

Dagvatten- och skyfallskartering Höganäs kommun

Slutversion

PM

12805203 Kundens ref. Douglas Hansson

2023-06-01

Höganäs kommun



Dagvatten- och skyfallskartering Höganäs kommun

Granskningshandling

PM

12805203 Kundens ref. Douglas Hansson

Förberedd för: Höganäs kommun

Representerad av: Douglas Hansson

Kontaktperson: Douglas Hansson, douglas.hansson@hoganas.se, 042 - 337177
Projektansvarig: Mikael Dunér
Kvalitetsansvarig: Christofer Karlsson
Författare: Stephanie The
Projekt No.: 12805203
Godkänd av: Helena Viklund
Datum för godkännande: 2022-06-01
Revision: Slutversion
Klassifikation: **Open**
Filnamn: Dagvatten- och skyfallskartering Höganäs kommun

Sammanfattning

DHI Sverige AB har på uppdrag av Höganäs kommun utfört en dagvatten- och skyfallsmodellering för att ta fram underlag som hjälper kommunen att:

- Kartlägga översvämningsrisken inom Höganäs kommun
- Identifiera potentiella problemområden
- Identifiera kapacitetsbrist i ledningsnätet

Kommunen har valt att studera en extrem regnhändelse som motsvarar ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 samt två mer vanligt förekommande regn som bör kunna hanteras av VA-huvudmannen. En hydrodynamisk modell för Höganäs kommun sattes upp i DHI:s programvara MIKE+ som till skillnad från en statisk modell även beaktar tidsfaktorn. Det ger en mer realistisk bild av översvämningsförloppet som styrs av många parametrar, i första hand topografi, markens råhet och infiltrationsförmåga, storleken och spridningen av regnet, och ledningsnätets kapacitet.

Följande resultat har levererats i form av GIS-lager och kommer att bli tillgängliga digitalt för hela Höganäs kommun:

- Maximalt översvämningsdjup och maximal översvämningsutbredning
- Maximalt flöde
- Flödesriktning vid maximalt flöde
- Översvämmade brunnar och potentiella volymer som trycks ut ur ledningsnätet
- Kapacitet i ledningar

Utredningen innehåller ingen detaljerad analys för varje enskilt område. Kartor och slutsatser som presenteras i rapporten är tänkta som vägledande exempel för att kunna ge stöd åt kommunens fortsatta arbete av levererat underlag. Resultat är tänkt i första hand att användas vid övergripande stadsplanering för identifiering av områden som potentiellt översvämmas samt vilka områden som är lämpliga att bebygga. Underlaget kan även nyttjas inom detaljplanarbete för att i ett tidigt skede få en överblick över befintlig situationen och vilka utmaningar som kan finnas inom planerat område. Vid utredning av detaljplan bör även den framtida situationen utredas för att säkerställa att både den nya och befintliga bebyggelsen inte riskerar att ta skada.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte 1	
1.3	Avgränsning och begränsningar.....	2
1.4	Tidigare modeller.....	2
1.5	Koordinatsystem.....	2
2	Dagvatten och skyfall	3
2.1	Återkomsttid - Dimensionering av regn	3
2.2	Dagvatten	5
2.2.1	Planering och hantering av dagvatten.....	6
2.3	Skyfall 7	
2.3.1	Planering och hantering av skyfall.....	7
2.3.2	Skyfallskartering	10
3	Arbetsgång	11
3.1	Flödesschema för arbetsprocess	11
3.2	Modellförutsättningar	11
3.3	Modellfördelning	12
3.4	Modellscenarier	14
4	Resultat	16
4.1	Kapacitetsbrist i ledningsnätet.....	16
4.2	Kartläggning av extrema regn vid befintlig situation	24
4.2.1	100-årsregn	24
4.3	Hur ska resultaten tolkas?	27
4.4	Vägledning för analys av resultat	27
4.5	Modellbegränsningar	31
4.5.1	Höjddata	31
4.5.2	Vägtrummor	31
4.5.3	Avsaknad av ledningsnätsdata.....	31
5	Vägen framåt	32
6	Leverans	33
7	Referenser	34
Appendix A	Teknisk modellbeskrivning	XXXVI
Appendix A.1	Markavrinningsmodell	XXXVI
Appendix A.2	Dagvattenmodell och koppling med mark	XXXVIII
Appendix A.3	Regnbelastning	XL

Figurer

Figur 2-1 Diagrammet visar sambandet mellan ett regns volym, varaktighet och återkomsttid. Den totala regnvolymen ökar avtagande med återkomsttiden och varaktigheten. Därmed kan ett regn med lång varaktighet, men kort återkomsttid ge lika stor regnvolym som ett regn med längre återkomsttid men kortare varaktighet (Mårtensson och Gustafsson, 2017)	4
Figur 2-2 Komponenter i ytavrinning från bebyggda områden. Bild: Lars-Göran Gustafsson, DHI	5
Figur 2-3 Minimikrav för dimensionerande återkomsttider av nya dagvattensystem och skydds nivå av byggnader vid marköversvämning enligt Svenskt Vattens publikation P110. (Svenskt vatten, 2016)	6
Figur 2-4 Dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga är inte tillräcklig för att ta hand om regnvattnet vid ett skyfall. Följden blir översvämningar. (MSB, 2017)	7
Figur 2-5 Arbetsgång för vägen mot den skyfallståliga staden. Bearbetning efter MSB (2017)	8
Figur 2-6 Typåtgärder i strukturplanen är skyfallsleder, skyfallsyta och styrning	9
Figur 2-7 Förklaring av olika typer av dagvatten- och skyfallsmodeller	10
Figur 3-1 Flödesschema för arbetsprocess	11
Figur 3-2 Illustration av kopplad markavrinnings- och ledningsnätsmodell	12
Figur 3-3 Indata som använts vid framställning vid skyfallssimulering	12
Figur 3-4 Uppdelning av modellområden och med respekt till vilken typ av modell	13
Figur 4-1 Fyllnadsgrad i dagvattenledningar vid ett 5- respektive 10-årsregn. Grönt innebär att ledningen inte är fylld och ligger under trycklinje för hjässan, gult innebär att trycklinjen ligger över hjässan och rött innebär att trycklinjen är så pass hög att det sker marköversvämning	17
Figur 4-2 Brunnar som översvämmas respektive inte översvämmas vid ett klimatanpassat 5- och 10-årsregn inom Höganäs tätort	20
Figur 4-3 Volym som trycks ut på markytan från respektive brunn vid ett klimatanpassat 5- och 10-årsregn inom Höganäs tätort	21
Figur 4-4 Maximalt beräknat flöde jämfört med ledningarnas teoretiska kapacitet. Värde <1 innebär att maximalt beräknat flöde understiger ledningens teoretiska kapacitet, >1 att flödet är större. Om värdet är >2 innebär det att maximalt beräknat flöde kraftigt överstiger ledningens teoretiska kapacitet	23
Figur 4-5 Beräknade maximala vattendjup och flöden samt flödesriktning i samband med ett klimatanpassat 100-årsregn inom Höganäs tätort	25
Figur 4-6 Beräknade maximala vattendjup och flöden samt flödesriktning i samband med ett klimatanpassat 100-årsregn inom Jonstorps tätort	26
Figur 4-7 Identifiering av sårbara områden	28
Figur 5-1 Skyfallsplanering	32
Figur 7-1 Beskrivning av infiltrationen och hur avrinningen påverkas av olika jordarter. Jordlager som sand har en hög infiltrationskapacitet där merparten av vattnet som faller på ytan infiltreras och blir grundvatten. Områden med lera har dålig infiltrationskapacitet och stora delar av vattnet som faller på dessa ytor rinner av som ytavrinning. (MSB 2017)	XXXVII
Figur 7-2 Principiell illustration av hur studerat regn fördelas över hårdgjorda ytor i markavrinningsmodell och dagvattenmodell. I områden utan koppling till ledningsnätet exkluderas den del av regnet som antas kunna hanteras av ledningsnätet från beräkningarna	XL

Tabeller

Tabell 2-1 Beskrivning av ackumulerad sannolikhet som erhålls vid en given åtkomsttid sett över en given tidsperiod.	3
Tabell 3-1 Studerade modellscenarion.	14
Tabell 4-1 Fördelning av hur fyllt ledningsnätet är vid ett 5- respektive 10-årsregn inom varje modellområde för Höganäs kommun.	18
Tabell 7-1 Ansatta Mannings tal M för olika ytor baserat på markanvändning.	XXXVI
Tabell 7-2. Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika jordarter.	XXXVIII

1 Inledning

Under det senaste decenniet har extrema regnhändelser skakat om landet och idag klassas skyfall som en av de vanligaste översvämningstyperna i Sverige. Några stora händelserna är Malmö 2014, Uppsala 2018 och nu senast Gävle 2021 som ligger i klass med det regn som föll i Köpenhamn 2011. Översvämningar kan leda till omfattande skador på byggnader och inventarier, och ge upphov till drift- och framkomlighetsproblem.

1.1 Bakgrund

MSB publicerade en *Vägledning för skyfallskartering* 2017 med syfte att ge kommunerna information och stöd kring olika typer av skyfallskarteringar samt hur man på kommunal nivå kan arbeta med skyfall. Vidare släppte Boverket en vägledning för *Klimatrelaterade risker i översiktsplanering* 2022 som förtydligar att kommunen i sin ÖP ska redogöra för sin syn på klimatrelaterade risker i den byggda miljön och hur dessa risker kan minska eller upphöra.

Som ett steg i arbetet med att redovisa kommunens syn på klimatrelaterade risker kopplade till skyfall har Höganäs kommun beställt en dagvatten- och skyfallskartering som täcker de 15 tätorterna: Höganäs, Lerberget, Lerhamn, Strandbaden, Nyhamnsläge, Viken, Arild, Mjölhult, Ingelstråde, Mölle, Farhult, Skäret, Norra Häljaröd och Rekekroken och Jonstorp.

1.2 Syfte

DHI har fått i uppdrag att ta fram en skyfallsanalys för Höganäs kommuns tätorter som ett första steg i att översiktligt kartlägga hur vattnet rinner och var marköversvämning uppstår i samband med skyfall. Kommunen har valt att studera den befintliga situationen vid ett framtida 100-årsregn med klimatkoefficient 1,3 och en havsnivå på +1,26 m, som motsvarar medelvattennivån år 2150.

Inom ramen för skyfallskarteringen etableras så kallade kopplade modeller som tar hänsyn till både den ytliga markavrinningen och den avrinning som sker i ledningsnätet. Syftet med etablering av ledningsnätmodellerna är, utöver att ge en mer rättvisande bild av översvämningssituationen vid skyfall, att utgöra ett underlag för fortsatt arbete med utveckling av kommunens VA-arbete. För en första överblick av ledningsnätets kapacitet har ett 5- och 10-årsregn studerats.

Syftet med den genomförda dagvatten- och skyfallsmodelleringen är att:

- Ge en övergripande bild av vart vattnet rinner och ställer sig vid en regnhändelse
- Kartlägga var i staden det kan finnas en potentiell översvämningssituation
- Identifiera sårbara områden samt vart utökad utredning kan behövas
- Utgöra underlag till stadens klimatanpassningsarbete
- Identifiera kapacitetsbrist i ledningsnätet

1.3 Avgränsning och begränsningar

Fokus har legat på uppbyggnad av dagvatten- och skyfallsmodell samt att ge en första översiktlig bild av översämningssituationen. I projektet ingår ingen djupgående analys av områden som potentiellt riskerar att översvämmas utan det får ses som ett nästa steg i det fortsatta arbetet.

Vid tidpunkten för upprättandet av modellen saknades en del information om ledningsnätet i form av VG-nivåer, dimensioner och pumpbeskrivningar. I områden med stor avsaknad av data har dessa inte arbetats in i modellen på grund av för stora osäkerheter. Etablerade modeller inkluderar dagvattensystemet med dess brunnar, ledningar, diken samt eventuella magasin och pumpstationer. Servisledningar har exkluderats. Modellerna är inte kalibrerade och har därmed inte heller verifierats mot några tidigare uppmätta flöden eller nivåer, varpå DHI reserverar sig för att det kan finnas osäkerheter i modellerat resultat. Resultaten ska därför avläsas med viss försiktighet och kan komma att ändras när man får större kännedom och tillgång till mer detaljerat underlag om det befintliga ledningsnätet. Ledningsnätsmodellen (dagvatten-), har främst byggts upp med syfte för beräkning av avrinningen vid extrema regnhändelser som skyfall. Vid skyfall är avrinningen från olika områden till respektive brunn inte lika känslig, då det är främst höjdsättningen som blir styrande för hur vattnet rinner. Hur avrinningen ser ut till respektive brunn har större betydelse vid mer vardagliga regn, där avgränsningen av tekniska avrinningsområden och avrinningskoefficienter blir känsligare. För att kontrollera detta krävs en mer detaljerad studie och utan att kalibrera modellen baserat från mätdata uppstår risk för osäkerheter.

I modellen antas att ledningarna står tomma vid starten på regnförloppet och eventuellt naturvatten som tillrinner eller läckt in, har ej räknats med i modellen.

1.4 Tidigare modeller

DHI etablerade år 2013 dagvattenmodeller för tätorterna Höganäs och Jonstorp (DHI, 2013), som inom ramen för följande projekt uppdaterats och exporterats från MIKE Urban till MIKE+ samt kompletterats med en markavrinningsmodell.

Under efterföljande år har Höganäs kommun uppdaterat ID-namnen på ledningsnätets olika komponenter (brunnar, ledningar, pumpar etc.) varpå ledningssträckor inom de redan etablerade modellerna förhåller sig till de ursprungliga ID-namn. Vid händelsen av nya ledningssträckor som byggts till utgår DHI från det underlag som kommunen skickat i samband med nuvarande projekt. Det kan därför vara viktigt att vara uppmärksam att både gamla och nya ID-namn kombinerats.

1.5 Koordinatsystem

Underlaget och resultaten är framtagna i koordinatsystemet SWEREF99 13 30 och höjddatan utgår från RH2000.

2 Dagvatten och skyfall

Dagvatten- och skyfallsfrågan har på senare tid fått allt större uppmärksamhet inte minst i media, på grund av allt kraftigare skyfall med stora samhällskonsekvenser och är numera en viktig fråga vid samhällsplaneringen. För en säker och hållbar dagvatten- och skyfallshantering krävs ett nära samarbete mellan olika aktörer inte minst olika kommunala förvaltningar: bygglov, samhällsplanering, park, gata, miljö och VA. Tillsammans bidrar de till att förbättra översvämningssäkerheten och reducera utsläppen av dagvattenföroreningar i samhället.

2.1 Återkomsttid - Dimensionering av regn

Ett återkommande begrepp i samband med klimatanpassning är återkomsttid, som beskriver hur vanlig eller ovanlig en händelse är. Återkomsttid används i klimatrelaterade sammanhang som skyfall, höga vattenflöden, temperaturer och vattennivåer. I dagvatten- och skyfallssammanhang anges oftast en återkomsttid för att beskriva vilken säkerhetsnivå som bör användas vid dimensionering av åtgärder och därmed indirekt vilken regnhändelse som ska kunna hanteras.

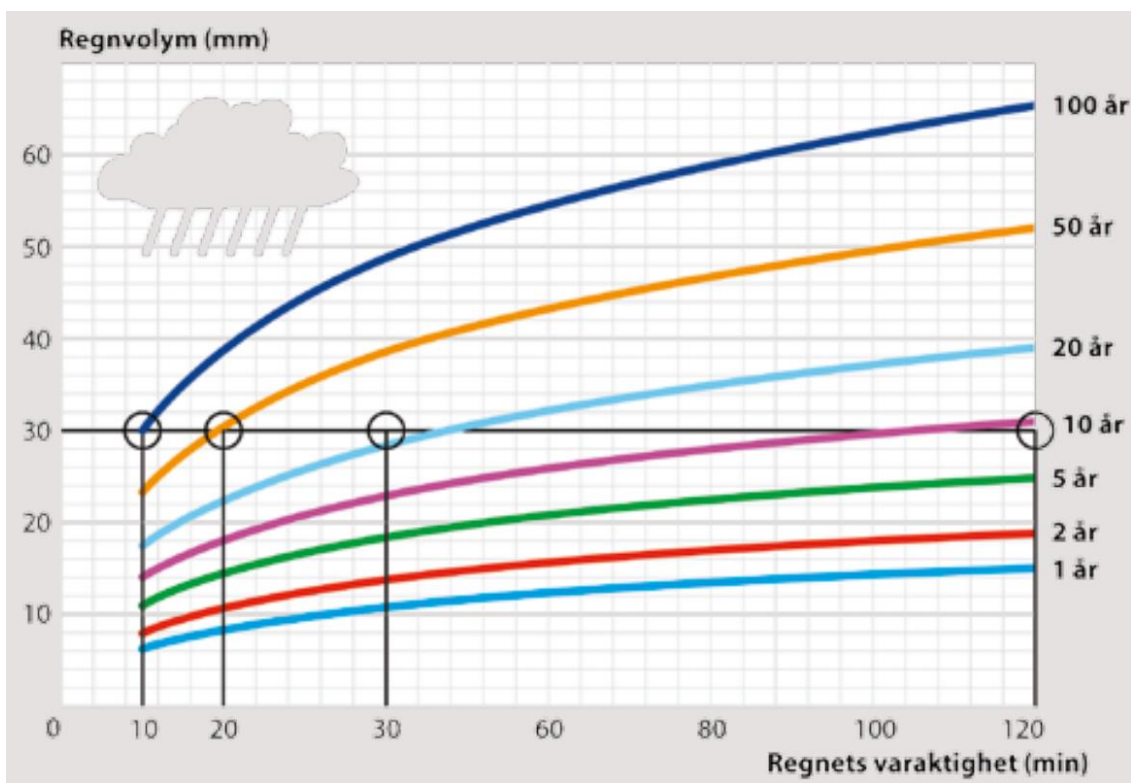
Vid tal om en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Exempelvis betyder det att en regnhändelse motsvarande ett 100-årsregn uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 100 år, vilket även kan uttryckas som att den årliga sannolikheten för att händelsen ska inträffa är en procent.

Sannolikheten för att en viss händelse ska inträffa påverkas även av vilken tidsperiod som studeras. På grund av att man exponeras för samma risk varje år, ackumuleras sannolikheten för att det ska inträffa över tid. I Tabell 2-1 visas hur den ackumulerade sannolikheten för regnhändelser motsvarande en viss återkomsttid ser ut för olika tidsperioder. Sannolikheten för att exempelvis ett 100-årsregn inträffar under en period på 100 år är 63 %.

Tabell 2-1 Beskrivning av ackumulerad sannolikhet som erhålls vid en given återkomsttid sett över en given tidsperiod.

Återkomsttid	Ackumulerad sannolikhet under olika tidsperioder (%)				
	2 år	10 år	50 år	100 år	1000 år
5	36	89	100	100	100
10	19	65	99	100	100
50	4	18	64	87	100
100	2	10	39	63	100
200	1	5	22	39	99
500	0	2	10	18	86
1000 (Ungefärlig storleksordning av Gävleregnet)	0	1	5	10	63

Ett regns varaktighet påverkar både den totala regnvolymen och den genomsnittliga intensiteten. Exempelvis kan ett 10-årsregn med 2 timmars varaktighet vara lika volymrikt som ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet, men det senare regnet är mycket mer intensivt. I Figur 2-1 visas sambandet mellan ett regns återkomsttid, varaktighet och volym för olika återkomsttider.

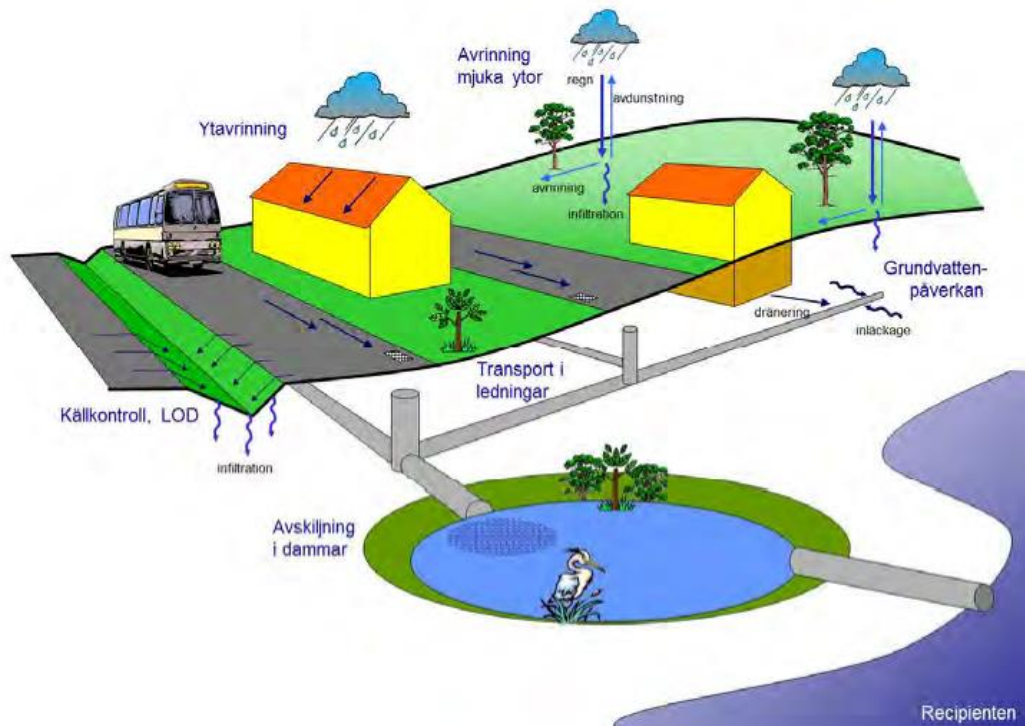


Figur 2-1 Diagrammet visar sambandet mellan ett regns volym, varaktighet och återkomsttid. Den totala regnvolymen ökar avtagande med återkomsttiden och varaktigheten. Därmed kan ett regn med lång varaktighet, men kort återkomsttid ge lika stor regnvolym som ett regn med längre återkomsttid men kortare varaktighet (Mårtensson och Gustafsson, 2017)

2.2 Dagvatten

Dagvatten är tillfälligt förekommande regn- och smältvatten som avrinner ytligt via markytan, tak och andra konstruktioner. Begreppet förknippas framförallt med avrinnande vatten i urbana eller hårdgjorda miljöer, men kan även uppstå på andra typer av ytor.

Urbanisering och ökad exploatering har lett till en ökad andel hårdgjorda ytor i vår miljö vilket leder till att den naturliga vattenbalansen rubbas. I kombination med klimatförändringar och ökad nederbörd blir påföljden ökad ytavrinning i form av snabbare och häftigare flöden samt större vattenvolymer, reducerad infiltration och sänkning av grundvattennivåer. Detta i sin tur leder till ökad risk för översvämning, men även större transport och spridning av föroreningar från urbana miljöer. Dagvatten, särskilt anknytning till stora trafikerade vägar, tätbebyggda områden och industrifastigheter riskerar att vara förorenat med miljö- och hälsoskadliga föroreningar. Okontrollerad hantering av dagvatten kan därmed leda till stora skador på mark, fastigheter och infrastruktur samt ge upphov till stor miljöpåverkan på våra recipienter. Med en hållbar dagvattenhantering utformas dagvattensystem som avleder och fördröjer vattnet på ett säkert sätt (Figur 2-2).



Figur 2-2 Komponenter i ytavrinning från bebyggda områden. Bild: Lars-Göran Gustafsson, DHI

En hållbar dagvattenhantering bidrar även till ett mer hållbart och motståndskraftigt samhälle på flera plan. Öppna dagvattenlösningar kan exempelvis kombineras med bevattning av grönytor och odlingar, där även ökad andel infiltrerat dagvatten bidrar till att grundvattenbestånden fylls på. I urbana miljöer kan utformning av dagvattenlösningar även bidra till rekreation för människor och djur samt hjälpa till att hålla staden sval under varma sommarmånader. Att planera och förvalta en hållbar dagvattenhantering är en utmaning som alla kommuner står inför men med rätt förutsättningar finns det många fördelar att hämta.

2.2.1 Planering och hantering av dagvatten

Dagvattenhantering samt styrande krav för vattenkvalitén och gällande ansvarsförhållanden av dagvatten regleras med hjälp av de lagar som anges i miljöbalken, (MB) och lagen om allmänna vattentjänster, (LAV). I Plan- och bygglagen, (PBL) finner kommunen de planeringsverktyg som reglerar hur marken bör avsättas och tillämpas för att dagvattenhanteringen ska bedömas som lämplig för ny bebyggelse. Marktillgången och hur anläggningar bör anläggas och drivas regleras i fastighetsbildnings-, anläggnings- och ledningsrättslagen.

I Svenskt Vattens publikation P110 *Avledning av dag-, drän och spillvatten* regleras de funktionskrav som ses som allmän branschstandard vid dimensionering av nya dagvattensystem. Det gäller därmed både vid ny exploatering och förtätning av befintligt område. Utformning och höjdsättning av dagvattensystem ska göras på ett sådant sätt, att fastigheter inte riskerar att ta skada vid överbelastning av det allmänna avloppssystemet. Dagvatten som inte leds bort via ledningar ska hanteras med hjälp av öppna dagvattenlösningar. Vid dimensionering av ledningsnät och resterande dagvattensystem, ska framtidssäkring för ökande nederbörd i form av en klimatfaktor läggas till på det dimensionerade regnet. I Sverige är det SMHI som ansvarar för kunskapsläget gällande klimatfaktorer. Storleken på klimatfaktorn varierar utifrån regionala variationer, men även utifrån kommunens ambitionsnivå. VA-huvudmannen ansvarar för hantering av dagvattenflöden vid gällande dimensionerande regn, som enligt P110 och statens VA-nämnds dom sträcker sig till att hantera ett 10-årsregn upp till hjässan på ledningen, (fylld ledning). I Figur 2-3 visas en översikt av de minikrav som gäller vid dimensionering av dagvattensystem i olika typer av bebyggelse.

För områden med befintlig bebyggelse finns inte möjligheten att sätta upp några nya generella säkerhetskrav i och med att höjdsättningen och utformningen av marken redan är fastlagda. Befintliga dagvattensystem har dimensionerats enligt rådande funktionskrav vid tiden för genomförande. Kapaciteten i befintliga ledningar kan därmed variera och generellt minskar kapaciteten över tid på grund av exempelvis igensättning, åldrande ledningar, sättningar och dåligt underhåll.

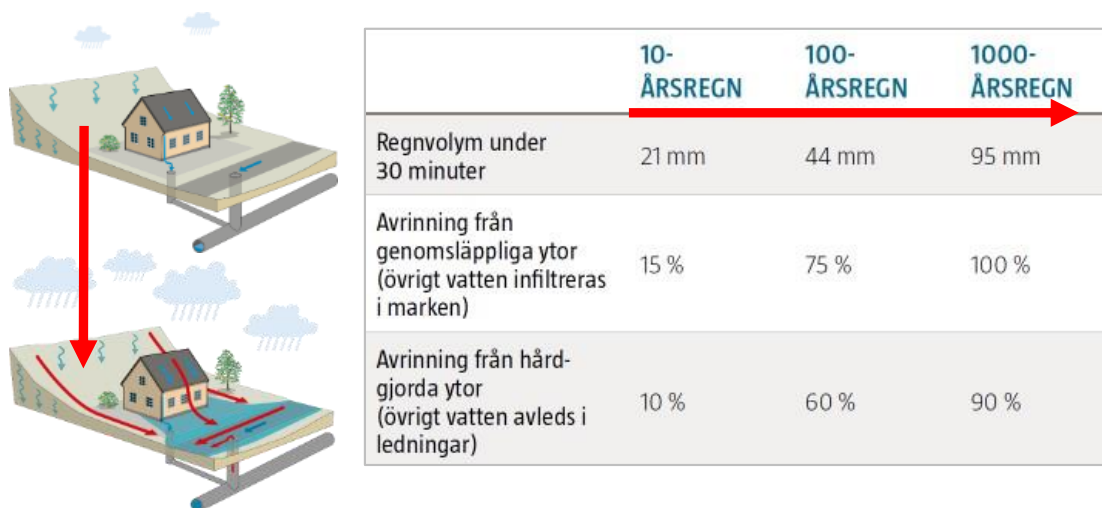
Figur 2-3 Minimikrav för dimensionerande återkomsttider av nya dagvattensystem och skyddsnivå av byggnader vid marköversvämning enligt Svenskt Vattens publikation P110. (Svenskt vatten, 2016)

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2.3 Skyfall

Ett skyfall är en extrem regnhändelse, där en stor mängd nederbörd faller under en kort tid och över ett begränsat geografiskt område. Vid normala regn hanteras regnvolymer antingen genom avledning till dagvattensystem eller genom infiltration på genomsläppliga ytor. Vid extrema regn överskrider dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga vilket medför att det sker avrinning på markytan med marköversvämning som följd. Översvämningsrisken bestäms av hur stort och frekvent regnet är samt hur allvarliga konsekvenserna blir till följd av översvämningen. Risken kan därmed vara liten för ett område med stor översvämning sett till vattendjup och utbredning, men där inga sårbara objekt exponeras, och stor för ett område med känsliga objekt som redan vid små vattendjup riskerar att ta skada. Konsekvenserna av ett skyfall kommer aldrig helt kunna förebyggas med ökad kapacitet i ledningsnätet då det både ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv inte skulle vara möjligt eller ekonomiskt försvarbart.

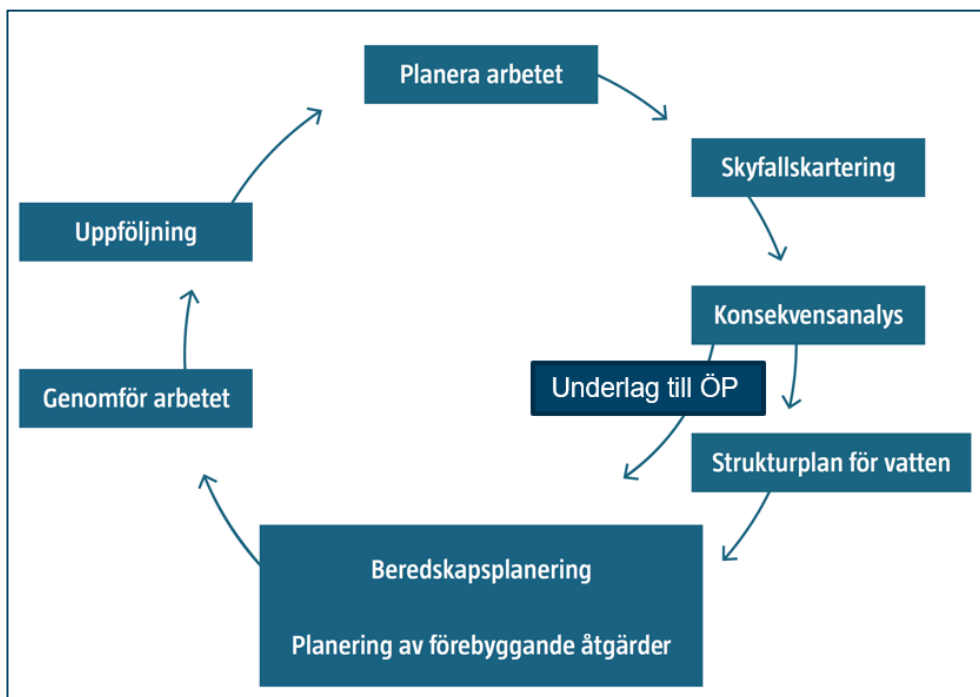
Figur 2-4 visar hur vattnet omhändertas av dagvattensystemet vid mindre och större regn, samt hur stor del som avrinner från olika ytor beroende på storleken (återkomsttiden) på regnet.



Figur 2-4 Dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga är inte tillräcklig för att ta hand om regnvattnet vid ett skyfall. Följden blir översvämningar. (MSB, 2017)

2.3.1 Planering och hantering av skyfall

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har tagit fram en vägledande rapport med rekommendationer för hur kommunen ska bedriva sitt skyfallsarbete. Våren 2022 kom Boverket med en ny vägledning för redovisning av klimatrelaterade risker i översiktsplanen (ÖP). I Figur 2-5 redovisas MSB:s arbetsgång och var i processen underlaget till ÖP passar in.



Figur 2-5 Arbetsgång för vägen mot den skyfallståliga staden. Bearbetning efter MSB (2017).

Skyfallskartering

Resultat från en skyfallskartering visar översvämningsutbredning, vattendjup samt flöden och flödesvägar för studerade regn. En skyfallskartering kan göras med olika detaljeringsgrad.

Konsekvensanalys

Resultaten från skyfallskarteringen används för att analysera möjliga konsekvenser för exempelvis bebyggelse, samhällsviktig verksamhet, vägar och annan infrastruktur. Generellt handlar det om att kombinera beräknade översvämningsdjup med information om det som kan påverkas av vattnet. På så sätt kan utsatta områden, objekt, verksamheter och funktioner identifieras. En konsekvensanalys kan genomföras på många olika sätt och med olika detaljeringsgrad.

Underlag till ÖP

Utifrån skyfallskartering och konsekvensanalys bedömer kommunen skyfallsrelaterade risker och ger sin syn på hur riskerna kan minska eller upphöra. I ÖP redovisas områden som: inte är lämpliga att bebygga; är prioriterade för åtgärder; har osäkra markförhållanden; har funktion att skydda andra områden.

Strukturplan för vatten

En strukturplan för vatten är ett geografiskt planeringsunderlag för hantering av översvämningsrisker inom ett eller flera avrinningsområden. Arbetet utgår från skyfallskartering och konsekvensanalys.

Åtgärder för skyfallshantering är sällan mest effektiva där översvämningen uppstår. Strukturplanen innehåller typåtgärder som syftar till att ta kontroll över vattnet och flytta det till områden där vattnet gör minst skada. Typåtgärder i strukturplanen är skyfallsleder, skyfallsyta och styrning, Figur 2-6.

Med hjälp av strukturplanen kan anläggningar för att minska översvämningsrisker utformas i ett helhetsperspektiv. Genom att beakta såväl nederbörd som ytvatten, grundvatten, hav

och vattendrag, kan systemeffekter och eventuella negativa följd effekter av anläggningar förebyggas.



Skyfallsleder leder bort vatten på ett säkert sätt.



Skyfallsytor magasinerar vatten



Styrningar av vatten förstärker effekten av skyfallsleder och skyfallsytor

Figur 2-6 Typåtgärder i strukturplanen är skyfallsleder, skyfallsyta och styrning.

Planering av förebyggande åtgärder

Utifrån strukturplanen analyseras hur identifierade typåtgärder kan förverkligas till konkreta förebyggande åtgärder. De beskrivs, prioriteras, kostnadsuppskattas, dimensioneras, utvärderas och dokumenteras i en åtgärdsplan.

Beredskapsplanering

Det kommer att ta lång tid innan åtgärdsplanen blir verklighet. Under tiden måste beredskapsåtgärder kunna hantera konsekvenserna vid ett skyfall. Skyfallskarteringen och konsekvensanalysen kan användas som underlag till en beredskapsplan där fokus ligger på kortsiktiga åtgärder i ett akut skede. Det kan till exempel handla om vilka vägar som behöver stängas av och hur trafiken kan ledas om, eller var pumpning kan lindra konsekvenserna.

Genomför arbetet

När det är tydligt vilka åtgärder som är mest prioriterade behöver underlaget tillgängliggörs, exempelvis på kommunens dataportal. Det fastställs för varje åtgärd om den kan genomföras i samband med annat projekt, exempelvis en detaljplan, eller om ett eget projekt behövs.

Uppföljning

Det är viktigt att följa upp skyfallsarbetet regelbundet. Uppföljningen fångar effekter av genomförda åtgärder, identifierar hot som kan avskrivas eller har tillkommit. En bedömning görs om befintliga underlag behöver uppdateras och om det finns lärdom att dra av genomfört åtgärdsarbete och eventuellt inträffade skyfall.

2.3.2 Skyfallskartering

För att identifiera vilka ytor och objekt som potentiellt översvämmas vid ett extremt regn, används ofta modeller. Idag tillämpas generellt tre typer av metoder för att kartlägga skyfall (Figur 2-7):

- Kartering av lågpunkter
- Kartering av markavrinning
- Kartering av markavrinning och ledningsnät

Lågpunktskartering



Lågpunktskarteringar bygger på statiska modeller eller så kallade glasmodeller och genomförs traditionellt i GIS. Dessa tar endast hänsyn till hur vatten momentant sprider ut sig över terrängen och tar därmed inte hänsyn till tidsaspekten och den tröghet som finns i systemet. Det innebär att alla fördjupningar antas direkt bli fyllda med vatten. Traditionella lågpunktskarteringar tar ingen hänsyn till regnets storlek.

Kartering av markavrinning



Vid kartering av markavrinning används en dynamisk 2-dimensionell hydraulisk modell. En dynamisk modell tar hänsyn till hur vattnet sprider ut sig under hela översvämningsförloppet utifrån omgivningens variation och markförhållanden och kan därmed även beskriva flöden och vattendjupens variation över tid. Karteringen ger en fysikalisk korrekt beskrivning av markavrinningen och fördjupningar fylls med vatten från uppströms liggande områden. Begränsningen är att ledningsnätets kapacitet endast beskrivs schablonmässigt och därmed får man inte effekten av ett aktivt utbyte mellan ledningsnätet och markytan. Det innebär bland annat att tömningen av en viss vattenansamling kopplat till ledningsnät, inte kommer med vilket påverkar de exponeringstider som en väg, byggnad eller annat objekt exponeras mot vattnet som i sin tur kan vara styrande vid detaljplanering.

Kartering av markavrinning och ledningsnät



Följande modell är en 2-vägs kopplad dynamisk modell som även tar hänsyn till den aktuella kapaciteten och uppfyllanden i ledningsnätet. Metoden ses som den mest representativa modellen av verkligheten, då den både fångar dynamiken i översvämnings- och nederbördsförloppet samtidigt som ledningsnätets avledningsförmåga beskrivs.

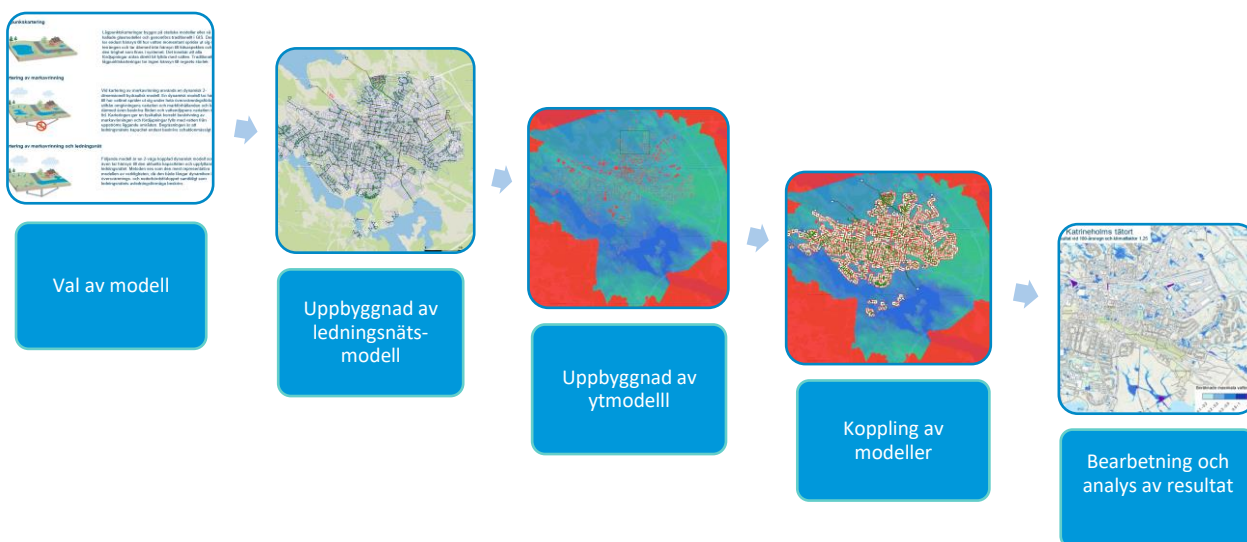
Figur 2-7 Förklaring av olika typer av dagvatten- och skyfallsmodeller.

3 Arbetsgång

Här ges en översiktlig genomgång av den arbetsprocess och metod som tillämpats, för närmre beskrivning av tekniska modellförutsättningar hänvisas till bilagan A Teknisk modellbeskrivning.

3.1 Flödesschema för arbetsprocess

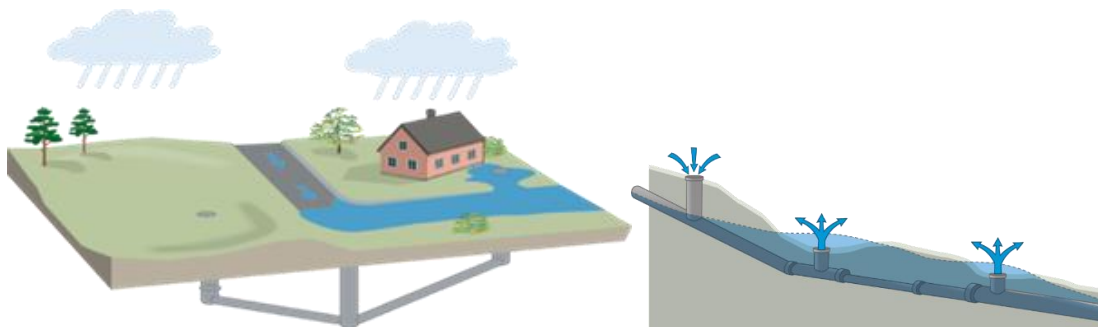
Figur 3-1 visar flödesschema för den arbetsprocess som använts i projektet: 1) val av modell, 2) uppbyggnad av ledningsnätmodell, 3) uppbyggnad av ytmodell, 4) koppling av modeller samt 5) bearbetning och analys av resultat. Inom ramen för projektet har stor vikt legat på att etablera en fungerande modell och berör de tre mittersta punkterna.



Figur 3-1 Flödesschema för arbetsprocess.

3.2 Modellförutsättningar

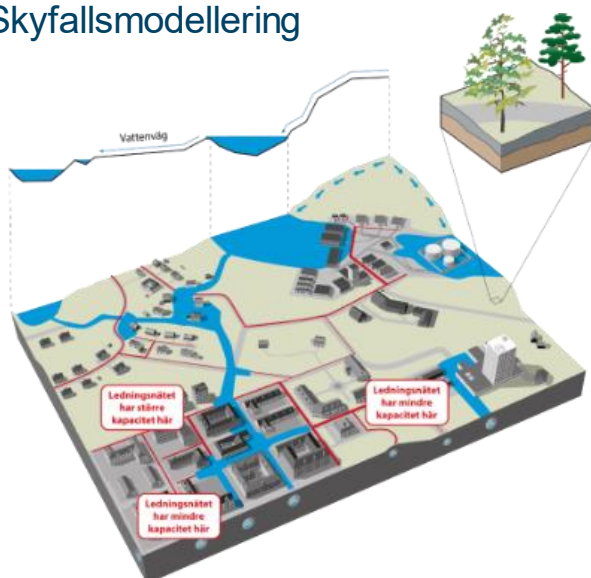
Dagvatten- och skyfallsmodellen bygger på en kopplad hydraulisk modell som tar hänsyn till både markavrinning och ledningsnätets kapacitet. Skillnaden mellan modellerna handlar om vilken belastning som lagts på modellen, det vill säga vilket regn, men även vilken infiltrationskapacitet och avrinning som sker från olika delavrinningsområden. Kopplingen innebär att det finns ett dynamiskt utbyte av vatten mellan ledningsnätet och markytan vilket ger en mer rättvisande bild av översvämningförloppet i urbana områden med aktiva dagvattensystem. Det innebär att vatten som avrinner längs ytan kan rinna till en brunn och avledas via ledningsnätet eller att vatten kan tränga upp ur ledningsnätet på markytan när ledningsnätets kapacitet överskrids. I Figur 3-2 visas en schematisk bild av denna dynamik.



Figur 3-2 Illustration av kopplad markavrinnings- och ledningsnätmodell.

Figur 3-3 illustrerar principen för modelluppbyggnaden och vilken indata som använts för att beskriva de yttre förutsättningar som styr hur avrinningen och översvämningens förlopp utvecklas. Metodiken som använts bygger till stor del på MSB:s rekommendationer som finns mer utförligt beskriven i "Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning" (MSB, 2017). För områden med avsaknad av ledningsnät beskrivs området endast som en markavrinningsmodell.

Skyfallsmodellering



Indata

- Höjddata
- Markanvändning
- Jordartskarta
- Regndata
- Ledningsnätetsdata
- Styrande vattennivåer i recipienter
- Beskrivning av dikessektioner

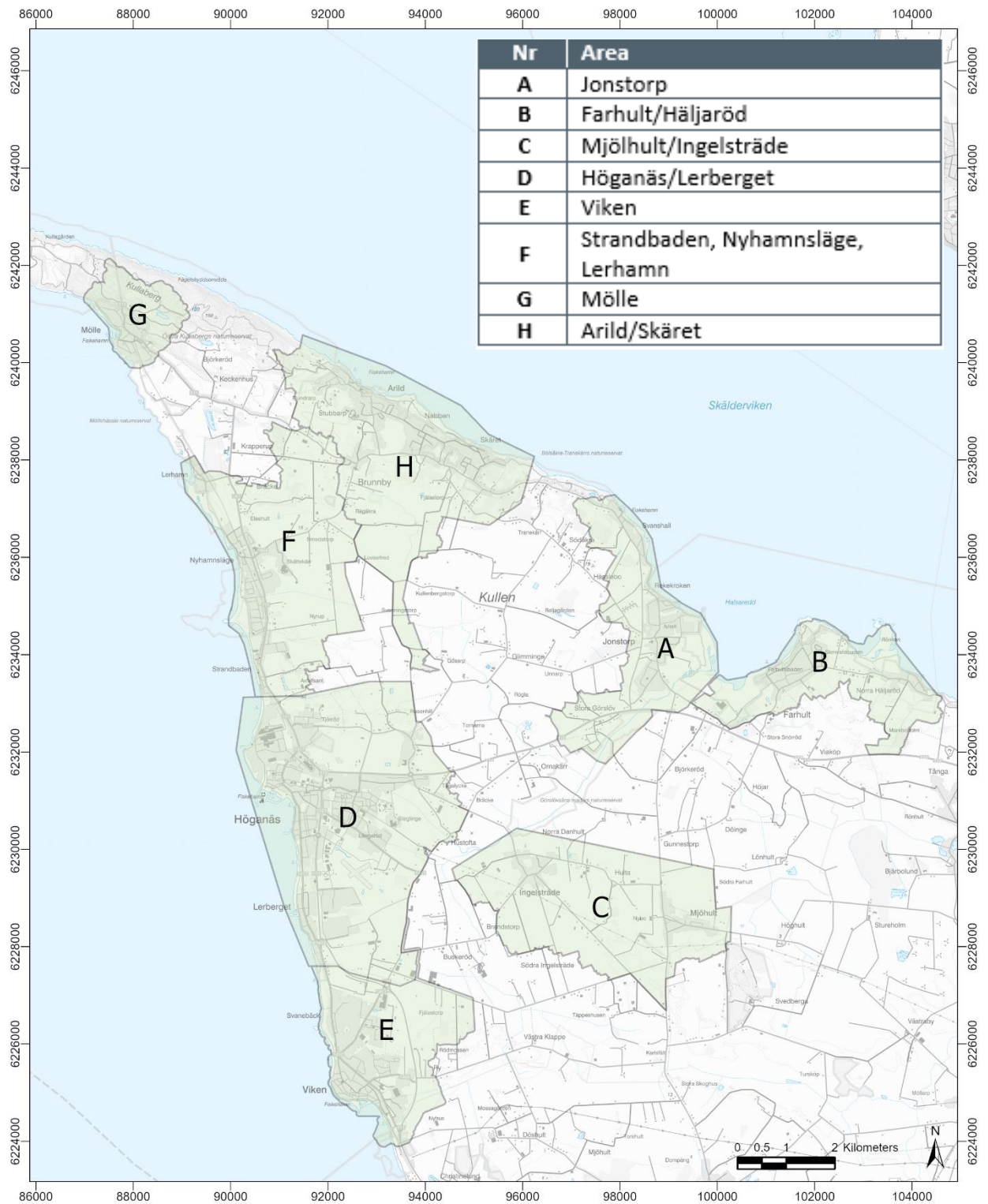


Figur 3-3 Indata som använts vid framställning vid skyfallssimulering.

3.3 Modelfördelning

I Figur 3-4 visas modellområdena och fördelningen av Höganäs kommuns tätorter. Totalt har åtta modeller satts upp (A-H).

Modellerna har främst avgränsats med avseende på de naturliga avrinningsområdena men även i den mån som vart möjligt enligt de tekniska avrinningsområdena, då det i enskilda fall vart svårt att sära på två områden.



Figur 3-4 Uppdelning av modellområden och med respekt till vilken typ av modell.



SWEREF99 16 30
STET 2023-03-10

3.4 Modellsценарier

Inom ramen för utredningen har totalt tre scenarion studerats, vilka sammanfattas i Tabell 3-1.

Nr	Area
A	Jonstorp
B	Farhult/Häljaröd
C	Mjöhult/Ingelstråde
D	Höganäs/Lerberget
E	Viken
F	Strandbaden/Nyhamnsläge/Lerhamn
G	Mölle
H	Aril/Skäret

Nr	Area
A	Jonstorp
B	Farhult/Häljaröd
C	Mjöhult/Ingelstråde
D	Höganäs/Lerberget
E	Viken
F	Strandbaden/Nyhamnsläge/Lerhamn
G	Mölle
H	Aril/Skäret

Tabell 3-1 Studerade modellsценарion.

Scenario	Klimatfaktor ()	Återkomsttid enligt befintlig situation (år)	Havsnivå
5-årsregn vid befintlig situation, nutid Scenariot är tänkt att ge en preliminär bild av hur	-	~ 10	+0,11 år 2020

ledningsnätets kapacitet ser ut utifrån rådande förhållanden, utifrån de åtaganden som ligger på VA-huvudmannen att hantera vid normala regn.			
<p>10-årsregn vid befintlig situation, nutid</p> <p>Scenariot är tänkt att preliminär bild av hur ledningsnätets kapacitet ser ut utifrån rådande förhållanden utifrån de åtaganden som ligger på VA-huvudmannen att hantera vid normala regn.</p>	-	~ 20	+0,11 år 2020
<p>100-årsregn vid befintlig situation, framtid</p> <p>Scenariot är tänkt att belysa hur översvämningssituationen ser ut enligt Boverkets minimikrav att hantera skyfall och som därmed oftast sätts som grundnivå vid dimensionering av åtgärder vid detaljplanearbetet. Tidigare har en klimatfaktor på 1,25 generellt använts, men flera kommuner har börjat anamma en högre klimatfaktor på 1,3 efter IPCC senaste klimatprognoser. Exempelvis har Stockholms stad haft en klimatfaktor på 1,3 vid kartering av länets tätorter efter överenskommelse med Länsstyrelsen.</p>	1,3	~ 200	+1,26 år 2150

4 Resultat

Hur motståndskraftig är Höganäs kommun mot olika typer av regn? I följande avsnitt presenteras ett urval av resultat, beskrivning av vad resultaten visar och hur de bör tolkas, samt vilka osäkerheter som kan finnas i modellerat resultat.

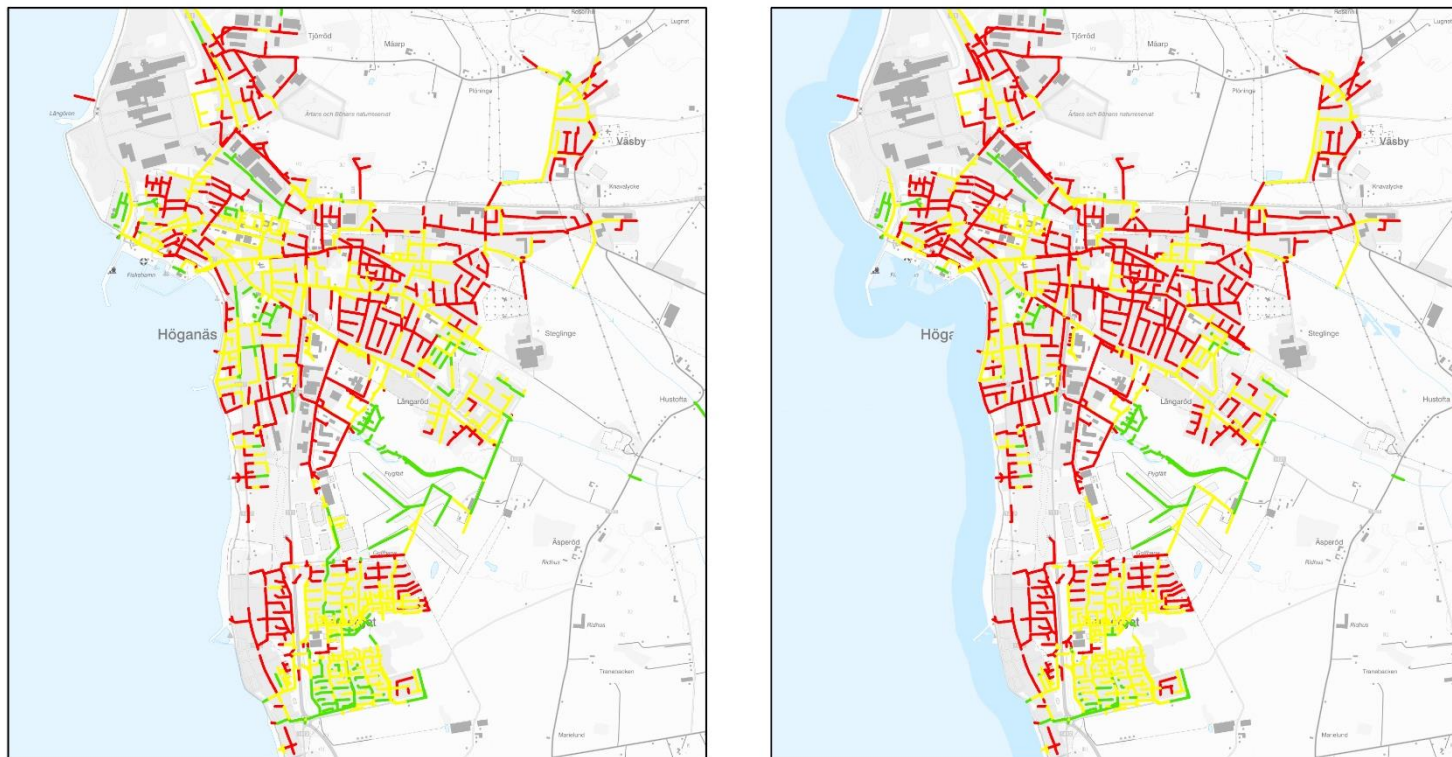
I föreliggande rapport presenteras endast ett urval av resultatkartor, men GIS-skikt har tagits fram för samtliga modellerade områden. Ingen djupgående analys har gjorts i detta skede och modellerat resultat och rapport är mer tänkt som stöd i kommunens egna fortsatta dagvatten- och skyfallsarbete.

4.1 Kapacitetsbrist i ledningsnätet

I figurerna som presenteras nedan har Höganäs tätort valts ut som exempel för att demonstrera ledningsnätets respons och hur dagvattenresultaten kan användas.

Figur 4-1 visar hur ledningsnätet ter sig vid ett 5- respektive 10-årsregn, i form av hur fyllda ledningarna går och vilka som går så pass fulla att det sker en marköversvämning. Rödmarkerad ledning indikerar en trycklinje ovanför mark med marköversvämning som följd, gulmarkerad ledning tyder på att ledningen är fylld över hjässan, men inte överskrider marknivå och grön ledning innebär att ledningen inte går helt full.

Höganäs och Lerberget



Fyllnadsgrad av ledningar

- Ledning ej fylld
- Trycklinje över hjässan
- Trycklinje ovan mark
- Vattendrag

0 125 250 500 m



SWEREF99 16 30
STET 2022-10-03

Figur 4-1 Fyllnadsgrad i dagvattenledningar vid ett 5- respektive 10-årsregn. Grönt innebär att ledningen inte är fylld och ligger under trycklinje för hjässan, gult innebär att trycklinjen ligger över hjässan och rött innebär att trycklinjen är så pass hög att det sker marköversvämning.

Tabell 4-1 visar fördelningen procentuellt över de olika modellerade områdena. Det skiljer sig något mellan tätort till tätort, men generellt går att utläsa att responsen vid ett 5- och 10-årsregn är likartade och att en stor andel av ledningsnätet redan antingen går fullt eller marköversvämmas vid ett 5-årsregn. Endast ett fåtal ledningssträckor beräknas gå mer fulla vid ett 10-årsregn.

Det är även tydligt att en stor andel av ledningarna redan marköversvämmas även vid dessa mindre regn vilket tyder på att det förmodligen finns en begränsad kapacitet i ledningarna. Anledningen kan vara att vissa områden dimensionerats för mindre regn, att ledningar feldimensionerats, att det tillkommit fler exploateringsområden som hårdgjorts och därav finns det en högre avrinning nedströms.

Enligt modellerat resultat beräknas modellområdena som täcker in Jonstorp och Mölle (A och H), ha minst antal ledningar som marköversvämmas och modellområdena som inbegriper Mjöhult och Viken (C och E) sämst. Viktigt att ha med sig där, är att det fanns en stor avsaknad av VG-nivåer och diametrar inom dessa tätorter varpå DHI reserverar sig för att det kan finnas felkällor.

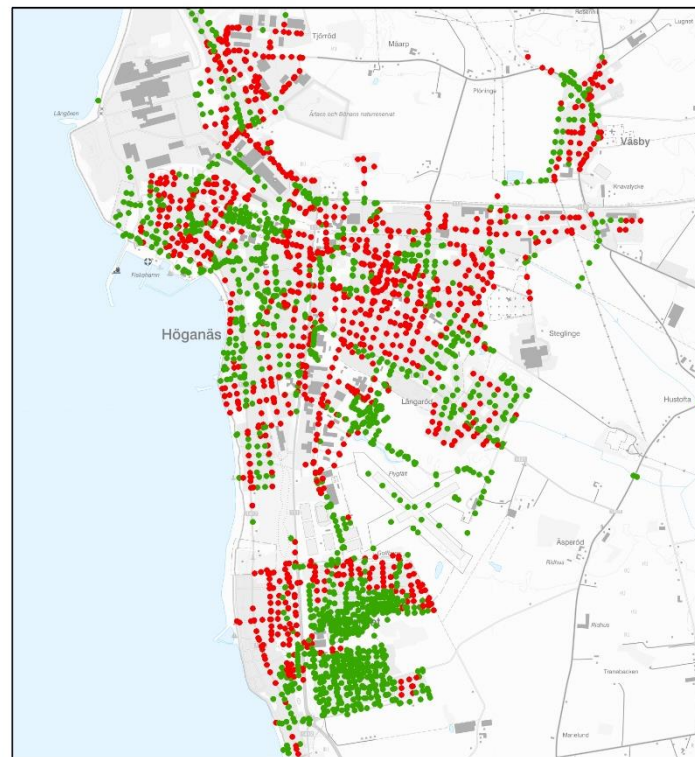
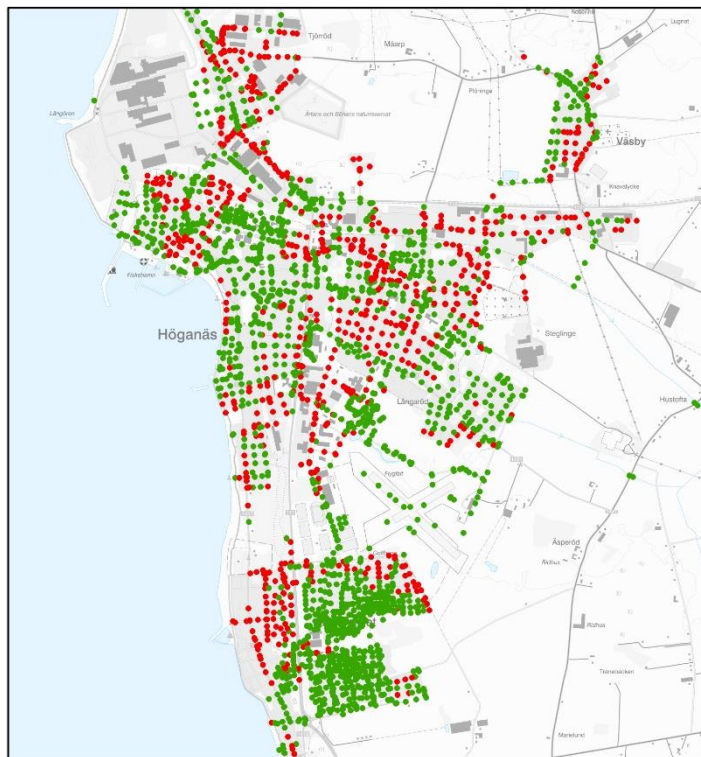
Tabell 4-1 Fördelning av hur fyllt ledningsnätet är vid ett 5- respektive 10-årsregn inom varje modellområde för Höganäs kommun.

Modellområde	Uppfyllnad i ledningsnät	5-årsregn (%)	10-årsregn (%)
A	Ledning ej fylld	14%	23%
	Trycklinje ovan hjässa	54%	41%
	Trycklinje ovan mark	32%	36%
B	Ledning ej fylld	26%	25%
	Trycklinje ovan hjässa	32%	32%
	Trycklinje ovan mark	42%	43%
C	Ledning ej fylld	7%	5%
	Trycklinje ovan hjässa	40%	37%
	Trycklinje ovan mark	52%	59%
D	Ledning ej fylld	14%	9%
	Trycklinje ovan hjässa	51%	44%
	Trycklinje ovan mark	35%	47%
E	Ledning ej fylld	4%	4%
	Trycklinje ovan hjässa	42%	37%
	Trycklinje ovan mark	54%	59%

F	Ledning ej fylld	16%	13%
	Trycklinje ovan hjässa	44%	39%
	Trycklinje ovan mark	40%	48%
G	Ledning ej fylld	31%	28%
	Trycklinje ovan hjässa	49%	46%
	Trycklinje ovan mark	20%	26%
H	Ledning ej fylld	26%	9%
	Trycklinje ovan hjässa	43%	48%
	Trycklinje ovan mark	31%	42%

I Figur 4-2 och Figur 4-3 visas de brunnar som översvämmas respektive hur stor volym som trycks ut ur varje enskild brunn. Det trycks framför allt ut mycket vatten i centrum- och industriområdena. Inom Höganäs tätort sker marköversvämning mer uppströms och inom Lerberget med nedströms.

Höganäs och Lerberget



Översvämmade brunnar vid 5- och 10-årsregn

- Ingen översvämning
- Översvämning

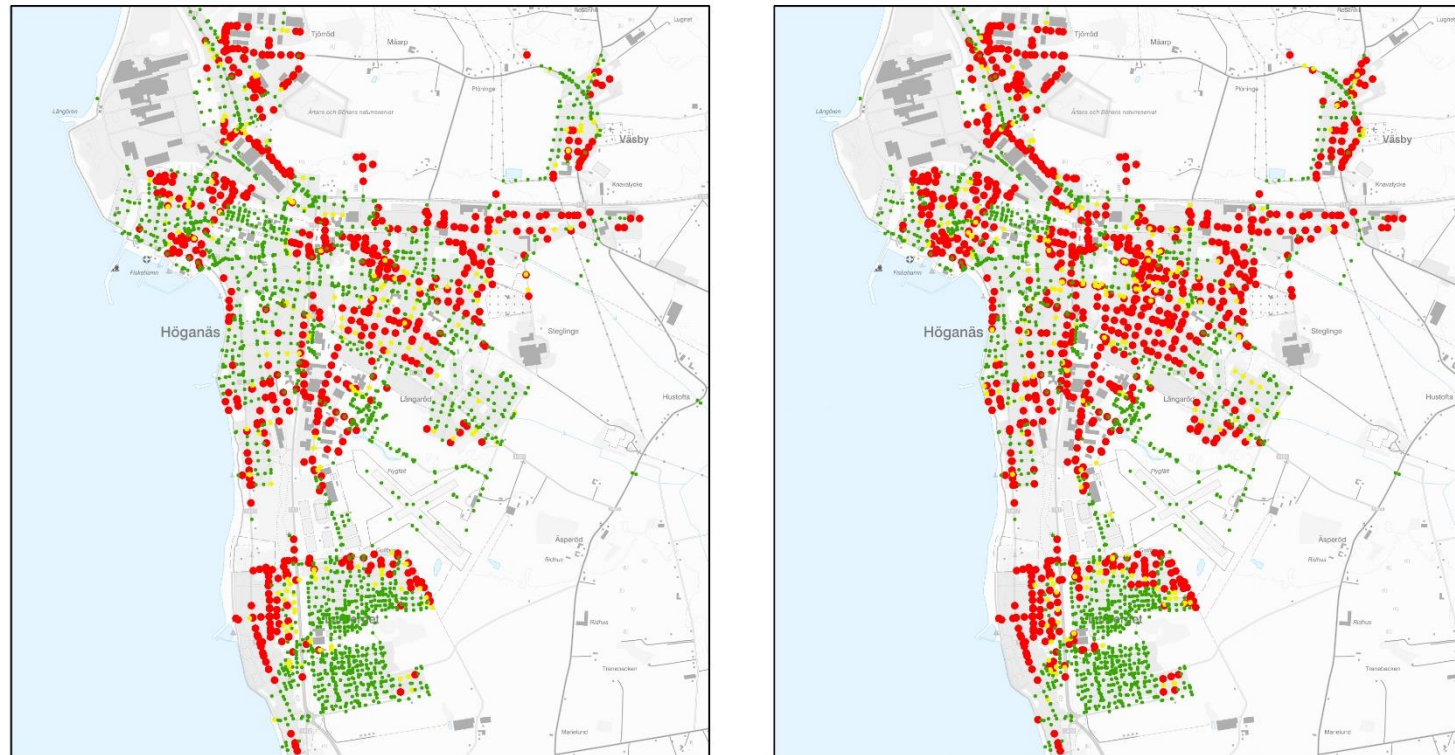
0 125 250 500 m



SWEREF99 16 30
STET 2022-10-03

Figur 4-2 Brunnar som översvämmas respektive inte översvämmas vid 5- och 10-årsregn inom Höganäs tätort.

Höganäs och Lerberget



Översvämmade brunnar och volym som trycks ut på ytan vid ett 5- och 10-årsregn

- Ingen översvämning
- 0–1000 l
- > 1000 l

0 125 250 500 m



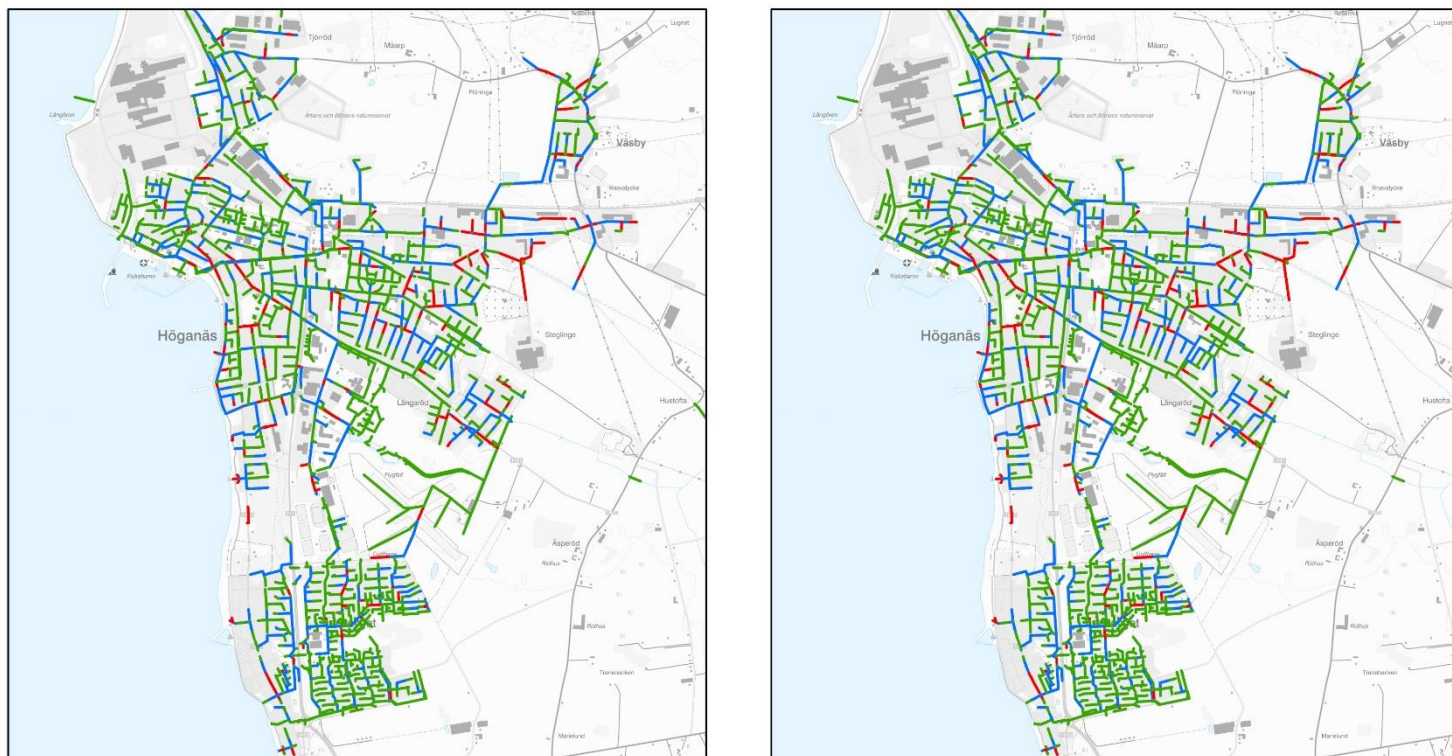
SWEREF99 16 30
STET 2022-10-03

Figur 4-3 Volym som trycks ut på markytan från respektive brunn vid 5- och 10-årsregn inom Höganäs tätort.

Viktigt att förstå är att Figur 4-1 endast visar fyllnadsgraden och att ledningen går full, betyder inte indirekt att kapaciteten för ledningen överskridits. Det har i upprepade fall visat sig att roten till att uppströms ledningar går fulla, skett på grund av att nedströms ledningar haft dålig kapacitet och skapat en flaskhals som i sin tur bidragit till förhöjda nivåer uppströms.

Figur 4-4 visar ledningens flödeskapacitet, som det maximalt modellberäknade flödet gentemot ledningarnas teoretiska kapacitet. Den visar alltså vart det eventuellt kan finnas flaskhalsar i systemet. Värde <1 innebär att maximalt beräknat flöde understiger ledningens teoretiska kapacitet, >1 att flödet är större. Om värdet är >2 innebär det att maximalt beräknat flöde kraftigt överstiger ledningens teoretiska kapacitet. Förenklat kan man säga att grönt visar korrekt dimensionerade ledningar, blåa att de är något underdimensionerade och röda visar att de är starkt underdimensionerade. Detta ger en mer representativ bild av vart det är kapacitetsbrist, som i det här fallet visar att det finns flaskhalsar både längre ner och högre upp i systemet. Resultaten vittnar om att det inom Höganäs tätort är flera längre ledningssträckor som underdimensionerats och framförallt anslutande ledningar som mynnar ut mot de större huvudledningarna som avvattnas via de stora pumparna runt kvarnbadet.

Höganäs och Lerberget



Maximalt beräknat flöde jämfört med ledningarnas teoretiska kapacitet vid 5- och 10-årsregn

— 0 - 1 — 1 - 2 — > 2

0 125 250 500 m



SWEREF99 16 30
STET 2022-10-03

Figur 4-4 Maximalt beräknat flöde jämfört med ledningarnas teoretiska kapacitet. Värde <1 innebär att maximalt beräknat flöde understiger ledningens teoretiska kapacitet, >1 att flödet är större. Om värdet är >2 innebär det att maximalt beräknat flöde kraftigt överstiger ledningens teoretiska kapacitet.

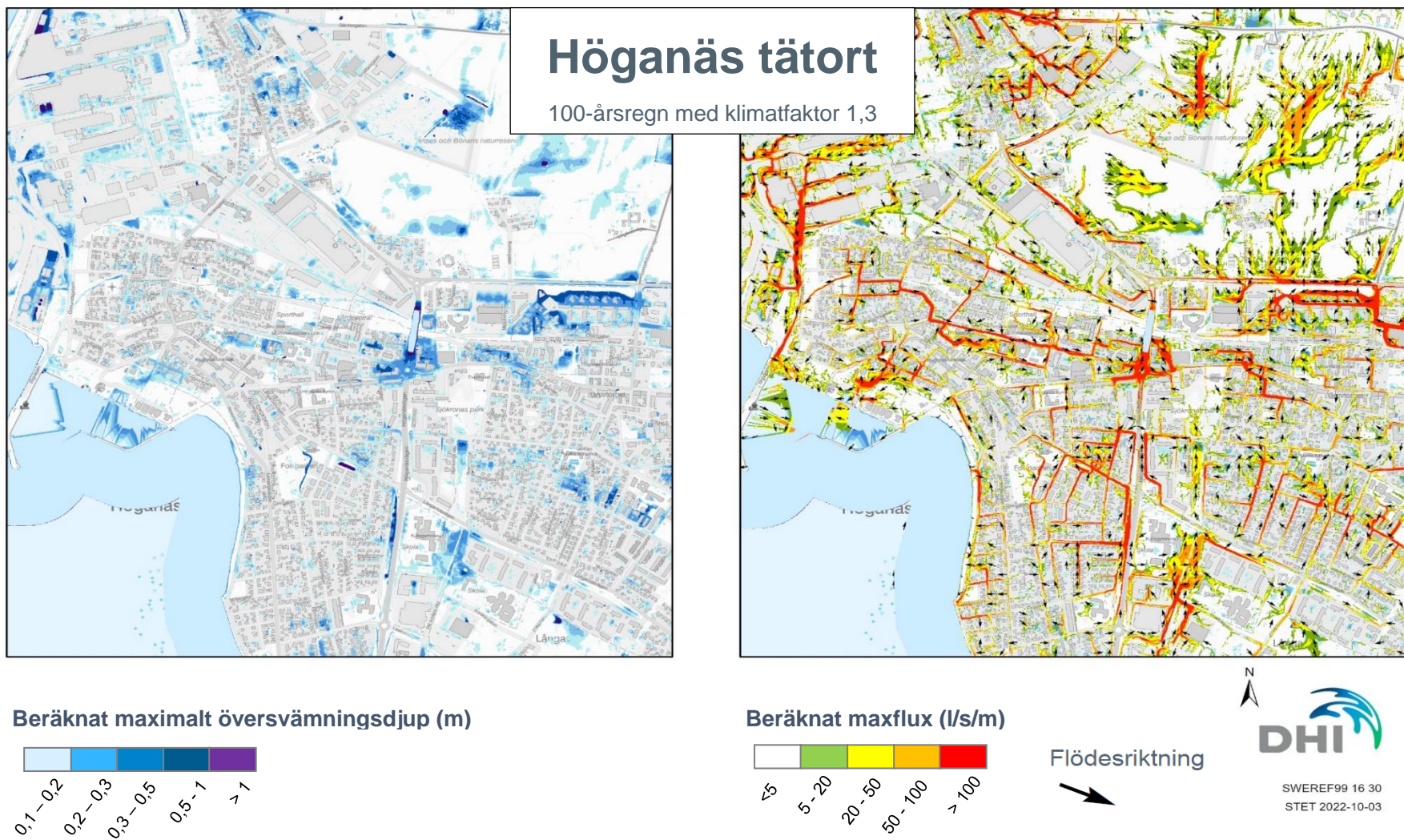
4.2 Kartläggning av extrema regn vid befintlig situation

GIS-skikt som visar maximala beräknade vattendjup, flöden samt flödesriktningar under översvämningförloppet har tagits fram för samtliga scenarier. Kartorna visar inte en specifik tidpunkt under översvämningförloppet, eftersom maximalt vattendjup eller flöden uppstår vid olika tidpunkter i olika delar av ett avrinningsområde.

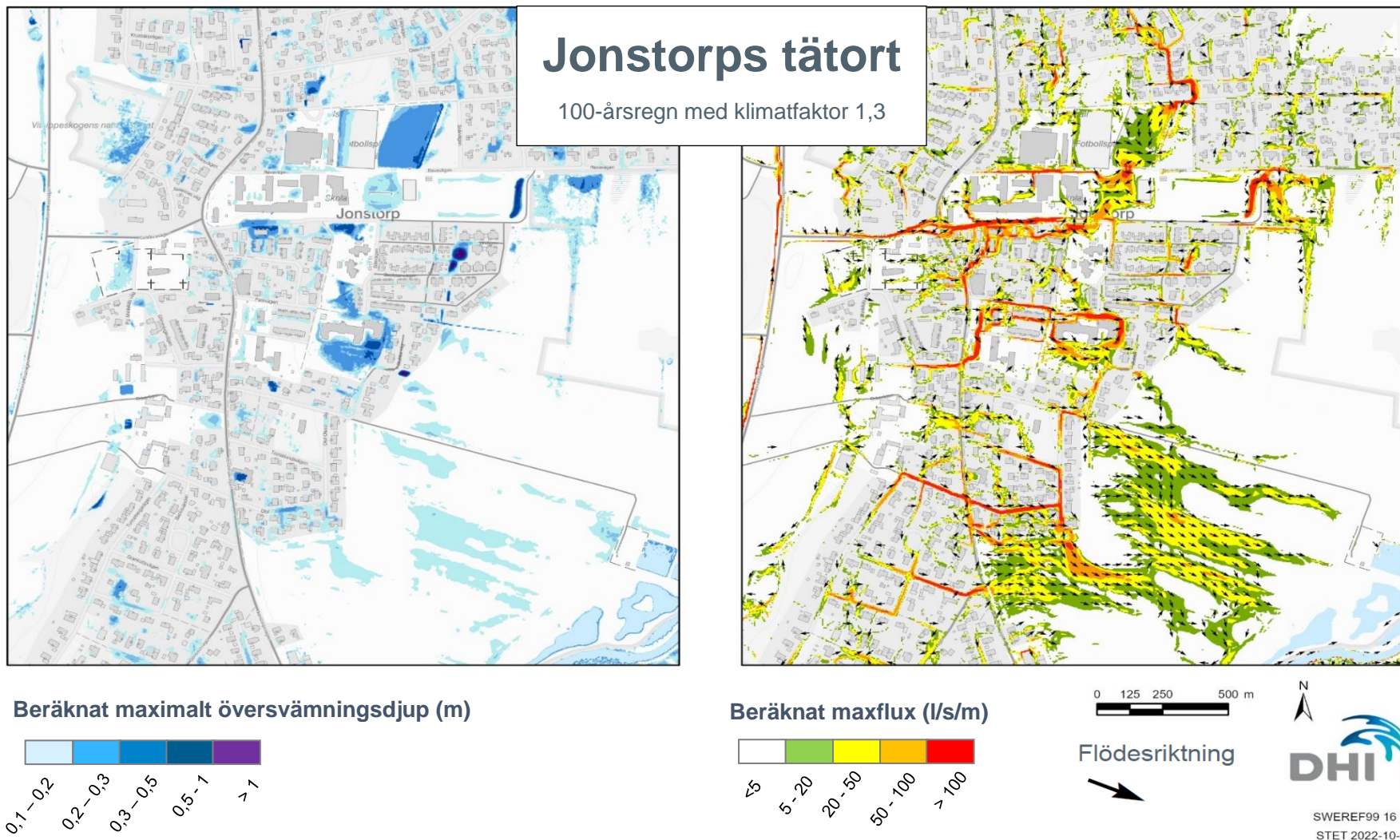
Resultat finns framtagna för hela Höganäs kommun och för samtliga beräkningsscenarier, men nedan presenteras endast exempelbilder från Höganäs och Jonstorp tätort vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

4.2.1 100-årsregn

I Figur 4-5 och Figur 4-6 visas resultatexempel för centrala delar av Höganäs och Jonstorps tätort, som visar beräknade vattendjup respektive ytvattenflöden och flödesriktning vid ett klimatanpassat 100-årsregn.



Figur 4-5 Beräknade maximala vattendjup och flöden samt flödesriktning i samband med ett klimatanpassat 100-årsregn inom Höganäs tätort.



Figur 4-6 Beräknade maximala vattendjup och flöden samt flödesriktning i samband med ett klimatanpassat 100-årsregn inom Jonstorpstättort.

4.3 Hur ska resultaten tolkas

Översvämningsskartorna visar områden där vatten riskerar att bli stående. För att få en uppfattning om olägenheter och skador som regnet orsakar kan följande djupintervall för vatten på markytan användas som ungefärliga riktvärden:

- 0,1–0,3 m, besvärande framkomlighet
- 0,3–0,5 m, ej möjligt att ta sig fram med motorfordon, risk för stor skada
- > 0,5 m, stora materiella skador, risk för hälsa och liv

Viktigt är att ha i åtanke är att översvämningar inte nödvändigtvis är ett problem. Problem uppstår när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport, eller vid risk för hälsa och liv. Exempelvis uppstår sällan en värdeförlust då grönytor översvämmas medan stora värden kan gå förlorade då ett villaområde eller en större trafikled drabbas.

Modellområdet har avgränsats för att följa gränserna för delavrinningsområden. Det bör dock noteras att resultaten nära modellgränsen kan vara missvisande, det vill säga i kanten av ett modellområde. Tolkning av resultat i nära anslutning till modellgränsen bör därför göras med försiktighet och bör bedömas ifall det är rimligt att vattnet sprider sig som det gör utifrån närliggande höjder.

4.4 Vägledning för analys av resultat

I följande avsnitt ges ett generellt vägledande exempel på hur levererade resultat kan användas för en lite mer detaljerad analys. **Exemplet är till för förståelse av hur resultaten ska användas och bygger inte på en lokal analys som genomförts inom Höganäs kommun.** Notera även att en analys varierar med avseende på syftet och vilket område som studeras. Här har fokus lagts på att ge en inblick i hur de kartor som tagits fram kan studeras för att få en första uppfattning om översvämningssproblematiken i ett område.

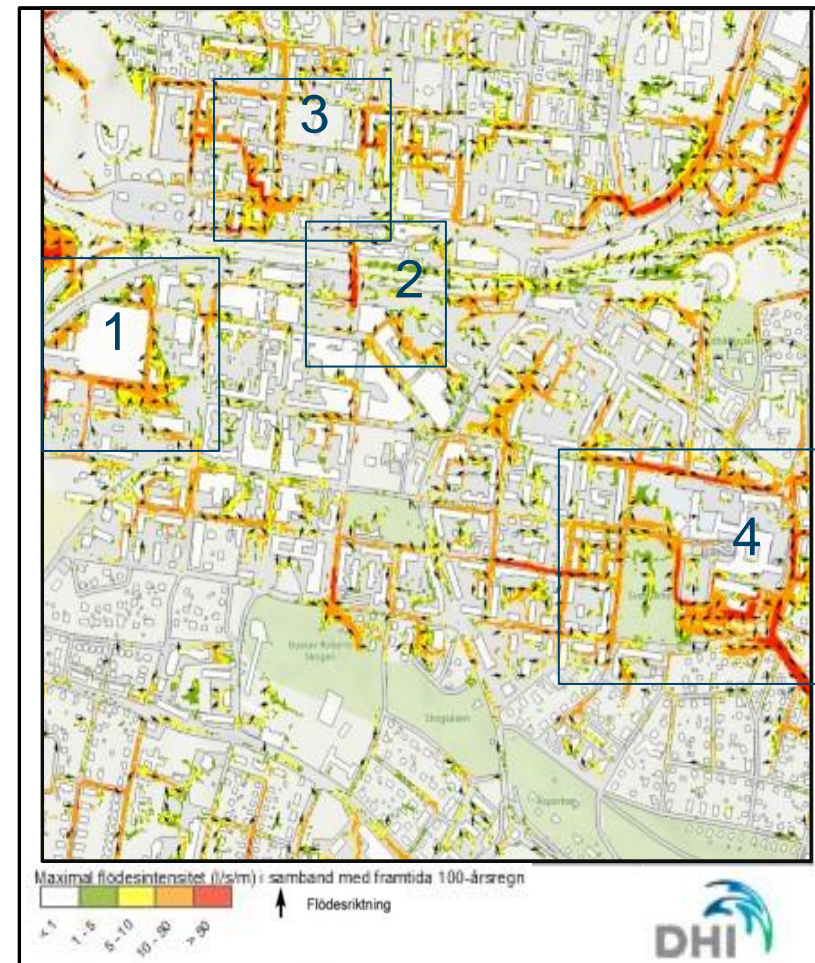
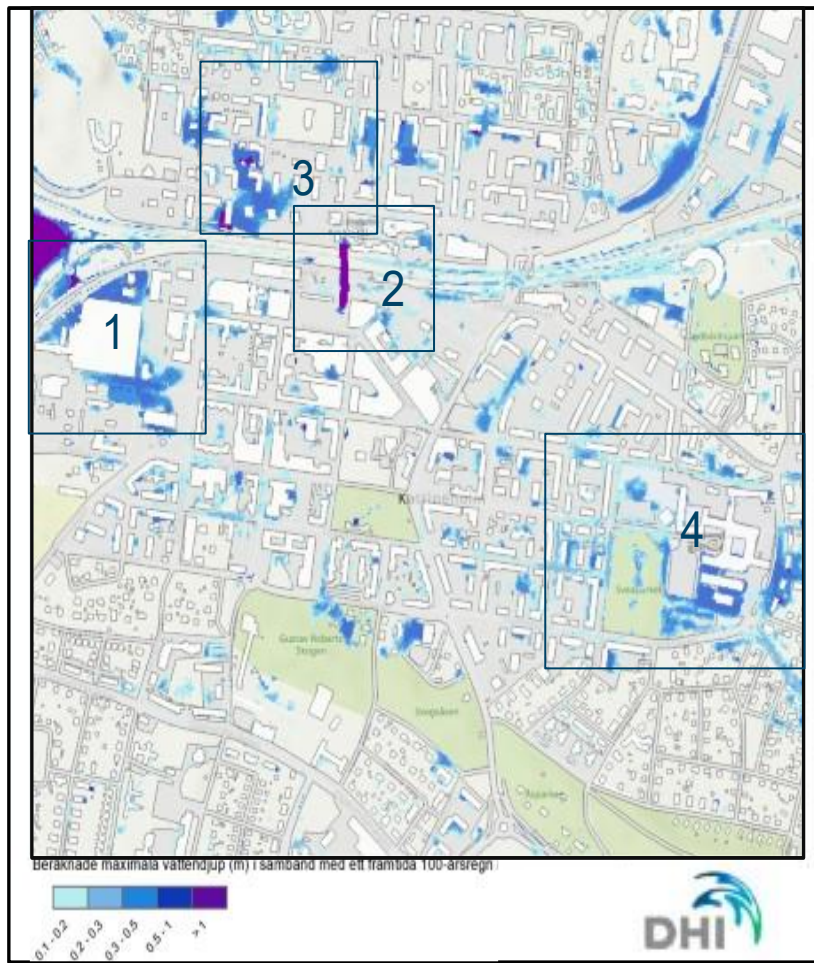
Steg 1 – Vad kan man se

- I en så kallad "blåkarta" kan man se var vattnet ställer sig och vilka vattendjup som bildas.
- I flödeskartan ser man hur vattnet rinner, hur kraftiga flödena är, och flödesvägens utbredning.

Steg 2 – Identifiera sårbara områden

Börja med att i kartan med vattendjup (vänster bild i Figur 4-7) lokalisera vilka områden där det beräknas uppstå:

- Stora sammanhängande vattenansamlingar genom att titta på utbredningen eller spridningen av vattnet.
- Stora vattendjup genom att titta på färgskalan, i följande analys visar mörkare nyanser, mot lila, störst vattendjup.
- Vilken typ av objekt som exponeras: infrastruktur, grönområde eller byggnader.



Figur 4-7 Identifiering av sårbara områden. Exemplet är till för förståelse av hur resultaten ska användas och bygger inte på en lokal analys som genomförts inom Höganäs kommun.

I Figur 4-7 har ett antal sårbara objekt identifierats som påverkas av större sammanhängande översvämning.

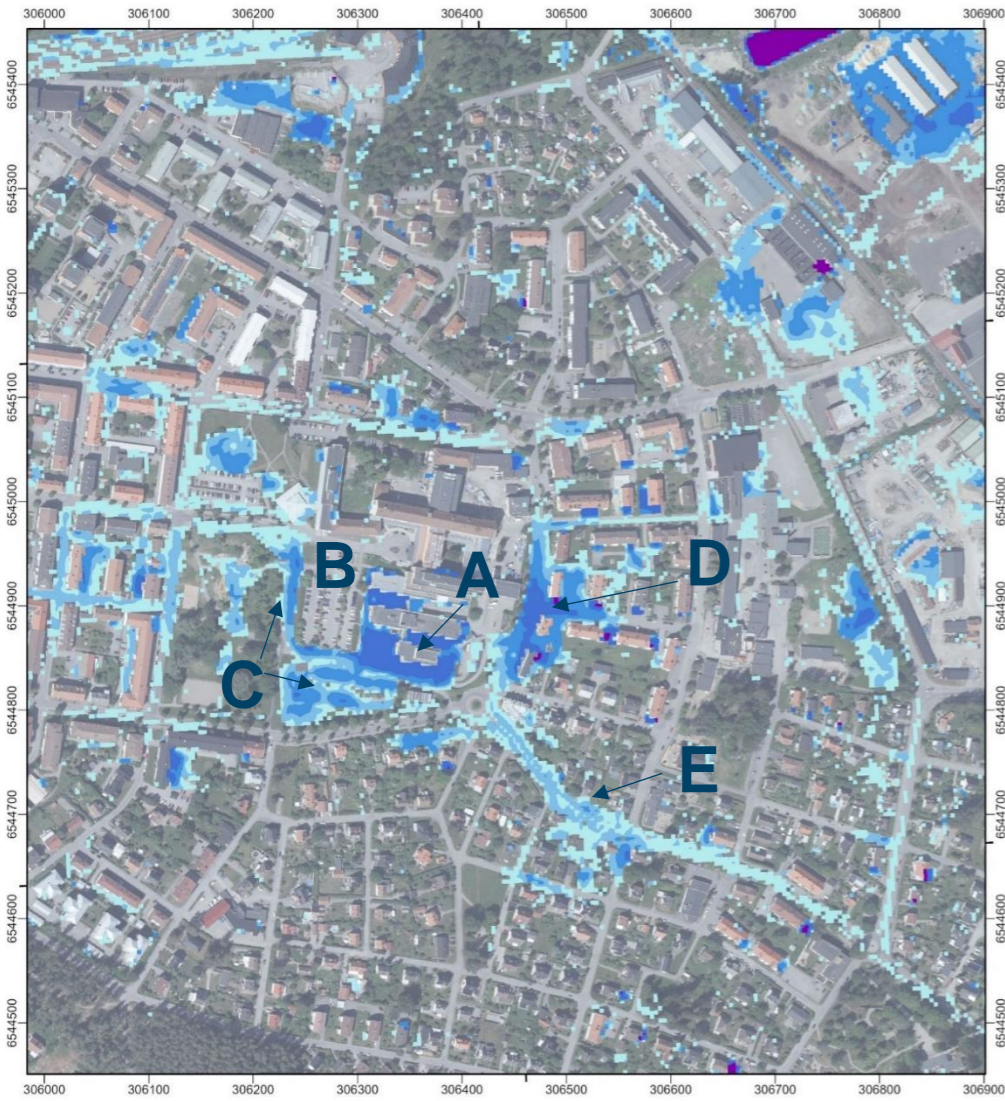
Identifiera därefter vilka områden det kan vara som bidrar till att vattenansamlingarna bildas genom att titta i kartan med flödesstråk och flödesriktning (höger bild i Figur 4-7).

- I följande analys är flödena kraftigare ju mer de går mot rött och flödespilarna visar vilken riktning vattnet rinner.
- Om avrinningen är lokal inom den egna fastigheten är flödesstråken korta och endast inom ett avgränsat område runt fastigheten.
- Om det dessutom inte finns någon flödesriktning som pekar på att vattnet rinner ut från området, kan det ses som ett instängt område.
- Om flödesvägen är smal men har en stark färg kan det tyda på en trång passage med dålig kapacitet och som därmed kan utgöra en flaskhals.
- Stora sammanhängande flödesvägar betyder att stora områden uppströms avvattnas mot vattenansamlingen. Generellt rör det sig därför om ett mer strukturellt problem och ny bebyggelse bör undvikas att placeras så att flödesstråket blockeras om inte en säker avledning går att säkerställa.
- Stor andel korta och avklippta flödesstråk kan tyda på att marken är mycket flack med dåligt fall.

Utifrån en översiktlig analys går det att utläsa att område (1) och (2) är lokala problem och avrinningen sker endast i närområdet. Områdena (3) och (4) är exempel på områden där stora områden avvattnas mot lågpunkterna och generellt räcker det inte med lokala åtgärder.

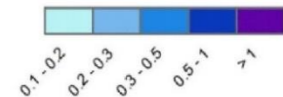
Steg 3 – Detaljerad analys av befintligt område

För följande analys har punkt (4) i Figur 4-7 valts ut som exempel för en mer djupgående analys. Exemplet är till för förståelse av hur resultaten ska användas och bygger inte på en lokal analys som genomförts inom Höganäs kommun.



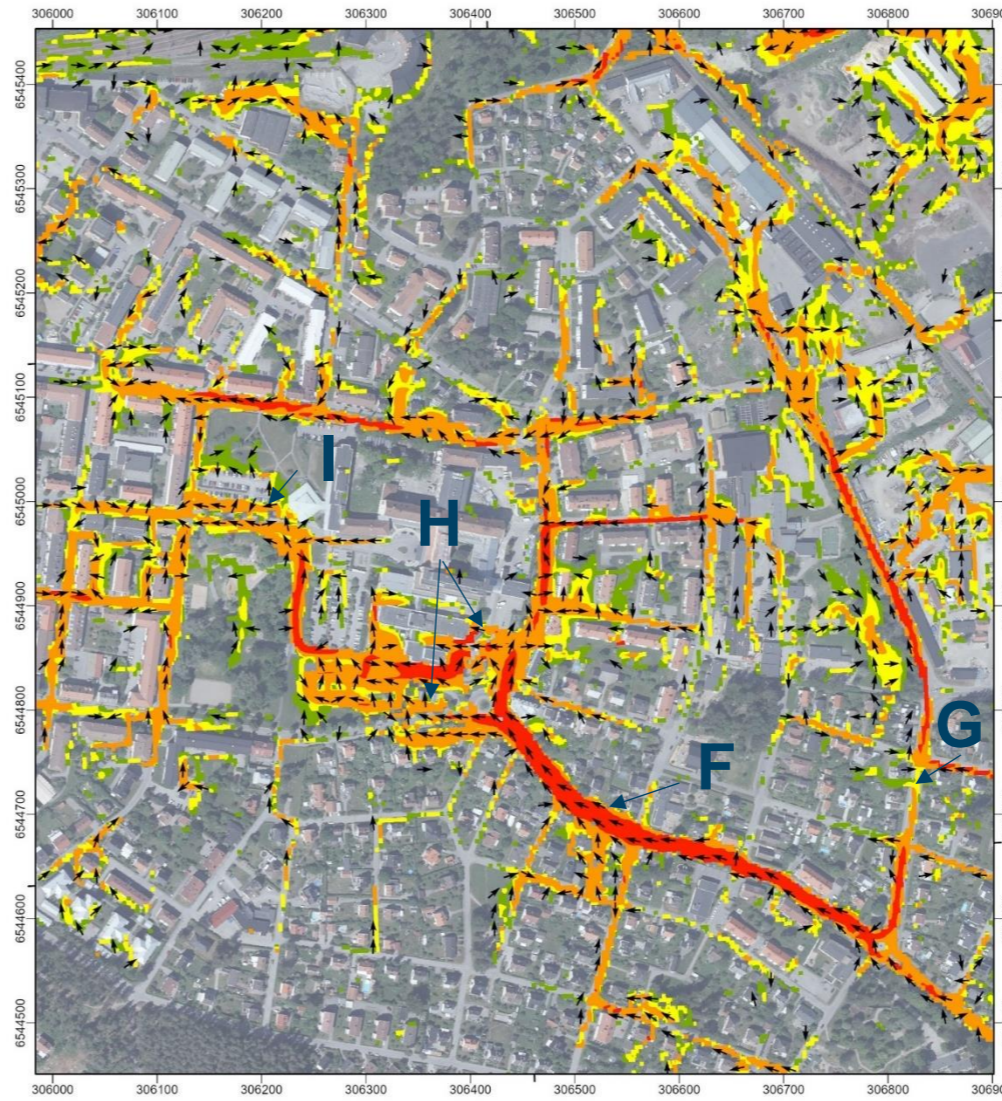
Sjukhusområdet

Beräknade maximala vattendjup (m) i samband med ett framtida 100-årsregn med klimattfaktor 1.3



SWEREF99 16 30
STET 2023-01-10

- A. Södra delen av sjukhusområdet ligger i ett lågområde med stor sammanhängande översvämning. Att vattendjupen är som störst runt fasaden talar även för att byggnaden placerats i den lägsta punkten. På grund av stora vattendjup runt hela byggnaden bedöms tillgängligheten vara begränsad.
- B. Parkeringen är upphöjd och tränger undan vatten mot byggnaden.
- C. Lågpunkten är inte nödvändigtvis sammanhängande behöver studeras närmre utifrån vattennivåer.
- D. Korsningen ligger i en lågpunkt och vägen bedöms som oframkomlig.
- E. Vattendjupen längs med vägen är förmodligen till följd av högre momentana flöden och därmed kortvariga.



Sjukhusområdet

Beräknade maximala flöden (l/s/m) i samband med ett framtida 100-årsregn med klimattfaktor 1.3

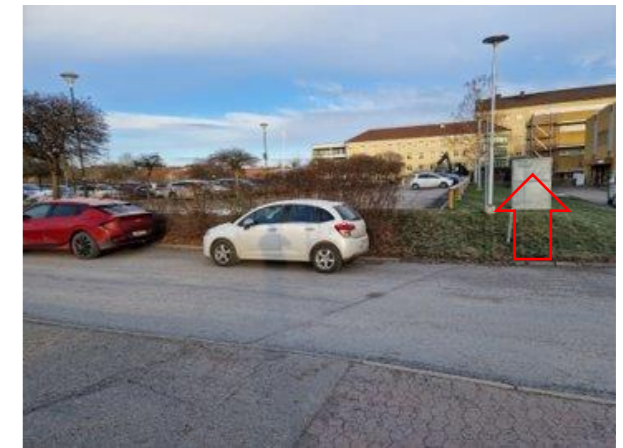


SWEREF99 16 30
STET 2023-01-10

- F. Förutom den lokala avrinningen inom själva fastigheten, sker större tillrinning från uppströms områden sydöst om sjukhuset, se kraftigare rött flödesstråk.
- G. Vattendelare, här finns en höjdpunkt i och med att vattnet byter riktning.
- H. Flödesstråket delar upp sig och trösklar delvis över vägen direkt mot lågområdet runt sjukhuset (A) och delvis mot lågpunkten kring bostadsområdet (D) för att därefter rinna vidare mot lågpunkten (A).
- I. Området kan bedömas som instängt, följer man flödespilarna kan man se att vattnet inte rinner vidare mot något håll utan att flödesstråken i närheten snarare rinner mot sjukhusområdet. Det betyder att vattendjup och utbredning kommer att öka i takt med större och intensivare regn. Avvattnings av området sker därmed främst med hjälp av ledningsnät. På grund av att området befinner sig i en lågpunkt kan det även finnas en risk att mer vatten trycks ut ur ledningssystemet under översvämningens förlopp innan vatten kan gå ner igen.



Marken är mycket flack och entreerna har låga trösklar varpå det finns stor risk för vatteninträngning.



Parkeringen är upphöjd och blockerar vattnets färdriktning varpå vatten trängs undan mot byggnaden vilket i sin tur förstärker översvämningen runt byggnaden som ligger belägen i en lågpunkt.

4.5 Modellbegränsningar

4.5.1 Höjddata

Inom vissa områden kan det i resultaten se ut som att det står vatten precis intill husliv, trots att dessa byggnader i verkligheten har mark som sluttar bort från byggnadsgrunden. Resultat som dessa, att det inom små smala områden uppstår översvämmade ytor trots att de i verkligheten ej kommer bildas precis där, beror dels på den horisontella upplösningen i beräkningsmodellen (2 meter), dels på att det i höjdmodellen finns osäkerheter och mindre fel. Detta blir tydligast för stora flacka områden där den verkliga höjdskillnaden är liten. Här kan relativt små absoluta fel i höjdmodellen ge felaktiga resultat. Speciellt vid kant till byggnader kan det uppkomma sådana fel. Bearbetning av höjddata sker ofta per halvautomatik av Lantmäteriet med storskalig bearbetning, och begränsade detaljstudier görs för respektive område som bearbetas.

Resultaten från karteringen baseras på de höjdförhållanden som förelåg då marknivåer skannades. Förändringar i marknivå, exempelvis till följd av exploateringar, som skett efter datum för skanning innebär sannolikt att resultaten inte är överensstämmande med dagens situation för dessa områden. Modellen bygger på Lantmäteriet "Laserdata Skogskog" och kommunens område är daterat som i att det laserskannades 2020.

Vid misstanke om missvisande resultat som kan vara avgörande för en riskvärdering kan det vara lämpligt att detaljstudera tillgängliga höjddata i bästa möjliga upplösning och även göra platsbesök för att klarlägga de verkliga höjdförhållandena.

4.5.2 Vägtrummor

Höjddata har bearbetats för viadukter och broar för att möjliggöra vattentransport. Däremot har höjddata inte modifierats att ta hänsyn till alla vägtrummor. Detta gör att på en del ställen kan ses vattenansamlingar strax uppströms vägar och banvallar där det i själva verket hade kunnat rinna vatten genom trummor eller kulverteringar. Majoriteten av denna typ av problematik uppstår utanför bebyggda områdena och har därför mindre inverkan på översvämningsområden som ger allvarliga konsekvenser.

4.5.3 Avsaknad av ledningsnätsdata

Vid tidpunkten för upprättandet av modellen saknades en del information om ledningsnätet i form av vattengångnivåer, dimensioner och pumpbeskrivningar. I områden med stor avsaknad av data har dessa inte arbetats in i modellen på grund av för stora osäkerheter. Etablerade modeller inkluderar dagvattensystemet med dess brunnar, ledningar, diken samt eventuella magasin och pumpstationer. Servisledningar har exkluderats

Öppna dagvattenlösningar har i viss mån inarbetats i ledningsnätsmodellen, om det vart tydligt att avrinningen för dagvattensystemet som helhet påverkas. Resterande öppna dagvattenlösningar såsom diken och dammar representeras endast i höjdmodellen. I laserskanningen är det oftast inte botten på diket som representeras, utan motsvarar den vattennivå som var stående vid tillfället för laserskanningen. Vidare kan upplösningen vara begränsande om diket är mindre än den valda upplösningen och därmed representeras oftast inte mindre diken vilket kan bidra till felkälla över hur vattnet rinner.

5 Vägen framåt

Skyfall

Höganäs kommun har i nuläget tagit fram en skyfallskartering för hela kommunen vilket ger en första inblick i vart vatten rinner och ansamlas samt vart en potentiell översvämning kan inträffa. I första hand behöver kommunen gå igenom de resultat som levererats i form av GIS-skikt för att få en bättre bild av vart det kan vara intressant att göra större insatser. Resultatet kan användas som en del av det översiktliga arbetet att identifiera sårbara områden och snabbt förstå vart det är lämpligt och inte lämpligt att bebygga. I detaljplanarbete kan det dock vara motiverat att öka upplösningen på modellen för att mer detaljerat fånga rinnvägar samt även se över behovet om lokal anpassning på kvarters- och fastighetsnivå för att säkerställa att mindre strukturer såsom murar och täta plank även finns representerade i modellen.

Nästa steg i MSB:s vägledning efter skyfallskartering, är en konsekvensanalys för att identifiera objekt som riskerar att exponeras, Figur 5-1.



Figur 5-1 Skyfallsplanering

Dagvatten

Dagvattenresultaten kan användas för att översiktligt identifiera sårbara områden som riskerar att översvämmas redan vid normala regn samt vart det eventuellt råder kapacitetsbrist och därmed vart det vore lämpligt att titta på åtgärder.

Det är viktigt att ha med sig att vid uppbyggnad av ledningsnätmodellen fanns stor avsaknad av data, i form av VG-nivåer och ledningsdimensioner. För vidare utredning av ledningsnätets dagvattenkapacitet, rekommenderas att man gör flödesmätningar och kalibreringar av modellen för att verifiera resultaten. Skyfallsresultaten bedöms inte påverkas i lika stor utsträckning på grund av storleken på regnen. Finns inte resurserna bör prioriteringen ligga på att mäta in åtminstone alla utlopp. Vidare rekommenderas att områden med kapacitetsbrist också mäts in om data saknats sedan tidigare. Resultaten kan också i den mån som går verifieras mot den lokala kännedom och erfarenhet som VA-huvudmannen sitter på.

6 Leverans

Förutom denna rapport levereras GIS-skikt i form av rasterbaserade TIFF-filer som visar maximalt beräknade vattendjup (MaxDepth), ytvattenflöden (MaxFlux) och flödesriktningar (DirectionAtMaxSpeed) under översvämningsförlopp för samtliga regnscenarier. För 10-årsregnet levereras även shapefiler som visar om brunnarna översvämmas (FloodNode), hur stor volym som spiller över till ytan (VolumeAboveGround) och kapaciteten i ledningarna (FilledPipes).

Följande filer har levererats:

5-årsregn

- Kommun_MaxFyllnadsgrad_T5.shp
- Hoganas_T5_FloodedNodes.shp
- Hoganas_T5_DischargeToSurface.shp
- Hoganas_T5_QmaxdivQmanning.shp
- A_Jonstorp_Nodes_MaxVolumeToGround_T5
- D_Hoganas_Nodes_MaxVolumeToGround_T5

10-årsregn

- Kommun_MaxFyllnadsgrad_T10.shp
- Hoganas_T10_FloodedNodes.shp
- Hoganas_T10_DischargeToSurface.shp
- Hoganas_T10_QmaxdivQmanning.shp
- A_Jonstorp_Nodes_MaxVolumeToGround_T10
- D_Hoganas_Nodes_MaxVolumeToGround_T10

100-årsregn med klimatfaktor 1,3

- Hoganas_T100CFp30_MaxDepth.tif
- Hoganas_T100CFp30_MaxFlux.tif
- Hoganas_T100CFp30_DirectionAtMaxSpeed.tif

7 Referenser

Boverket. (2022): *Klimatrisiker I översiktsplanering*.

https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo_klimat/klimatrisiker/

Dahlström B. (2010): *Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse*. Svenskt Vatten Utveckling, rapport 2010-05

DHI. (2013): Översiktlig klimatanalys för Höganäs kommun – Avseende stigande hav, erosion, extrema regn och höga grundvattennivåer idag och i framtiden

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (2017): *Vägledning för skyfallskartering: tips för genomförande och exempel på användning*. Publikationsnummer MSB1121.

Svenskt Vatten. 2016. Publikation P110 – Del 1, *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

Appendix A

Appendix A Teknisk modellbeskrivning

I följande bilaga ges en teknisk beskrivning av de modellförutsättningar som vart styrande vid uppbyggnad av dagvatten- och skyfallsmodeller. Modellerna är dynamiska hydrauliska modeller som byggts upp i DHI:s programvara MIKE+ 2021 Update 1. På grund av kommunens storlek har området fördelats över åtta modeller.

Appendix A.1 Markavrinningsmodell

Den ytliga avrinningen beskrivs av en tvådimensionell hydraulisk markavrinningsmodell och beräknar flödet på markytan i två dimensioner, x-led och y-led. Den horisontella upplösningen på modellen har satts till 2 meter. För att beskriva avrinningen på ytan behöver hänsyn tas till de rådande höjd- och markförhållandena, vidare styrs storleken på översvämningen utav storleken på regnet och rådande vattennivåer i sjö, hav eller vattendrag.

Höjddata

Höjddatan bygger på Lantmäteriets laserskannade höjddata "Laserskanning Skog" (2020), med 1-2 punkters upplösning per m². Upplösningen i modellen är satt till 2 meter vilket innebär att en area på 2 x 2 meter representeras av ett höjdvärde. I höjdmodellen har byggnaderna höjts upp samt justerats för viadukter och tunnelpassager för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena.

Markförhållanden

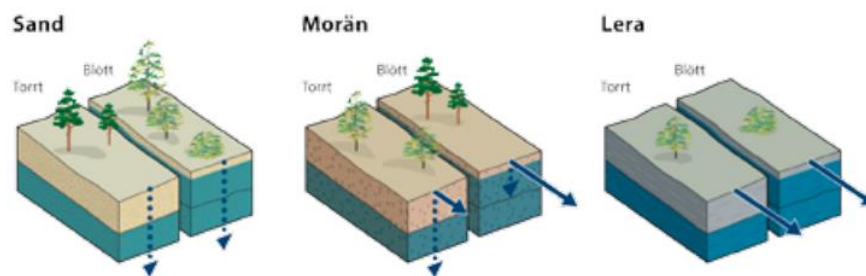
Ytans råhet, vilken styrs av vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämningförloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. De hårdgjorda ytorna utgörs av hustak, vägar andra asfalterade ytor baserat på primärkarta levererad av beställaren. En kompletterande analys av större hårdgjorda ytor såsom handels- och industriområden samt tät bebyggelse har genomförts utifrån kommunens markanvändningslager och ortofoto. I Tabell 7-1 redovisas ansatta värden för markytans råhet (Mannings tal M).

Tabell 7-1 Ansatta Mannings tal M för olika ytor baserat på markanvändning.

	Byggnader	Vägar/Asfaltsytor	Grönytor	Diken	Sjöar	Större vattendrag
Mannings ta	2,5	50	5	20	1,0	7,0

Infiltration

Till terrängmodellen har en infiltrationsmodul kopplats som låter delar av vattnet infiltrera istället för att rinna av på ytan. Infiltrationen varierar utifrån jordlager, där exempelvis sand och lera har en hög respektive låg infiltrationsförmåga, Figur 7-1.



Figur 7-1 Beskrivning av infiltrationen och hur avrinningen påverkas av olika jordarter. Jordlager som sand har en hög infiltrationskapacitet där merparten av vattnet som faller på ytan infiltreras och blir grundvatten. Områden med lera har dålig infiltrationskapacitet och stora delar av vattnet som faller på dessa ytor rinner av som ytavrinning. (MSB 2017)

På alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats. Infiltrationshastigheten har ansatts utgående från erhållen jordartskarta från beställaren. Infiltrationsförutsättningarna är generellt goda inom kommunens tätorter som ligger längs med kusten ovanpå grovkorniga jordar så som sand och grus och som teoretiskt har goda infiltrationsmöjligheter. I modellen har områden med sandiga jordar inom gränsen för tätorten antagits ha samma infiltrationskapacitet som morän. Detta har gjorts som en säkerhetsmarginal för att inte överestimera infiltrationen på planteringar som ofta är tätt packade.

Inåt landet är det mer morän och leriga jordar som generellt har begränsade respektive dåliga infiltrationsförutsättningar. Beroende på de lokala jordartsförhållandena varierar den ansatta infiltrationshastigheten i modellen mellan 0 och 180 mm/h, se Tabell 7-2.

Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m med en effektiv porositet på 0,4. Detta innebär en total magasin kapacitet i marken på 120 mm (0,4 x 0,3 m). Dock spelar tidsförloppet in, så även om 120 mm nederbörd faller på en yta med denna magasineringsförmåga, beror infiltrerad volym på hur länge vattnet ligger kvar i detta område. Vid större lutning i terrängen hinner ofta inte vattnet infiltrera innan det runnit vidare, medan det vid lågpunkter kan ansamlas stora volymer där infiltrationen successivt pågår tills markmagasinet fyllts. Dessutom antas inte marken vara helt torr vid regnets start. Den initiala markvattenhalten har ansatts utifrån antagandet att regnet inträffar sommartid och har föregåtts av en veckas torrväder.

Infiltrationsmodulen inkluderar även beskrivning av ett möjligt läckage från det övre markmagasinet till en tänkt grundvattenyta. I praktiken har dock denna process mycket liten inverkan vid denna typ av beräkning då läckaget generellt är väsentligt lägre än infiltrationen.

Tabell 7-2 Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika jordarter.

	Hårdjordtyper	Tunt lager på berg	Sand/grus	Morän	Organisk jordarter	Lera/silt
Infiltrationshastighet (mm/h)	0	36	180	36	18	3,6
Läckagehastighet (mm/h)	0	0,036	18	3,6	1,8	0,36

Styrande vattennivåer

Förutom Mjölhult och Ingelstråde vetter alla tätorter mot havet. Marken är dessutom väldigt låg längs med Görslåvsbäcken varpå havsnivån bedöms tränga in rätt långt inåt landet vid en framtida höjning av medelvattennivån. Följande medelvattennivåer har ansatts för beräknade scenarion.

- 5- och 10-årsregn enligt befintlig medelvattennivå +0,11 m
- 100-årsregn enligt framtida medelvattennivå år 2150 +1,26 m

Inom kommunen finns flera vattendrag i form av större diken. Inga specifika styrande vattennivåer eller flöden har ansatts i modellen. Nivåerna i vattendragen beskrivs endast av LAS-datan (2020) och således bedöms beräkningsresultatet angränsande vattendragen som osäkra.

Appendix A.2 Dagvattenmodell och koppling med mark

En hydraulisk endimensionell ledningsnätmodell har byggts upp, som beskriver dagvattensystemets kapacitet. Dagvatten- och markavrinningsmodellen har kopplats ihop, så att vatten kan rinna fritt mellan brunnar och markytan. Kopplingen innebär att dagvatten både kan tränga upp ur eller rinna ner i ledningsnätet, beroende på om det finns outnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller inte.

I modellen har följande generella antaganden gjorts:

- Modellen är upprättad i koordinatsystem SWEREF99 13 30 och höjdsystem RH2000.
- Ledningsnätmodellen bygger främst på vanliga nedstignings- och tillsyningsbrunnar. Flöde mellan de båda modellerna begränsas av storleken på brunnen. Brunnarna har modellerats utan lock. Detta antagande görs då majoriteten av rännstensbrunnarna inte finns med i modellen vilket kompenseras med att ansätta en större kapacitet i nedstigningsbrunnarna. Locknivåer för samtliga brunnar och vattengång för utlopp har satts utifrån terrängmodellen.
- Modellen har anpassats för att möjliggöra koppling till markavrinningsmodellen. Locknivåer för samtliga brunnar samt vattengång för utlopp har satts utifrån terrängmodellen.
- Områden som inte tillhör det större dagvattennätet och har begränsad information har inte tagits med.
- Ledningsmaterial och ledningsdimensioner har tagits från ledningsdatabasen. I första hand används angiven innerdiameter, men om det finns en angiven ytterdiameter har denna använts med ett. Ledningar med innerdiameter under 160 mm har försökt undvikas att

modelleras på grund av risk för instabilitet, men i större sammanhängande områden där majoriteten av ledningarna vart mindre har de behållits. Ledningar som saknar materialattribut har antagits vara betongledning.

- Alla brunnar som saknat diameter eller haft en innerdiameter som är mindre än 0,5 m har satts till 1 m i diameter eller 2 m för att öka stabiliteten i modellen. "Brunnar" som är kopplade till diken har en diameter på 2 m.
- För de brunnar som saknat bottenivå eller ledningar som saknat vattengång har interpolering gjorts mellan närliggande brunnar. För brunnar längst upp i systemet som saknat bottenivå har denna antagits till att ligga 1–2 m under marknivå.
- Vid uppbyggnad av modellen har dagvattenlösningar i form av diken och magasin inte lagts in om det inte vart tydligt att de har haft en viktig funktion genom att sammankoppla dagvattensystemet.
- För öppna tvärsektioner "CRS" som beskriver mindre vattendrag samt diken har antagits en V-formad schablonbeskrivning med 1:2 släntlutningar upp till 1 m ovan bottenivå. Fiktiva vertikala kanter har sedan adderats för att stabilisera modellen och undvika blow-up då trycknivå stiger ovan dikeskant. Dikesbeskrivningarna finns med i modellen för att säkerställa vattentransport i MU-modellen men samtidigt har dessa givits en schablonbeskrivning med mindre kapacitet för att inte introducera en allt för stor dubbelkapacitet i FLOOD-modellering, då vatten både transporteras på markyta samt i ledningsnätmodellen. Övrig avrinning inom öppna dagvattenlösningar sköts i terrängen av ytavrinningmodellen. Alla resultat som visas i denna rapport är utförda med kopplade beräkningar (rörmodell samt terrängmodell).
- Vägtrummor har beskrivits i dagvattenmodellen för att möjliggöra transport under vägar. Vägtrummor som saknar rördimension har ej beskrivits i modellen.
- För delmodellen som inkluderar Jonstorp har Görslövsån lagts in med en bottenlutning på 0,1%, bottenbredd 7 m och en släntlutning 1:1,5. Vattengångar längs ån ligger 1 m under laserskannade nivåer. Vattennivån i ån styrs av den gällande havsnivån för modellerat scenario.
- I modellen har pumpar endast lagts till i modellen som täcker Höganäs och Lerberget. I övriga modeller beskrivs ingen dagvattenpumpning. Det innebär att dämningnivåer inom vissa områden blir felaktiga, men det bedöms ha mindre betydelse vid resultat av skyfallsberäkningar, då tillrinningen med säkerhet överskrider dimensionerande pumpkapacitet. För dagvattenberäkningarna kommer detta få större betydelse och behöver justeras vid fortsatt utredning.
- Så som projektet byggts upp har fokus legat på skyfallsmodellen, där dagvattenmodellen är mer som ett komplement för att ge en mer representativ beskrivning av skyfall. Resultaten för dagvattenmodellering får därför ses som mer preliminära. Det har inom ramen för projektet inte vart möjligt att kontrollera alla detaljer i ledningsnätet. Uppenbara felaktigheter är rättade, men kvarstående fel kan ge felaktiga beräkningsresultat.
- Inom sammanhängande bebyggelseområden bestämdes avrinningsområden för dagvattensystemet, baserat på höjddata och ledningssystemets utsträckning enligt Thiessens polygoner.
- Markanvändningslager givna av Höganäs kommun användes för att teoretiskt beräkna andel hårdgjord yta för varje delavrinningsområde. De lager som användes var ytor som representerade byggnadsytor, gatuytor, parkeringar, torg och övriga hårdgjorda ytor.

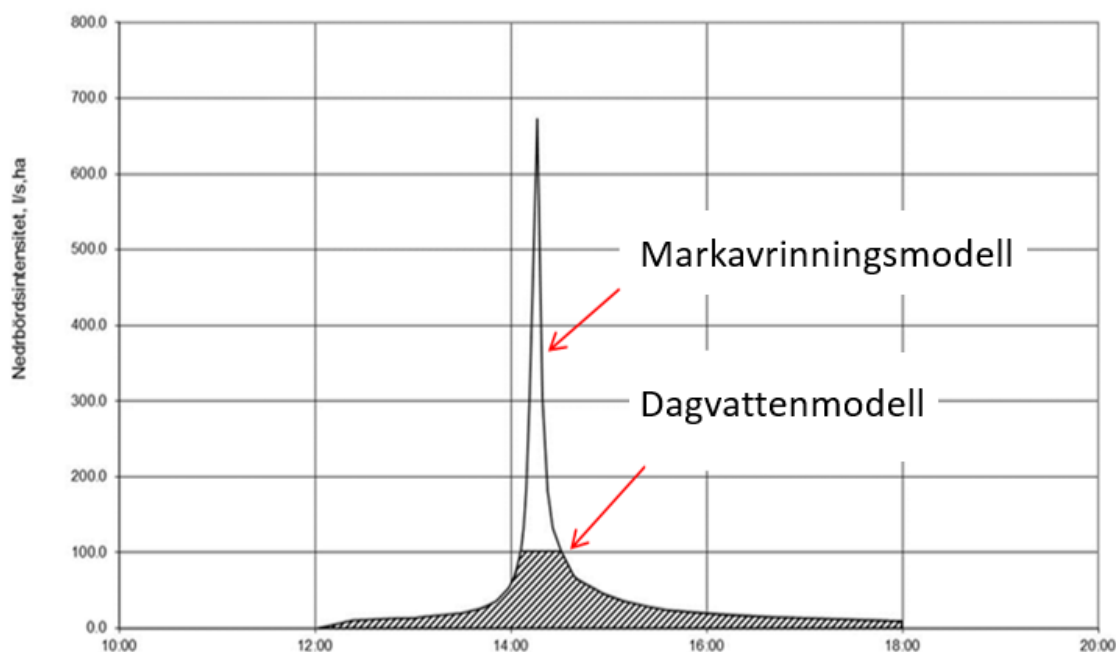
- Avrinningskoefficient för befintliga avrinningsområden beräknas utifrån markanvändning, där hårdgjorda ytor bidrar till 100% avrinning och övriga ytor till 0%. Motivet till att använda dessa avrinningskoefficienter jämfört med koefficienter föreslagna i Svenskt Vattens publikationer är att säkerställa att vattenbalansen går ihop vid simulering med en kopplad modell.

Appendix A.3 Regnbelastning

Inom ramen för projektet har tre olika regnhändelser studerats: 5-, 10- och 100-årsregn.

De fiktiva regnen bygger på så kallade CDS-regn som har en central regntopp och en total varaktighet på 6 timmar. CDS-regn innebär att regnvolymer är statistiskt korrekta för alla varaktigheter inom regnet, i detta fall från 5 minuter upp till 6 timmar. För att beakta effekterna av klimatförändringar har en klimatfaktor på 1,3 adderats till 100-årsregnet. För de mindre regnhändelserna har ingen klimatfaktor adderats utan representerar befintlig situation.

I beräkningarna har både markavrinnings- och dagvattenmodellen belastats med nederbörd där avrinningen sker på ytan och i ledningsnätet parallellt. Som utgångspunkt har dagvattenmodellen belastats med ett 5-årsregn på hårdgjorda ytor, vilka antas ledas till ledningsnätet. I markavrinningsmodellen belastas därmed hårdgjorda ytor (som antas leda till ledningsnätet) med differensen mellan studerat regn och ett 5-årsregn. Övriga ytor belastas med hela regnet. I Figur 7-2 illustreras principen för hur det belastande regnet fördelats mellan markavrinningsmodell och dagvattenmodell på hårdgjorda ytor. I de områden där hydraulisk modell för ledningsnätet saknas har motsvarande avdrag från regnvolymer gjorts med skillnaden att volymen inte inkluderas i beräkningarna.



Figur 7-2 Principiell illustration av hur studerat regn fördelas över hårdgjorda ytor i markavrinningsmodell och dagvattenmodell. I områden utan koppling till ledningsnätet exkluderas den del av regnet som antas kunna hanteras av ledningsnätet från beräkningarna.

Enbart den mest intensiva 30-minutersperioden och efterföljande regn har studerats med modellen, då intensiteten för förregnet är lägre än bedömd kapacitet för både ledningsnät och markens

infiltrationsförmåga. Förregnets volym har inkluderats i markmagasinet, vilket innebär att den tillgängliga magasin kapaciteten minskats med motsvarande volym. Hela regnförloppet har studerats med dagvattenmodellen medan kopplingen modellerna emellan är gjord vid starten av den mest intensiva 30-minuters perioden.