

Skyfallskartering Härnösands kommun

Underlag till kommunens klimatanpassningsarbete



CLIMATE
Adapting to Change



Härnösands kommun

Rapport

Februari 2020

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Skyfallskartering Härnösands kommun

Underlag till kommunens klimatanpassningsarbete

Framtagen för Härnösands kommun
Kontaktperson Daniel Johansson



Figuren visar maximalt översvämningsdjup
vid framtida 100-årsregn

Projektledare	Emelie Alenius
Kvalitetsansvarig	Erik Mårtensson
Handläggare	Hanna Nordlander

Uppdragsnummer	12804437
Godkänd datum	2020-02-07
Version	Slutgiltig 2,0
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
2	Metodik	3
2.1	Markavrinningmodell	3
2.2	Dagvattensystemets kapacitet	4
2.3	Regnbelastning	6
3	Resultat	8
3.1	Tolkning av resultat	9
3.1.1	Höjddata	10
3.1.2	Vägtrummor	10
4	Användning av resultat	11
5	Leverans	13

FIGURER

Figur 2-1.	Illustration av skyfallskartering med schablonmässig hantering av ledningsnätet (vänstra bilden) och med kopplad markavrinnings- och ledningsnätsmodell (högra bilden).	3
Figur 2-2.	Figuren visar ledningsnätsmodellen som beskriver dagvattensystemet i Härnösand tätort.	6
Figur 2-3.	Regnintensitet och ackumulerad regnvolymer som funktion av varaktighet för simulerade regnhändelser.	7
Figur 3-1.	Resultatexempel för beräknade maximala översvämningsdjup. Exempelbilden visar resultat för modellberäkning med framtida 100-årsregn (kopplad ledningsnäts- och markavrinningsmodell).	8
Figur 3-2.	Resultatexempel för beräknade maximala ytvattenflöden och flödespilar. Exempelbilden visar resultat för modellberäkning med framtida 100-årsregn (kopplad ledningsnäts- och markavrinningsmodell).	9
Figur 4-1.	Föreslagen arbetsgång för att uppnå en skyfallstål stad.	11
Figur 5-1.	Figuren visar den ungefärliga utbredningen av den kommunövergripande markavrinningsmodellens sex delmodeller. Den rosa rutan markerar den ungefärliga utbredningen för den kopplade markavrinnings- och ledningsnätsmodellen.	14

TABELLER

Tabell 2-1.	Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika kategorier av jordarter.	4
-------------	--	---

1 Inledning

Översvämning genom skyfall (pluvial översvämning) är ett hot redan idag och som kommer att bli vanligare i ett framtida förändrat klimat. Det är svårt att förutsäga var och när ett skyfall kommer att inträffa liksom dess varaktighet och intensitet. Bebyggelse och infrastruktur, däribland samhällsviktiga verksamheter, kan drabbas av stora skador till följd av skyfall.

Härnösands kommun önskar kartlägga konsekvenser av extrema regn med olika återkomsttid. Resultaten från kartläggningen ska ingå i planeringsunderlaget för kommunens arbete med klimatanpassning, andra skyfallsrelaterade frågor och utgöra underlag för bedömning av risker kopplade till skyfall i samband med fysisk planering.

DHI Sverige AB har genomfört kartläggningen genom att sätta upp en skyfallsmodell för kommunen och modellera flertalet skyfallsscenarion. Skyfallskarteringen har resulterat i ett underlag som visar maximala vattendjup, maximala flöden samt flödesriktningar under översvämningsförloppet.

2 Metodik

Vid normala regn hanteras regnvolymen antingen genom avledning till samhällets dagvattensystem eller genom infiltration på permeabla, gröna ytor. Vid extrema regn överskrider dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga vilket medför att det sker en avrinning på markytan med marköversvämning som följd. I syfte att kartlägga var vattnet rinner och skapar översvämning har översvämningsskarteringar gjorts för två olika extrema regn för Härnösands kommun.

Två metoder med olika detaljeringsgrad har tillämpats. För Härnösand tätort har beräkningar gjorts med en kopplad markavrinnings- och ledningsnätmodell. Kopplingen innebär att vatten både kan tränga upp ur, eller rinna ner i ledningsnätet, beroende på om det finns outnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller ej. Detta ger en korrekt bild över hela översvämningssförloppet och tar samtidigt hänsyn till de lokala skillnaderna som finns runt om i ett dagvattensystem. För resten av kommunen har dagvattensystemets kapacitet hanterats via ett schablonmässigt avdrag från regnvolymen och således har dagvattennätet inte beskrivits explicit. I Figur 2-1 illustreras den principiella skillnaden mellan de båda metoderna. Båda metoderna finns mer utförligt beskrivna i *"Vägledning för skyfallsskartering – Tips för genomförande och exempel på användning"*¹.

I följande avsnitt redogörs för generella beräkningsförutsättningar och gjorda antaganden.



Figur 2-1. Illustration av skyfallsskartering med schablonmässig hantering av ledningsnätet (vänstra bilden) och med kopplad markavrinnings- och ledningsnätmodell (högra bilden).

2.1 Markavrinningmodell

Utifrån nationella höjdmodellen (NH) har tvådimensionella hydrauliska markavrinningsmodeller etablerats i programvaran MIKE 21. Modellerna beräknar flödet på markytan i två dimensioner, x-led och y-led. Modellen som täcker in hela kommunen har delats upp i sex delmodeller på grund av beräkningstidsmässiga skäl. Delmodellerna överlappar varandra så att inga randeffekter ska synas i de bearbetade modellresultaten.

Den horisontella upplösningen på modellen har satts till 4 m. Detta innebär att ett område på 4 x 4 meter representeras av ett höjdvärde. Upplösningen på resultatet blir samma som upplösningen i modellen. Alltså beräknas vattendjup för varje område på 4 x 4 meter. Valet av upplösning har gjorts för att på ett tillräckligt detaljerat sätt kunna beskriva urbana strukturer och samtidigt få rimliga beräkningstider.

¹ Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). *Vägledning för skyfallsskartering – Tips för genomförande och exempel på användning*. MSB1121, augusti 2017.

En bearbetning av höjdmodellen har gjorts för att beskriva de verkliga vattentransport-förhållandena vilket innebär att nivån för samtliga byggnader har höjts upp jämfört med omkringliggande områden för att möjliggöra transport av vatten runt byggnader. Vidare har terrängmodellen justerats för viadukter i syfte att beskriva nivån på vägbanan i viadukten och inte nivån på vägen över.

Ytans råhet, vilken styr vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämnings-förloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. Hårdgjorda ytor har beskrivits med en lägre råhet (mindre motstånd), motsvarande Mannings tal M på 50, och övriga ytor med en högre råhet (större motstånd), motsvarande Mannings tal M på 2. De hårdgjorda ytorna utgörs av hustak och vägar som har tagits från digitalt material levererat av beställaren.

Till terrängmodellen har kopplats en infiltrationsmodul som låter delar av vattnet infiltrera istället för att rinna av på ytan. På alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats. Infiltrationshastigheten har ansatts utgående från erhållna jordartskartor från beställaren (Jordarter 1:25 000-1:100 000, Jordarter 1:200 000 Västernorrland och Jordarter 1:750 000 Mittnorden). Beroende på de lokala jordartsförhållandena varierar den ansatta infiltrationshastigheten i modellen mellan 0 och 90 mm/h, se Tabell 2 1.

Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m med en total porositet på 0,4. Detta innebär en total magasinskapacitet 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 2-1. Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika kategorier av jordarter.

Parameter	Hårdgjorda ytor och berg	Sand och grus	Morän	Organiska jordarter	Lera och silt
Infiltrationshastighet (mm/h)	0	90	36	18	3,6
Läckagehastighet (mm/h)	0	18	3,6	1,8	0,36

2.2 Dagvattensystemets kapacitet

I den kommunövergripande markavrinningsmodellen hanteras ledningsnätets kapacitet genom ett schablonmässigt avdrag från regnet som belastar modellen. Storleken på avdraget har bestämts utifrån antagandet om att ledningsnätet kan hantera ett regn med 10 års återkomsttid. Avdraget har gjorts för alla hårdgjorda ytor vilka kan antas ledas till befintligt ledningssystem. Kapaciteten för befintliga dagvattenförande system kan dock variera kraftigt, ibland med lägre kapacitet på grund av äldre dimensioneringsnormer och i andra fall med högre kapacitet. Vid skyfall, d.v.s. regn med hög återkomsttid och intensitet, är ledningssystemets kapacitet begränsad i förhållande till regnvolymen.

För Härnösand tätort har en ledningsnätsmodell för dagvattennätet etablerats i programvaran MIKE URBAN. Ledningsnätsmodellen är upprättad utifrån underlag från Härnösand Energi och Miljö ABs (HEMABs) ledningsnätsdatabas. Modellen inkluderar dagvattensystemet med dess brunnar, ledningar som är 300 mm i diameter eller över, diken samt magasin. Ingen av de dagvattenpumpstationer som ingår i dagvattensystemet har beskrivits i modellen. Dessa antas ha begränsad kapacitet i relation till de vattenvolymer som genereras vid ett skyfall. I Figur 2-2 presenteras vilka ledningar som inkluderats i modellen.

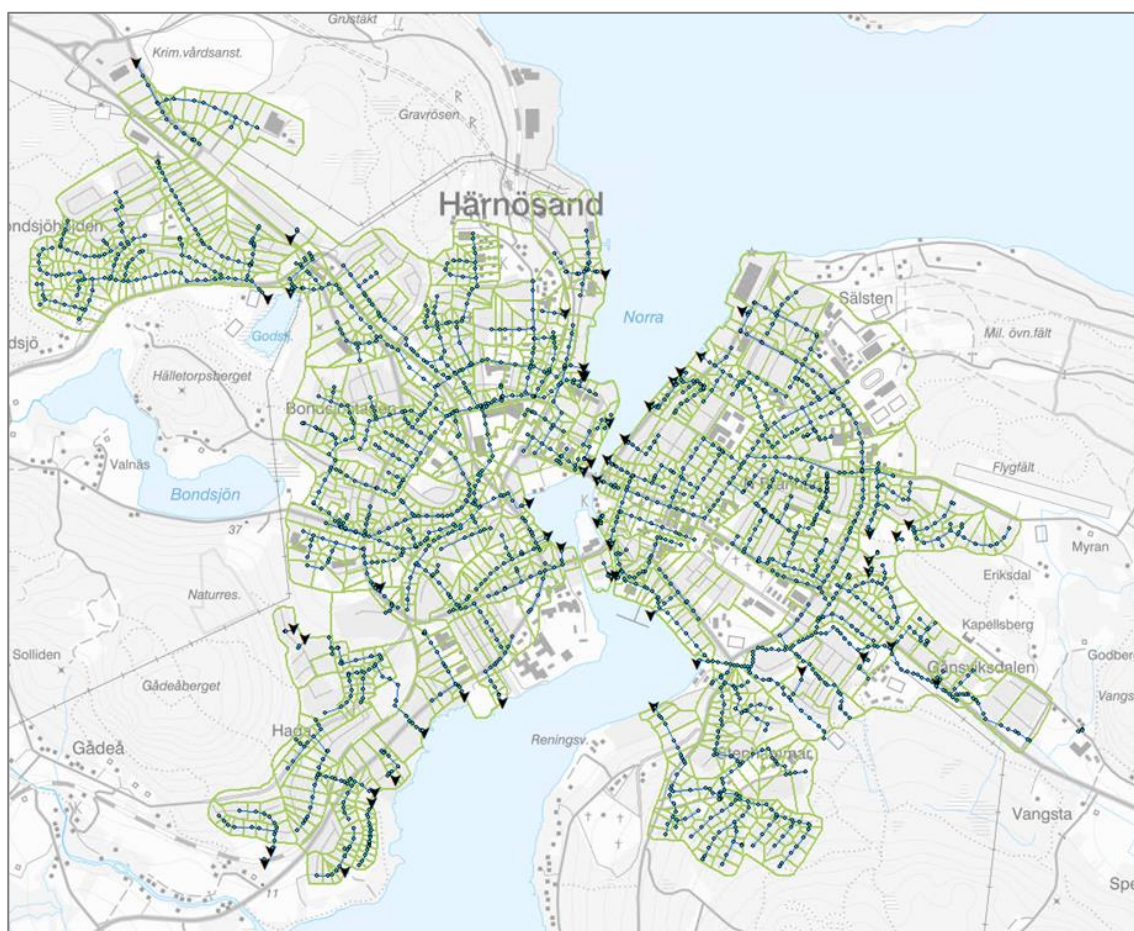
Där ledningsdimension saknats har dimensionen antagits utifrån närliggande ledning. Där vattengångsnivå saknats har denna interpolerats fram eller ansatts till 2 m under marknivå.

Brunnar och dikesutlopp i ledningsnätsmodellen har kopplats till markavrinningsmodellen. Kopplingen innebär att dagvatten både kan tränga upp ur, eller rinna ner i ledningsnätet, beroende på om det finns outnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller ej. Skyfallet antas inte påverka nivån i Bottenhavet. En statisk nivå på -0,02 m (RH2000) antas därför vid utloppen till Bottenhavet. Den antagna nivån motsvarar enligt SMHIs rapport *Karttjänst för framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust* den framtida (år 2100) medelvattennivån för Härnösands kommun (Klimatscenario RCP 8,5, 50 percentilen). Nivån skiljer sig mycket lite från dagens medelvattennivå då landhöjningen kompenserar för den framtida havsnivåhöjningen.

Ledningsnätsmodellen innehåller främst vanliga nedstigningsbrunnar. Flöde mellan de båda modellerna begränsas av storleken på brunnen. Brunnarna har modellerats utan lock. Detta antagande görs då 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. Utlopp från ledningsnätet till diken/vattendrag var ej definierade i erhållit underlag, varvid en tolkning har genomförts av var utlopp sannolikt finns.

Kulvertar och vägtrummor som ej är sammankopplade med ledningssystemet men spelar en viktig roll för vattentransporten inom tätorten har lagts till i ledningsnätsmodellen.

Det har saknats underlag för att beskriva de vattendrag som är en del av dagvattensystemet inom tätorten. Vattendragen beskrivs delvis av höjdmodellen men detaljnivån begränsas av höjdmodellens upplösning och generellt underskattas kapaciteten. Beskrivningen av Gerestabäcken och två av dess biflöden har kompletterats med en enkel sektion i ledningsnätsmodellen. I Gerestabäcken har två sektioner använts. Båda sektionerna har ett djup på 0,5 m och bredden är 0,5 m i den övre halvan och 1 m i den nedre halvan. I de två biflödena är sektionen 0,3 m bred och 0,3 m djup.



Figur 2-2. Figuren visar ledningsnätsmodellen som beskriver dagvattensystemet i Härnösand tätort.

2.3 Regnbelastning

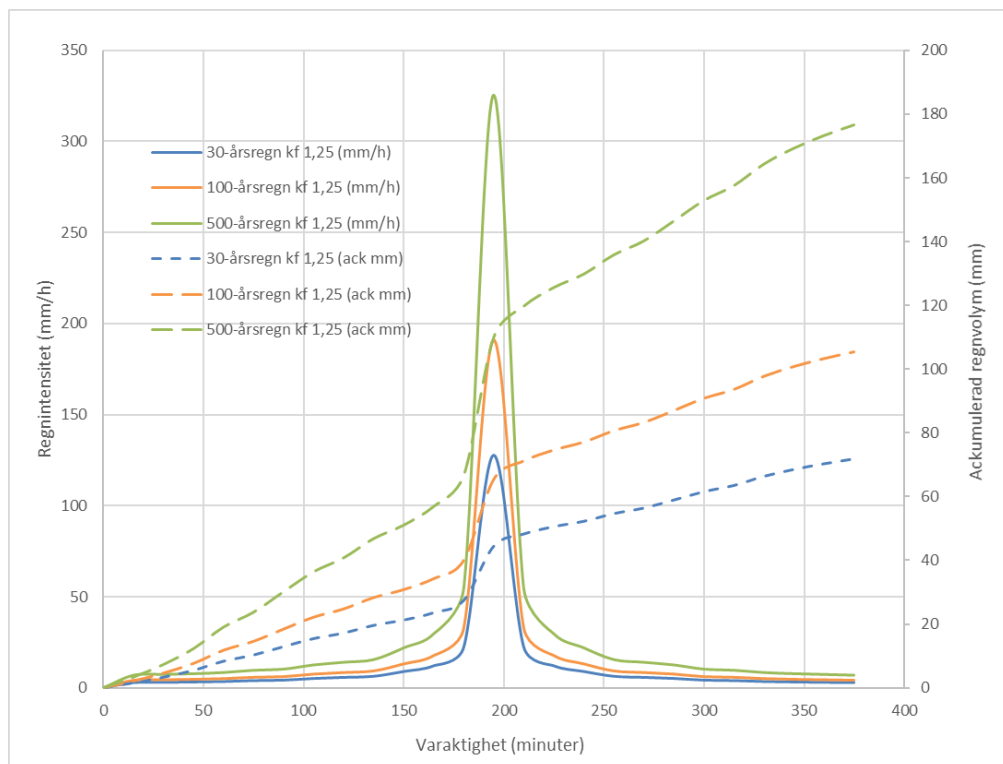
Två skyfall med olika intensitet har studerats:

1. Dimensionerande 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 (framtida 100-årsregn).
2. Dimensionerande 500-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 (framtida 500-årsregn).

I Figur 2-3 visas regnintensiteten och ackumulerad regnvolym som funktion av varaktigheten för de båda regnen.

Utifrån en statistisk bearbetning av regndata, beskrivet i Svenskt Vattens publikation P104, har s.k. intensitets-/varaktighetssamband tagits fram, dvs. regnintensitet som funktion av varaktighet med en viss sannolikhet, återkomsttid. Regnstatistiken används bl.a. för dimensionering av dagvattensystem. Från denna statistik har 100- och 500-årsregn med en total varaktighet på sex timmar valts. Till detta har lagts en klimatfaktor på 1,25. Klimatfaktorerna ligger i linje med den förväntade intensitetsökningen för extrema regn till år 2100 enligt de senaste resultaten från SMHIs klimatmodeller.

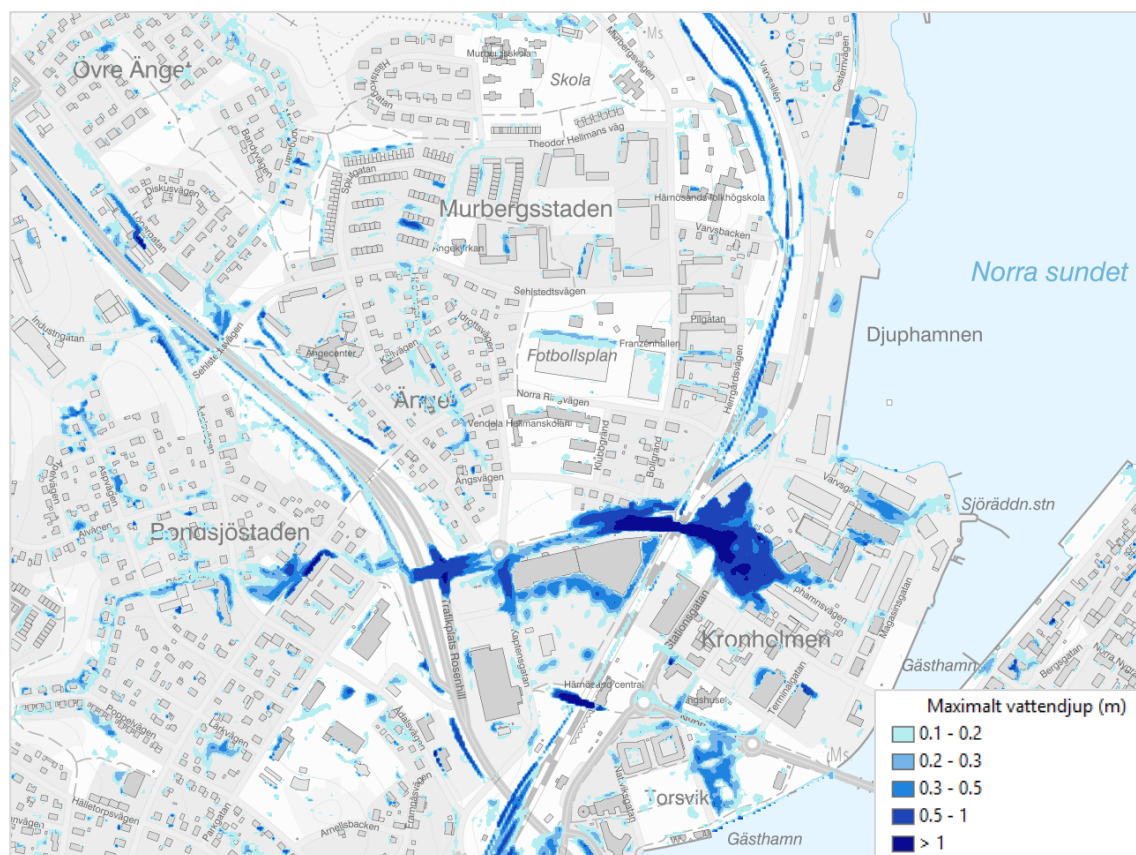
Utöver skyfallen har ett 30-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 körts med den kopplade markavrinnings- och ledningsnätsmodellen över Härnösand tätort. I Figur 2-3 visas regnintensiteten och ackumulerad regnvolym som funktion av varaktigheten för regnet med en återkomsttid på 30 år.



Figur 2-3. Regnintensitet och ackumulerad regnvolym som funktion av varaktighet för simulerade regnhändelser.

3 Resultat

Det har tagits fram GIS-skikt (avsnitt 5) som visar maximala beräknade vattendjup, maximala flöden samt flödesriktningar under översvämningförloppet. Kartorna visar alltså inte förhållandena vid en särskild tidpunkt under beräkningen, eftersom maximalt vattendjup erhålls vid olika tidpunkter i olika delar av området. I Figur 3 1 och Figur 3 2 visas resultatexempel för beräknade vattendjup respektive ytvattenflöden och flödesriktning.



Figur 3-1. Resultatexempel för beräknade maximala översvämningdjup. Exempelbilden visar resultat för modellberäkning med framtida 100-årsregn (kopplad ledningsnäts- och markavrinningsmodell).



Figur 3-2. Resultatexempel för beräknade maximala ytvattenflöden och flödespilar. Exempelbilden visar resultat för modellberäkning med framtida 100-årsregn (kopplad ledningsnäts- och markavrinningsmodell).

3.1 Tolkning av resultat

Översvämningskartorna visar områden där vatten riskerar att bli stående och orsaka en översvämning på ytan i samband med studerade regn. Viktigt är att ha i åtanke att översvämnings, dvs. ansamlingar av vatten på markytan, inte nödvändigtvis utgör 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 t.ex. ett villaområde eller en större trafikled drabbas. Se även diskussion om konsekvensanalys i kapitel 4.

I takt med att vatten avbördas från ledningssystemet kommer det i praktiken efter hand finnas möjlighet för vatten att rinna ner i detsamma. Beräknat vattendjup i svackor dit vatten rinner från stora områden under längre tid, och där svackorna samtidigt har fysisk koppling till ledningsnätet via rännstensbrunnar, kan därför bli överskattade med den förenklade beräkningsmetodiken (den kommunövergripande markavrinningsmodellen) där ledningsnätet inte inkluderats fysiskt. Å andra sidan kan det omvända gälla om dessa lågt liggande delar samtidigt sammanfaller med lokalt sämre kapacitet i ledningsnätet, något som inte är helt ovanligt.

Modellområdena har avgränsats så att de överlappar varandra med god marginal och resultaten har därefter bearbetats innan sammanfogning för att uppkomna randeffekter ska försvinna. Det bör dock noteras att resultaten nära kommungräns kan vara missvisande. Vid nyttjande av resultat i nära anslutning till kommungränsen bör därför alltid en rimlighetsanalys genomföras.

3.1.1 Höjddata

Inom vissa områden kan det i resultatfilerna 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 (4 m rutor), 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, då höjdmodellen som levereras från Lantmäteriet är bearbetad för att ta bort byggnader och dylikt ur höjdmodellen. Lantmäteriets bearbetning sker per halvautomatik med storskalig bearbetning, och inga detaljstudier görs för respektive område som bearbetas.

Resultaten från skyfallsanalysen baseras på de höjdförhållanden som förelåg då marknivåer till nationella höjdmodellen (NH) 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.

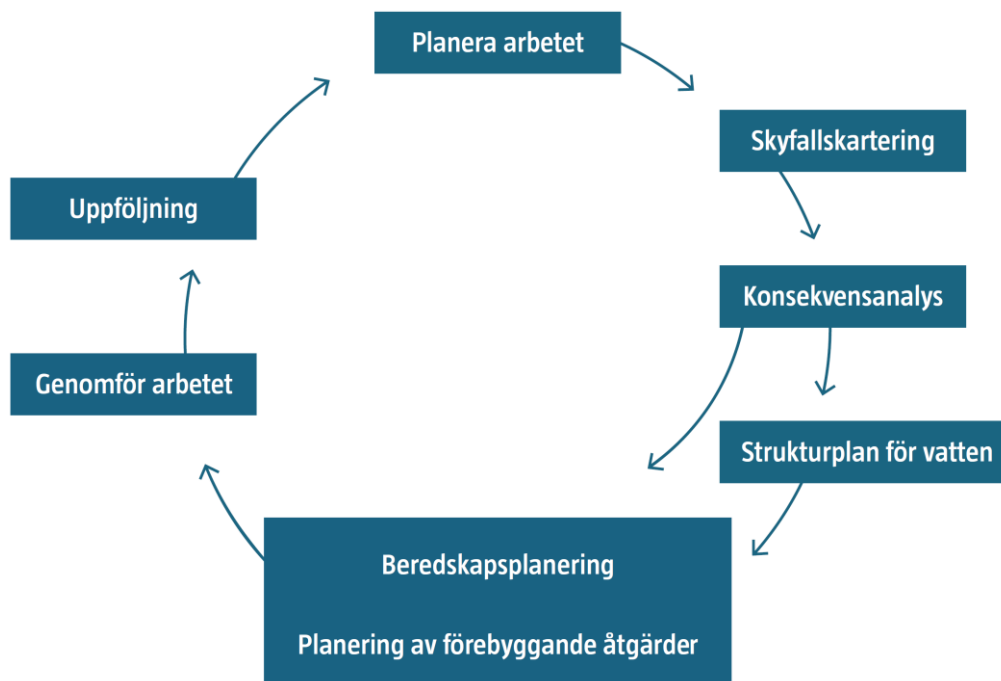
Vid misstanke om missvisande resultat som kan vara avgörande för en riskvärdering kan det vara lämpligt att detaljstudera tillgänglig höjddata i bästa möjliga upplösning och som sista utväg göra platsbesök för att klarlägga de verkliga höjdförhållandena.

3.1.2 Vägtrummor

Höjddata har bearbetats för viadukter och broar, detta har gjorts för att möjliggöra vattentransporten i dessa områden. Däremot har höjddata inte modifierats att ta hänsyn till alla vägtrummor. I de modellberäkningar som är genomförda med den kopplade ledningsnäts- och markavrinningsmodellen har de viktigaste trummorna inkluderats i ledningsnätsmodellen. För övriga orter är inte vägtrummor beskrivna vilket gör att det i resultaten 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 de mest bebyggda områdena och har därför mindre inverkan på översvämningsområden som ger allvarliga konsekvenser.

4 Användning av resultat

Utredningen som har genomförts ger en överblick över aktuella orters risk att översvämmas i samband med olika extrema regn. Resultaten utgör ett underlag för vidare analyser. I Figur 4-1 nedan visas föreslagen arbetsgång från "Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning"² för att uppnå en skyfallstålig stad. Respektive moment beskrivs kortfattat i följande avsnitt.



Figur 4-1. Föreslagen arbetsgång för att uppnå en skyfallstålig stad.

Konsekvensanalys

En skyfallskartering resulterar i ett underlag som visar maximal översvämningsutbredning och vattendjup för de studerade regnen. Utifrån underlaget är det svårt att direkt utläsa konsekvenserna varför en strukturerad konsekvensanalys krävs för att ta vara på materialet. Det finns många olika sätt att genomföra en konsekvensanalys beroende på syfte och önskad detaljeringsgrad.

Ett sätt att identifiera var konsekvenserna av ett skyfall är som störst är att utgå från de verksamheter som bedöms vara mest skyddsvärda, dvs. de som har en stor negativ påverkan på samhället om de slås ut. De studeras i detalj med avseende på påverkan från beräknad översvämningsutbredning och vattendjup. Med detta angreppssätt görs en fokuserad insats på att analysera konsekvenserna för ett antal utvalda verksamheter/anläggningar.

För större tätorter med ett stort antal skyddsvärda verksamheter kan en inledande analys för prioritering av områden att studera i mer detalj vara lämplig. Principen är att information om markanvändning klassas och värderas där skyddsvärda objekt ges en högre värdering. Värderingen kombineras med beräknade vattendjup för att skapa en konsekvenskarta som

² Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

indikerar var översvämningen ger störst konsekvenser. Områden med stora och små vattendjup utan konsekvenser gallras på så sätt bort.

Åtgärdsplanering och strukturplan för vatten

Konsekvensanalysen ger information om var skador och störningar blir som störst, men det är sällan så att den bästa lösningen är en åtgärd just där problemen uppstår. Åtgärder i uppströms liggande områden kan i många fall fördröja och förhindra vatten från att nå sårbara områden. Ibland kan det också vara lämpligt med åtgärder som ger ökad avledning via utpekade avrinningsvägar. För en effektiv hantering av skyfall är det viktigt att åtgärdsarbetet sker ur ett avrinningsområdesperspektiv där de naturgivna förutsättningarna används för en optimerad markanvändning.

En strukturplan för vatten är en balanserad avvägning mellan volymkrav för fördröjning och avledning inom delområden. Dessa volymkrav kan ses som dimensioneringsförutsättningar för olika typåtgärder i det fortsatta praktiska åtgärdsarbetet. Strukturplanen kan också inkludera en plan för hantering av andra översvämningssrisker som höga sjönivåer och flöden i vattendrag.

Resultaten från föreliggande utredning kan användas som underlag till översikts- och detaljplaner, för att hitta lämplig placering av ny bebyggelse och identifiering av ytor som behöver reserveras för hantering av skyfall. Det är viktigt att komma ihåg att en exploatering medför en förändring av marknivåer och infiltrationsförmåga. Den framtagna modellen för skyfallskarteringen kan användas för att simulera planerade markomställningar och exploateringar, och på så sätt undersöka hur översvämningssituationen förändras.

Genom att göra justeringar i modellen som tagits fram vid skyfallskarteringen kan effekten av olika åtgärder simuleras mer i detalj. Konsekvenserna kan analyseras på nytt utifrån nya beräknade vattendjup och effekten av åtgärden kan sedan vägas mot kostnaden.

Beredskapsplanering

Inom områden med allvarliga konsekvenser vid skyfall, t.ex. översvämning av viktiga transportleder eller samhällsviktig verksamhet, där stora skador och risker för människor kan uppstå, bör riskreducerande åtgärder planeras. Det kan handla om åtgärder i terrängen för att mildra översvämningen eller kanske rent av att på sikt flytta aktuell verksamhet. Oavsett detta bör det finnas en beredskap för att hantera konsekvenserna innan permanenta åtgärder genomförts. Resultaten från föreliggande utredning, kompletterat med en konsekvensanalys enligt ovan, utgör ett underlag för beredskapsplaner.

5 Leverans

Förutom föreliggande rapport sker leverans av resultat- och modellfiler. Beräkningsresultaten levereras som GIS-skikt i form av tiff-filer som visar maximala vattendjup, maximala flöden samt flödesriktningar under modellerade översvåmningsförlopp.

Nedan listas de filer som levereras tillsammans med rapporten (koordinatsystem SWEREF99 17:15, höjdsystem RH 2000).

Resultatfiler

Följande resultatfiler levereras:

- *Maxdjup_tätort_P100_kf25.asc* - maxdjup i Härnösand tätort vid framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25
- *Maxflöde_tätort_P100_kf25.asc* – maxflöde i Härnösand tätort vid framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25
- *Flödesriktning_tätort_P100_kf25.asc* - riktning för maxflöde i Härnösand tätort vid framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25
- *Maxdjup_P100_kf25.asc* – maxdjup i Härnösand kommun för framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25
- *Maxflöde_P100_kf25.asc* – maxflöde i Härnösand kommun vid framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25
- *Flödesriktning_P100_kf25.asc* – riktning för maxflöde i Härnösand kommun vid framtida 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25

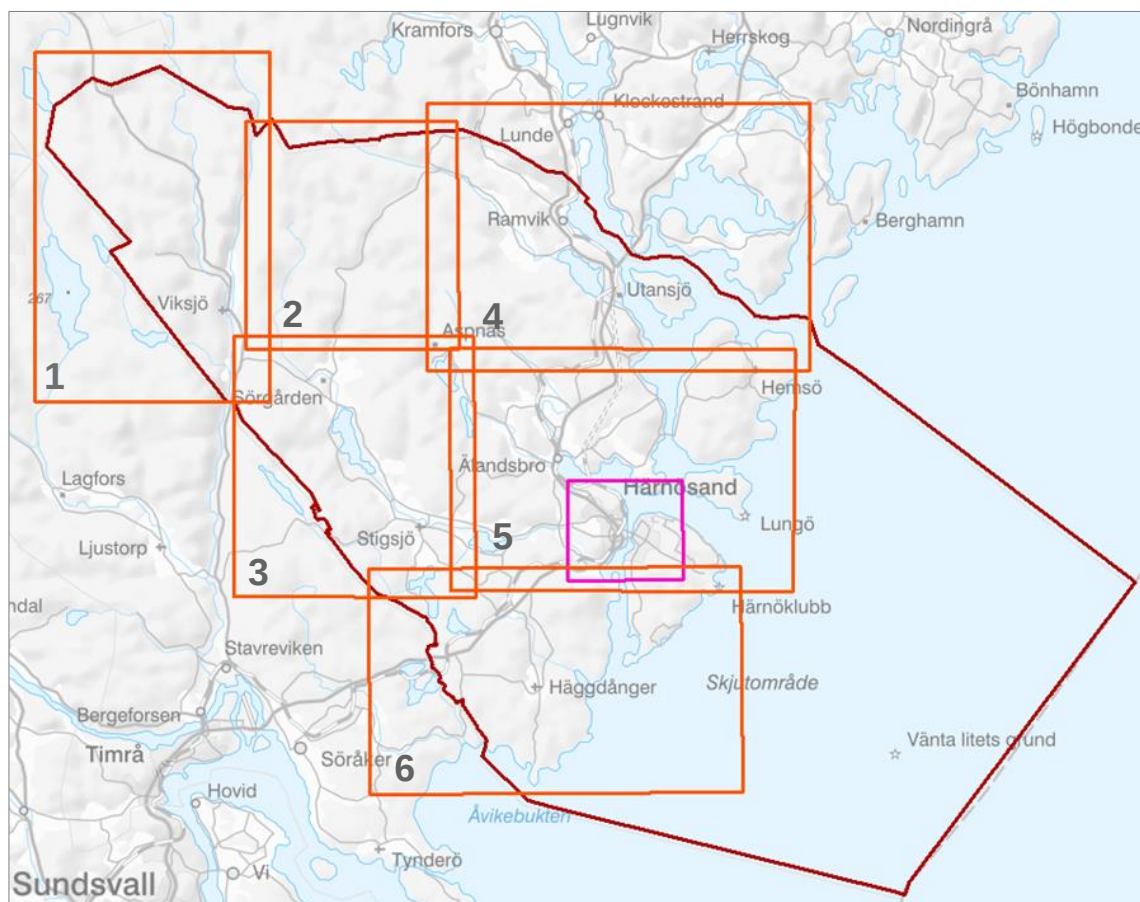
Ändelsen kf25 motsvarar klimatkfaktor 1,25 och filer innehållande förkortningen P100 är resultat för 100-årsregn. Filer med förkortningen P30 och P500 ingår också i leveransen och motsvarar 30-årsregn respektive 500-årsregn.

Modellfiler

Följande modellfiler levereras i tillägg till GIS-leverans och rapport:

- Härnösand_omrX_P100_kf25.m21 – setupfil för markavrinningsmodell i MIKE21 för ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25. Modellen är uppdelad i sex delområden som tillsammans täcker in hela kommunen
- Härnösand_tätort_P100_kf25.m21 – setupfil för markavrinningsmodell i MIKE21 för ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25. Modellen täcker Härnösand tätort.
- Härnösand_dagvsystem.mdb – ledningsnätsmodell för Härnösand tätort
- Härnösand_tätort_P100_kf25_P10_2DBase.couple – Kopplingsfilen mellan ledningsnätsmodellen och markavrinningsmodellen för 100-årsregnet (P100) med klimatkfaktor 1,25, med avräknad peak för 10-årsregnet (10P)
- Indatafiler i form av regnserier (dfs0 och dfs2), terrängdata (DEM, dfs2), markråhet (Manning, dfs2) och infiltrationsfiler (dfs2)

Filer innehållande P500 och P30 motsvarar simuleringar för 500-årsregnet respektive 30-årsregnet. Den ungefärliga utbredningen av den kommunövergripande markavrinningsmodellens sex delmodeller visas i Figur 5-1. Den rosa rutan i figuren markerar den ungefärlig utbredningen för den kopplade markavrinnings- och ledningsnätsmodellen.



Figur 5-1. Figuren visar den ungefärliga utbredningen av den kommunövergripande markavrinningsmodellens sex delmodeller. Den rosa rutan markerar den ungefärliga utbredningen för den kopplade markavrinnings- och ledningsnätsmodellen.

6 Referenser

Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

