eftersom samma intensitet faller över hela modellområdet vid en given tidpunkt varför, beroende på topografi och friktion (Mannings M) leder till att maximala värden inträffar vid olika tidpunkter.

6.1 Befintligt förhållanden

Nedan följer en beskrivning av resultatet av simuleringarna för befintlig situation vilka även finns presenterade i bilagorna 1A-1C.

6.1.1 Maximala vattendjup för befintliga förhållanden

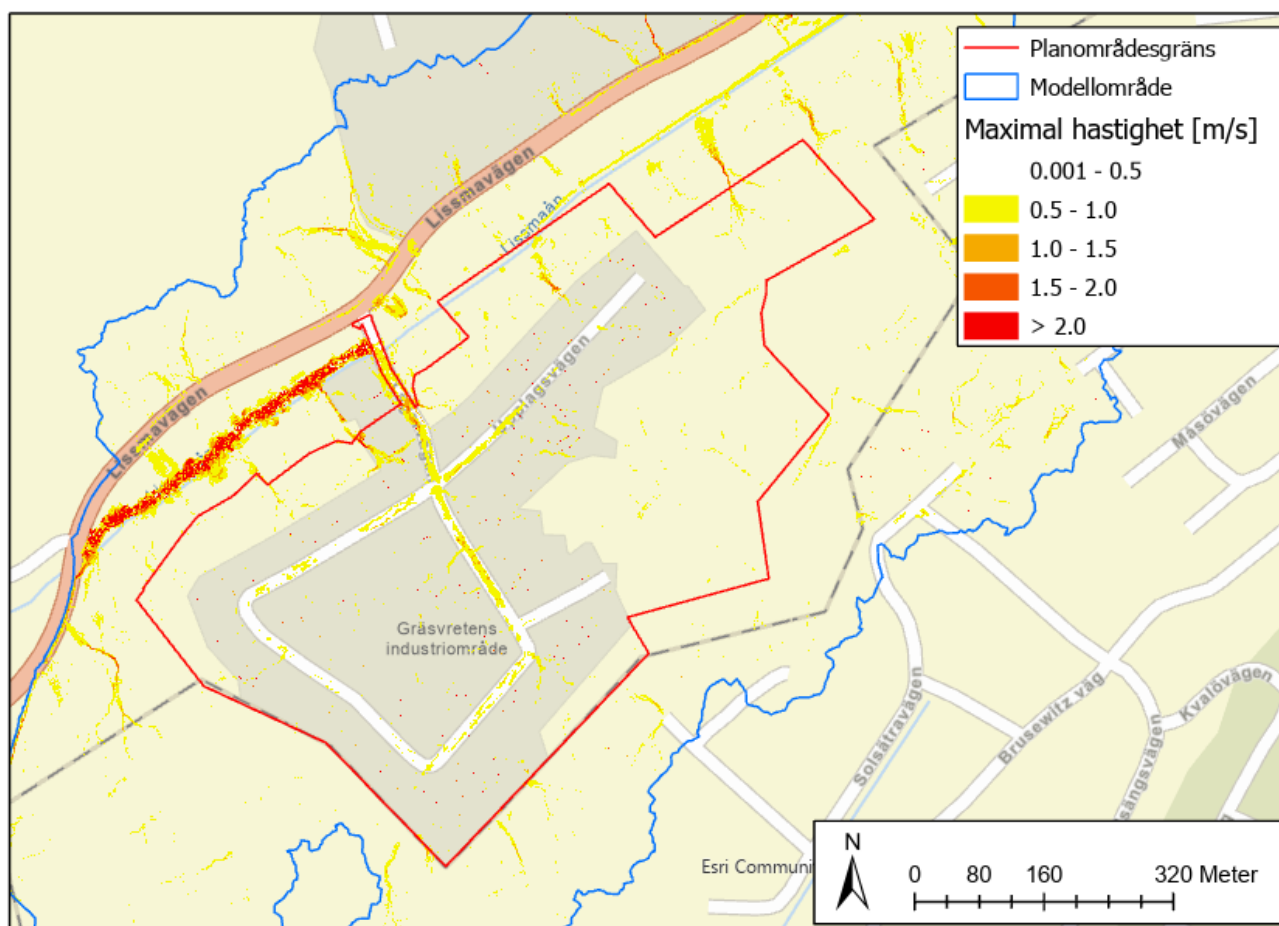
Maximala vattendjup är inte en ögonblicksbild utan visar det maximala vattendjupet som uppstår i varje enskild cell under hela simuleringen. Figur 6-1 visar att det inom planområdet finns ett antal befintliga lågpunkter där det planeras industrimark. Det maximala vattendjupet överstiger 0,3 meter på ett antal platser på befintliga vägar. I bilaga 1A redovisas maximala vattendjup.



Figur 6-1. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskarteringen för befintlig situation. Inom planområdet finns ett antal befintliga lågpunkter där det planeras industrimark. Det maximala vattendjupet överstiger 0,3 meter på ett antal platser på befintliga vägar.

6.1.2 Maximala vattenhastigheter

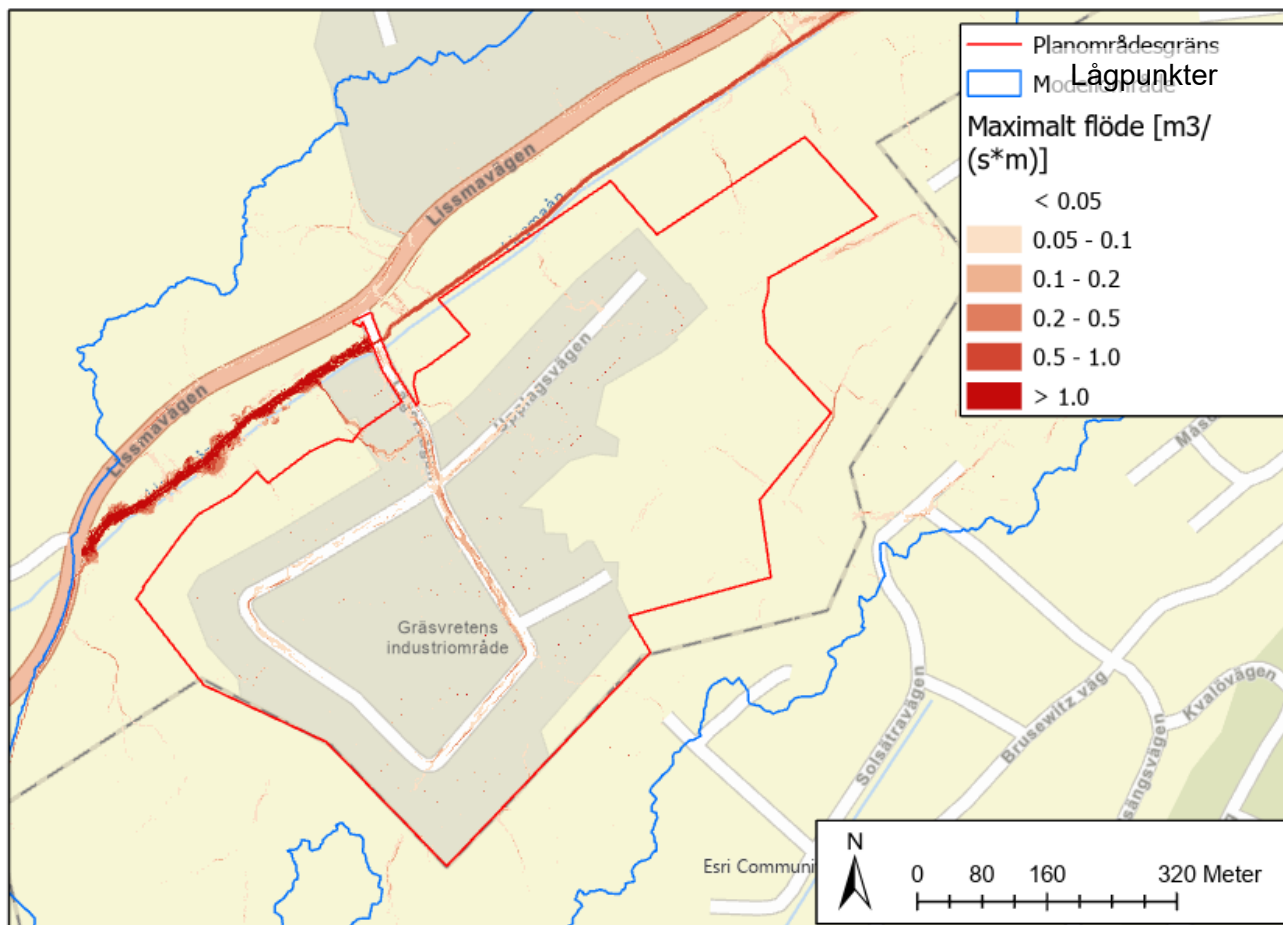
I Figur 6-2 redovisas maximala vattenhastigheter för utredningsområdet. Resultatet visar att det uppkommer höga vattenhastigheter, upp till 2 m/s längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsätravägen. I bilaga 1B redovisas maximala vattenhastigheter.



Figur 6-2. Maximala vattenhastigheter vid ett 100-årsregn. Resultatet visar att det uppkommer höga vattenhastigheter, upp till 2 m/s längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsätravägen. I bilaga 1B redovisas maximala vattenhastigheter.

6.1.3 Maximala flödesvägar

I Figur 6-3 redovisas flödesvägar för ett 100-årsregn med varaktighet 1 h. Resultatet visar att det uppkommer stora flöden längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsätravägen. I bilaga 1C redovisas maximalt flöde.



Figur 6-3. Maximala flöden för befintliga förhållanden. Resultatet visar att det uppkommer stora flöden längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsätravägen.

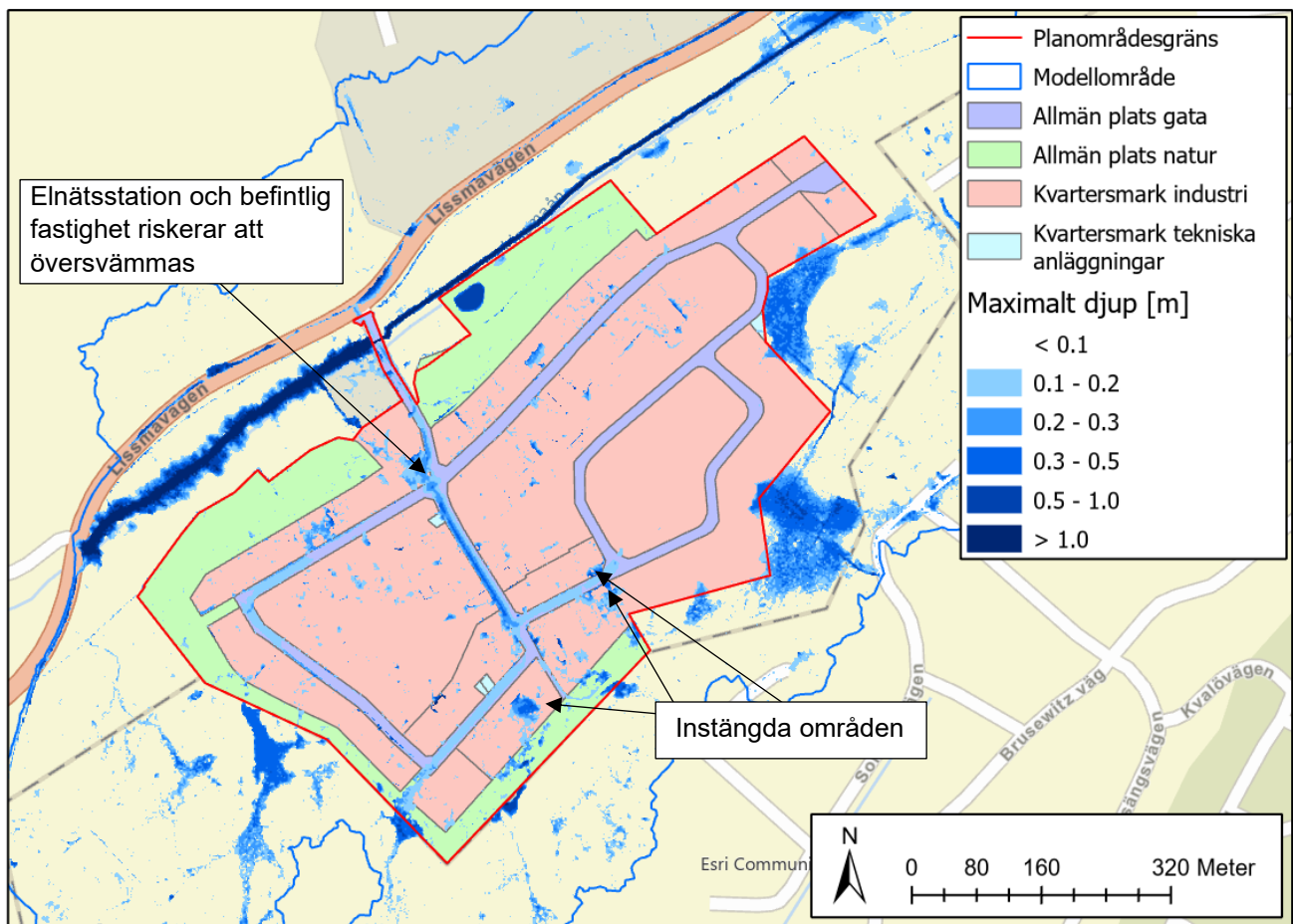
6.2 Framtida förhållanden

Nedan följer en beskrivning av resultatet av simuleringarna för föreslagen utformning av nya vägar vilka även finns presenterade i bilagorna 2A-2C.

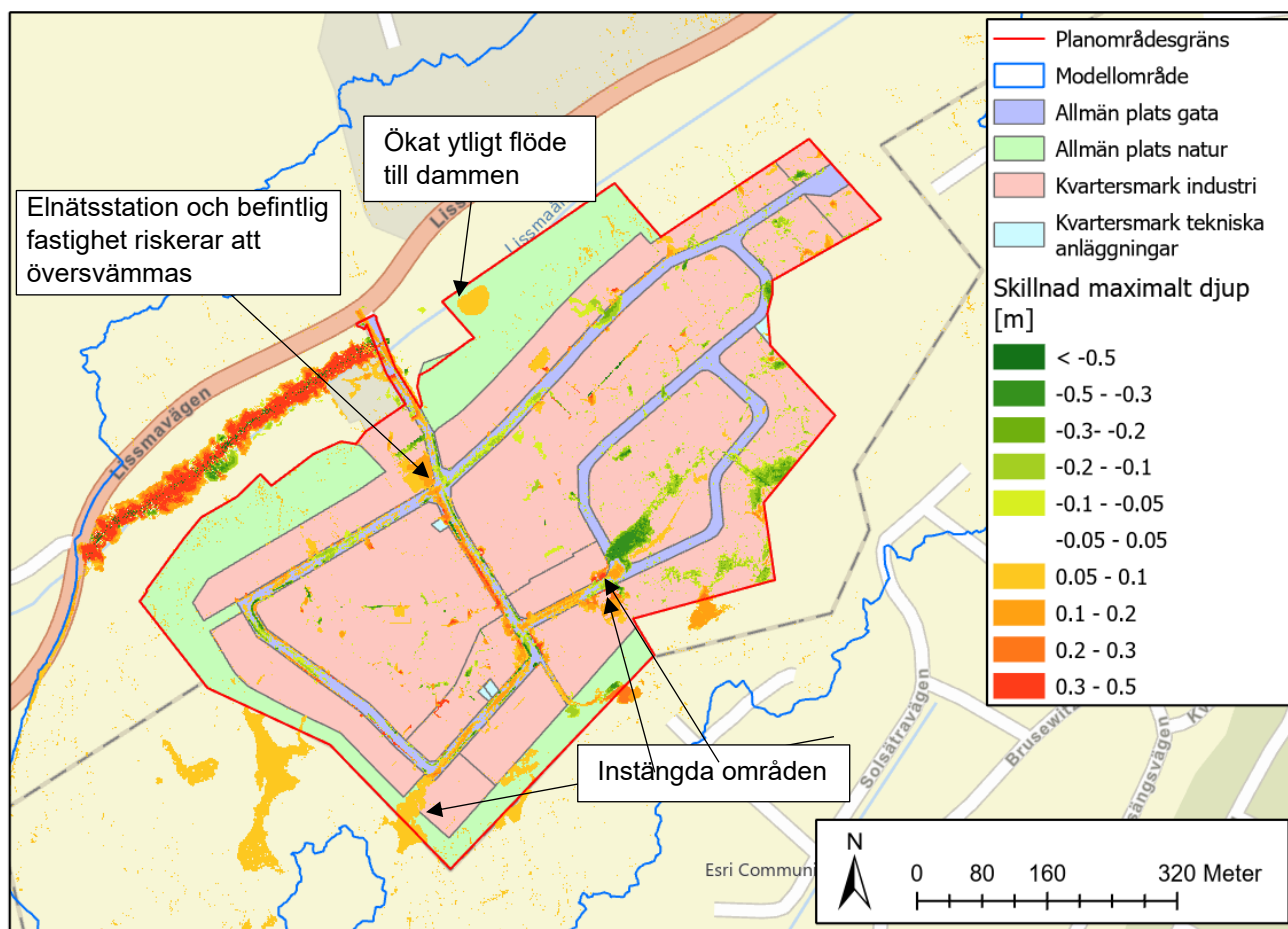
6.2.1 Maximala vattendjup för framtida förhållanden

Maximala vattendjup är inte en ögonblicksbild utan visar det maximala vattendjupet som uppstår i varje enskild cell under hela simuleringen. Figur 6-4 visar att den föreslagna vägen skapar instängda områden mot befintliga mark vilket behöver beaktas vid höjdsättning av den framtida industrimarken. Inom planområdet finns även ett antal befintliga lågpunkter där det planeras industrimark. Det maximala vattendjupet på samtliga vägar understiger 0,2 meter.

Vattendjupet ökar vid de instängda områden som den föreslagna vägen skapar, se Figur 6-5. Detta innefattar även en befintlig lågpunkt sydväst om planområdet. Vattendjupet minskar på de befintliga vägarna i området och ökar något i vägdikena.



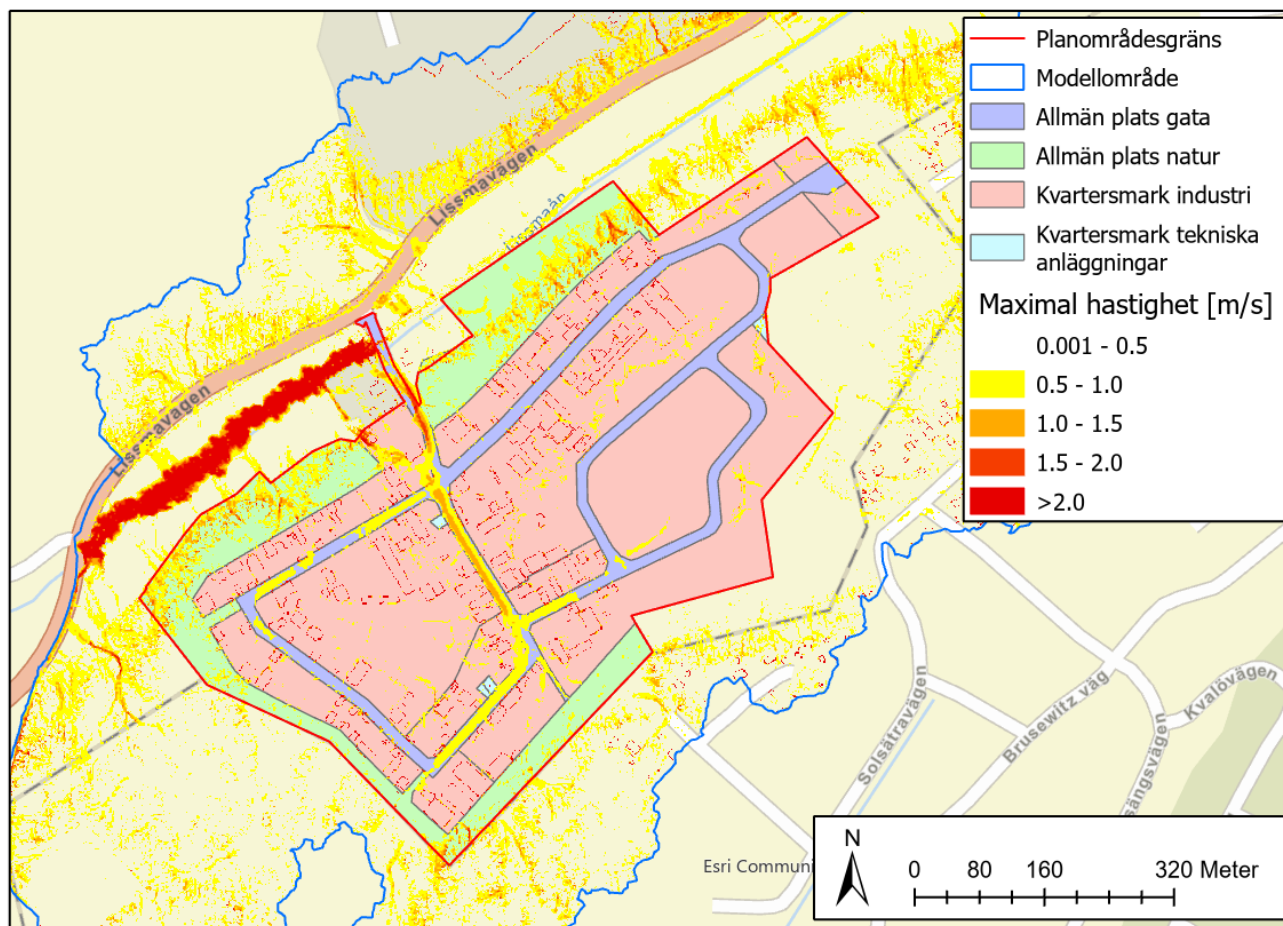
Figur 6-4. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskarteringen för framtida situation. Den föreslagna vägen skapar instängda områden mot befintliga mark vilket behöver beaktas vid höjdsättning av den framtida industrimarken. Inom planområden finns även ett antal befintliga lågpunkter där det planeras industrimark. Den ändrade höjdsättningen av Lagervägen gör även att en elnätsstation på en befintlig fastighet riskerar att översvämmas. Det maximala vattendjupet på samtliga vägar understiger 0,2 meter.



Figur 6-5. Skillnad i maximalt vattendjup mellan föreslagen utformning och befintlig situation. Vattendjupet ökar vid de instängda områden som den föreslagna vägen skapar. Detta innefattar även en befintlig lågpunkt sydväst om planområdet. Den nya höjdsättningen av planområdet gör att vattendjupet minskar förutom i korsningen Lagervägen- Upplagsvägen där vattendjupet ökar något och riskerar att översvämma en elnätstation på en befintlig fastighet. Vattendjupet minskar på de befintliga vägarna i området och ökar något i vägdikena.

6.2.2 Maximala vattenhastigheter

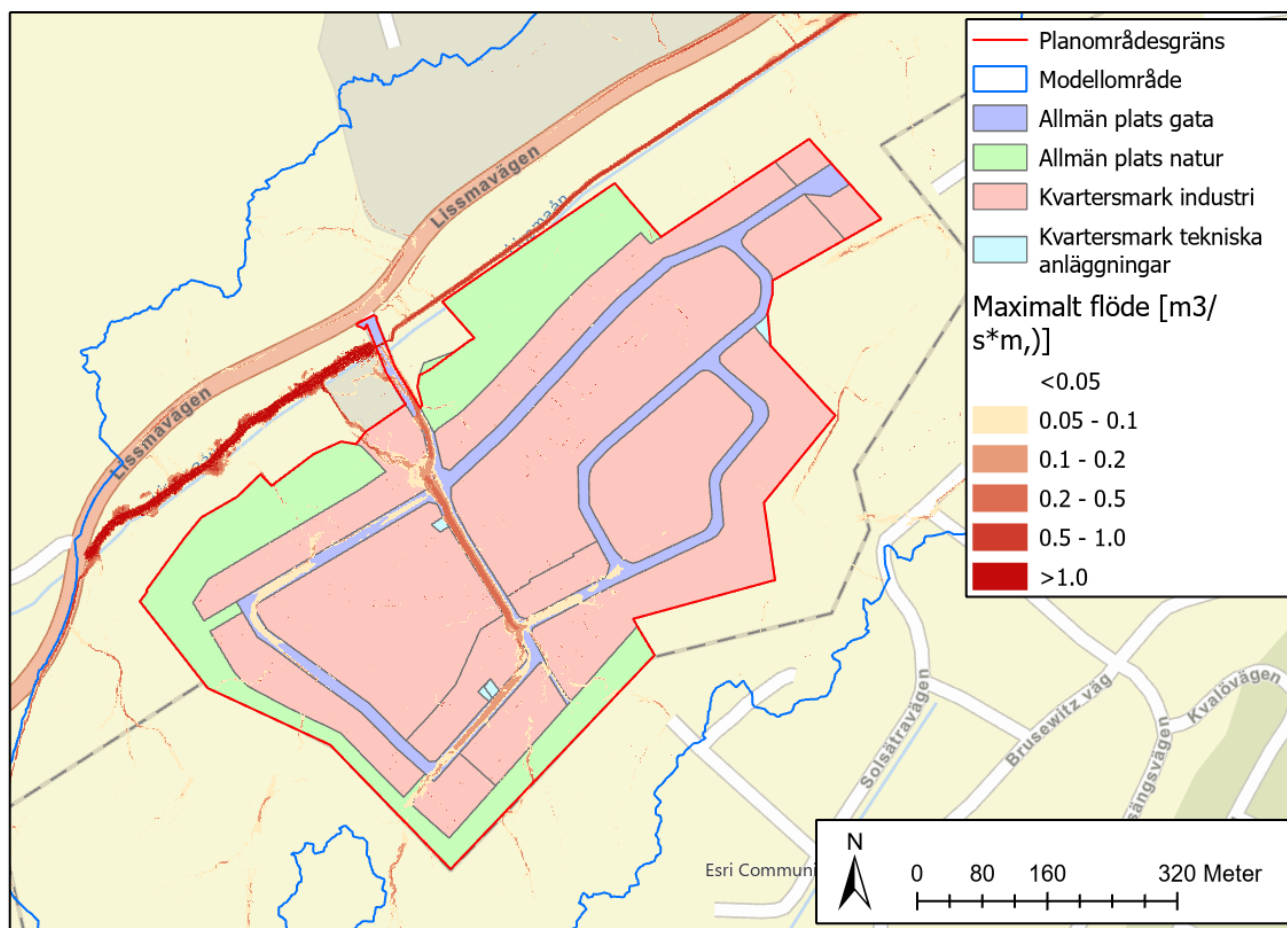
I Figur 6-6 redovisas maximala vattenhastigheter för ett 100-årsregn med varaktighet 1 h. Efter föreslagen utformning är vattenhastigheterna i stora drag densamma vid simulerat 100-årsregn jämfört med befintliga förhållanden. Resultatet visar att det uppkommer höga vattenhastigheter, upp till 2,5 m/s längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsätravägen. Skillnaden jämfört med befintlig situation beror på ökad andel hårdgjort vilket ökar flödet från den omgivande marken till vägarna. I bilaga 2B redovisas maximala vattenhastigheter.



Figur 6-6. Maximala vattenhastigheter vid ett 100-årsregn. Höga vattenhastigheter inträffar längs Lagervägen mot Lissmaån. Höga vattenhastigheter inträffar inte inom planområdet.

6.2.3 Maximala flödesvägar

I Figur 6-7 redovisas maximal flödesvägar för ett 100-årsregn med varaktighet 1 h. Efter föreslagen utformning är flödesvägarna i stora drag densamma vid simulerat 100-årsregn jämfört med befintliga förhållanden. Resultatet visar att det uppkommer stora flöden längs Lagervägen mot Lissmaån. Mindre mängd vatten flödar åt ost mot Solsåtravägen. Skillnaden jämfört med befintlig situation beror på ökad andel hårdgjort vilket ökar flödet från den omgivande marken till vägarna. I bilaga 2C redovisas maximalt flöde.



Figur 6-7. Maximala flöden för föreslagen utformning. Vatten rinner generellt norrut mot Lissmaån längs. En större flödesväg går längs Lagervägen. Vatten i planområdets mest östra delar rinner österut mot Solsåtravägen.

7 Slutsatser och rekommendationer

- Resultatet av simuleringarna visar att stora mängder vatten rinner längs Lagervägen mot Lissmaån vid ett klimatkompenserat 100-årsregn. Vattnet kommer i huvudsak från planområdet och från omgivande naturmark.
- Samtliga vägar inom planområdet är framkomliga vid ett 100-årsregn. Eftersom en stor del av vattnet kommer rinna i svackdiken längs vägarna är det viktigt att dessa ej blockeras och att lågpunkter finns på passager till fastigheterna så att vatten kan rinna över dessa (dräneringskulvertar brukar generellt ej vara dimensionerade för ett 100-årsregn).
- En elnätsstation i korsningen Lagervägen – Upplagsvägen riskerar att översvämmas. Detta behöver hanteras i vidare projektering.
- Instängda områden riskerar att skapas av den föreslagna höjdsättningen av nya vägar. Detta innefattar även en befintlig lågpunkt sydväst om planområdet.
- Vattendjupet minskar på de befintliga vägarna i området och ökar något i vägdikena.
- Industrimark planeras där det idag finns befintliga lågpunkter. Detta behöver beaktas i höjdsättningen av industrimarken.

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/
- 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
- Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall. Rapport nummer*. Rapport: Fakta 2018:5.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning*.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande ooh exempel på användning*.
- Stockholms stad. (2015). *Dagvattenstrategi Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.
- Svenskt vatten. (2011). *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.
- Svenskt Vatten. (2015). Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31 Fokuserat mot konsekvenser och relation till regnstatistik i Malmö. *Vatten - Journal of Water Management and Research* 71:85-99, ss. 71:85-99.
- SVT. (den 27 05 2021). *Hundratals larm om översvämnings efter regnet*. Hämtat från SVT nyheter: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/smhi-varnar-for-kraftiga-regnmangder-i-stockholm>