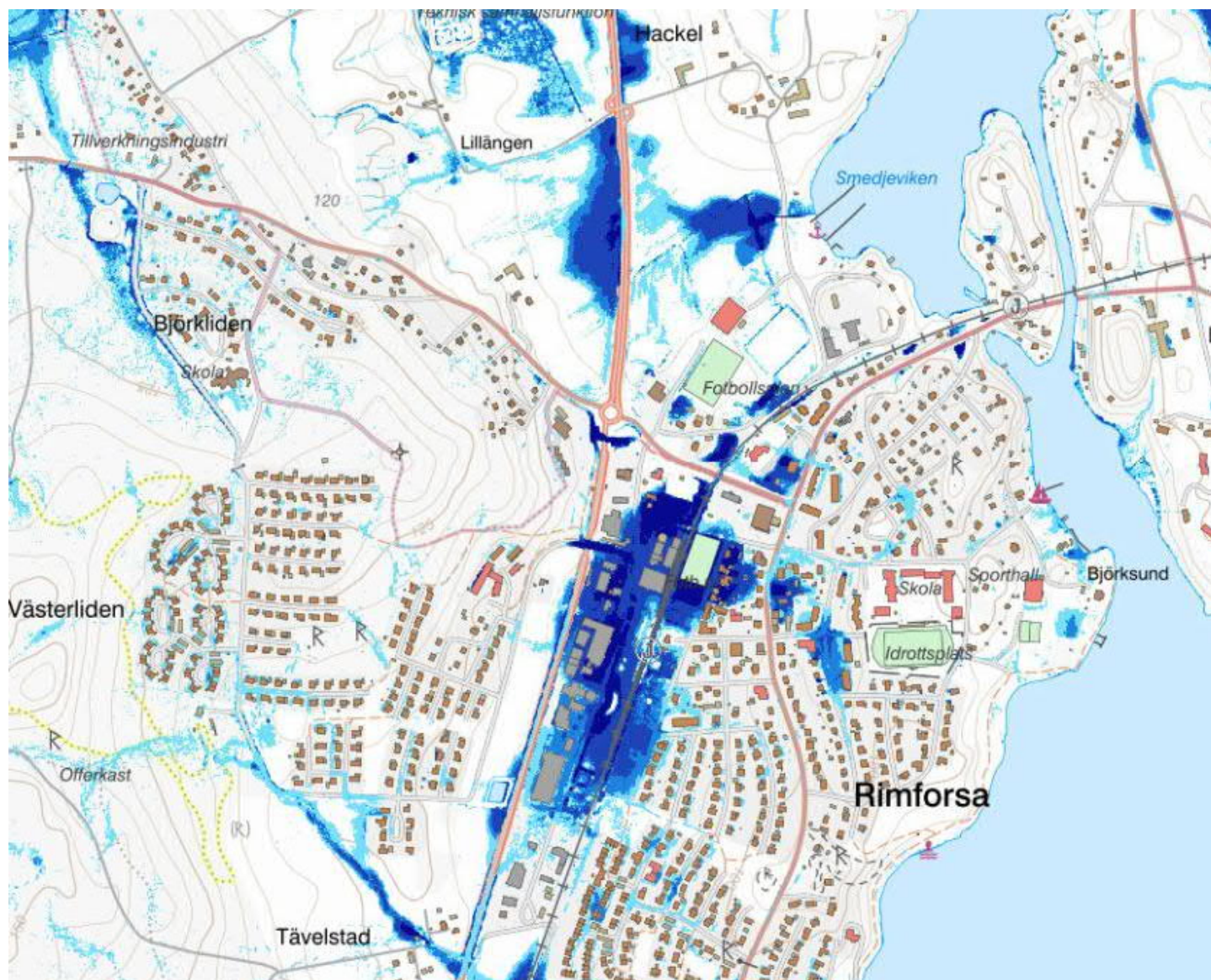


Kinda Kommun

Skyfallskartering Rimforsa tätort

100-, 200-, 500- och 1000-årsregn

Uppdragsnr: 108 04 33 Version: 2 Datum: 2022-01-21



Uppdragsgivare: Kinda Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Frida Karlsson
Konsult: Inviattech AB, Norra Ågatan 26, 431 35 Mölndal
Underkonsult: Norconsult AB, Bangårdsgatan 13, 753 20 Uppsala
Uppdragsledare: Bill Gustavsson
Teknikansvarig: Jacob Friman
Handläggare: Anna Samuelsson

2	2022-01-21	Färdig handling	J. Friman, A. Samuelsson	F. Karlsson	J. Friman
1	2022-01-14	Granskningshandling	J. Friman, A. Samuelsson	V. Falk	J. Friman
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

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

► Sammanfattning

En skyfallskartering av Rimforsa tätort har tagits fram med en tvådimensionell hydraulisk markavrinningsmodell för skyfall med återkomsttider på 100-, 200-, 500- och 1000 år i samband med arbete med att ta fram en ny översiktsplan för Kinda kommun. Karteringen visar att större vattenmassor, med ett djup på upp till 1 m, ansamlas under skyfallet och blir stående efter skyfall invid byggnader längs Industrivägen i centrala Rimforsa. Andra områden där vatten blir stående är runt bäcken som sträcker sig från Granredsgärdet till Dalboviken och bäcken från Nygård till Håkanstorp. Vid de två nämnda vattendragen finns det dock begränsat med bebyggelse.

Skyfallskarteringen baseras på laserskannad höjddata såväl som information om markanvändning och jordarter. Skyfallen som har studerats har en varaktighet på 5 timmar, och som ett konservativt antagande har ingen hänsyn tagits till kapacitet i ledningssystem. Resultatet från skyfallskarteringen har levererats som GIS-skikt till kommunen samt som kartbilagor och visar maximalt vattendjup under simuleringen, vattendjup i slutet av simuleringen, maximalt vattenflöde med flödesriktning samt maximal vattenhastighet.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund och syfte	5
1.2	Förutsättningar	5
1.2.1	<i>Underlag</i>	5
2	Skyfall	5
2.1	Skyfall och klimatförändringar	7
2.2	Skyfall och dagvatten	7
2.2.1	<i>Ledningsnätets kapacitet</i>	7
2.3	Skyfallsjuridik och ansvarsfrågor vid skyfall	8
2.3.1	<i>100-årsregn</i>	8
2.3.2	<i>Olika lagars rådighet</i>	8
3	Skyfallskartering Rimforsa tätort	10
3.1	Höjdmodell	11
3.2	Nederbörd	11
3.3	Markens råhet	11
3.4	Infiltration	11
4	Resultat, slutsatser och kommentarer	13
4.1	Användning av resultatet	13
4.1.1	<i>Konsekvensanalys</i>	13
4.1.2	<i>Strukturplan för vatten</i>	13
4.1.3	<i>Åtgärdsplanering</i>	13
4.1.4	<i>Beredskapsplanering</i>	14
4.2	Osäkerheter	14
5	Referenser	16
	Bilagor	17

1 Inledning

Inför arbete med att ta fram en ny översiktsplan för Kinda kommun har en skyfallskartering genomförts för Rimforsa tätort. Uppdraget är genomfört av Inviattech AB med Norconsult AB som underkonsult. Skyfallskarteringen genomförs med en markavrinningsmodell av tätorten i programvaran MIKE 21 Flow Model. Med modellen har skyfall med 100-, 200-, 500- och 1000 års återkomsttid beräknats för att användas som underlag inför kommande översiktsplan.

1.1 Bakgrund och syfte

Syftet med skyfallskarteringen är att ta fram underlag som kan användas vid kommunens översiktsplanering, detaljplaneanläggning och även åtgärdsplanering för att minska översvämningsrisker i såväl befintlig som planerad bebyggelse. Resultatet presenteras i GIS-skikt och kartbilagor som redovisar maximalt vattendjup som uppstår under skyfallen, de lågpunkter som bildas där vatten ansamlas samt vilka flödesvägar som uppstår. Skyfallskarteringen har genomförts i programvaran MIKE 21 Flow Model med ett GRID-baserat beräkningsnät. Upplösningen på beräkningsnätet har i hela det modellerade området ansatts till 2x2 m, enligt rekommendationer från MSB:s Vägledning för skyfallskartering (2017).

1.2 Förutsättningar

Skyfallskarteringen bygger på riktlinjer och rekommendationer som presenteras i Svenskt Vattens publikationer P104 (Svenskt Vatten, 2011a), P105 (Svenskt Vatten, 2011b) och P110 (Svenskt Vatten, 2016), samt vägledning från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2017).

1.2.1 Underlag

Erhållet underlag för skyfallskarteringen är följande:

- Ortofoto
- Laserskannad höjddata
- Jordartskartan
- Fastighetskartan

2 Skyfall

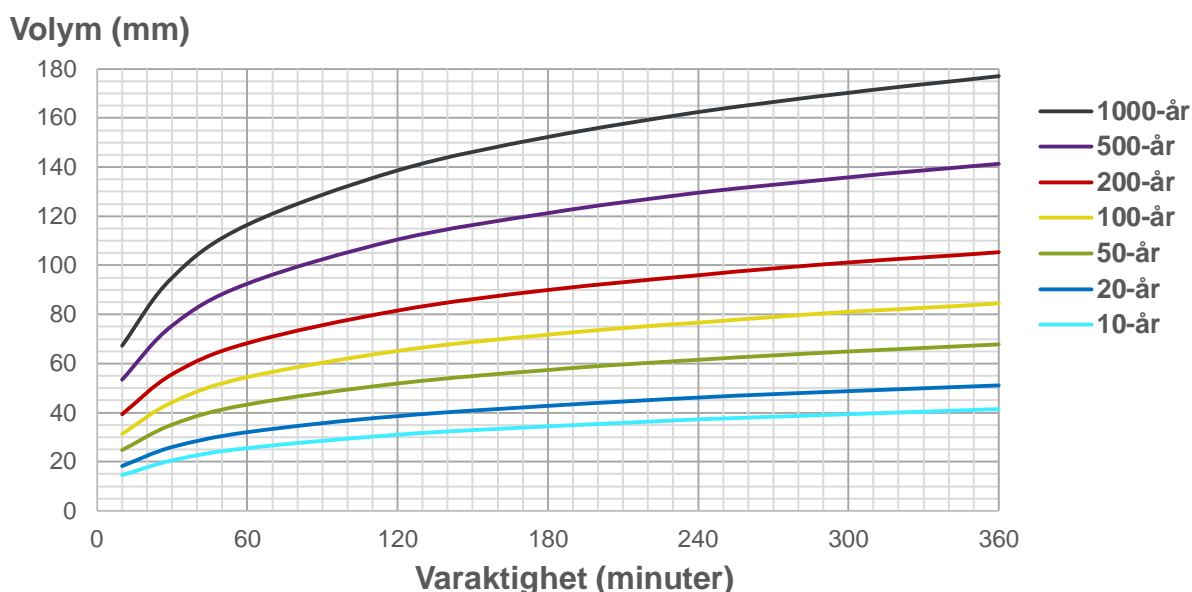
Skyfall är ett fenomen med extremt mycket nederbörd som faller under en kort tid, och ofta över en begränsad geografisk yta. Intensiteten i ett skyfall är väldigt hög och volymen nederbörd som faller under ett sådant tillfälle är ofta större än vad dagens ledningssystem har kapacitet att hantera.

För att klassificera ett skyfall används begreppet återkomsttid. Det är ett statistiskt begrepp för att återge sannolikheten att ett visst skyfall inträffar. Ett regn med 100 års återkomsttid inträffar statistiskt sett en gång under 100 år, men kan också inträffa oftare än så. I Tabell 1 presenteras sannolikheten för att skyfall med olika återkomsttider inträffar under olika tidsperioder.

Tabell 1. Sannolikheten för att skyfall med viss återkomsttid inträffar under en given tidsperiod.

Återkomsttid	Tidsperiod			
	10 år	20 år	50 år	100 år
10 år	65 %	88 %	99 %	100 %
20 år	40 %	64 %	92 %	99 %
50 år	18 %	33 %	64 %	87 %
100 år	10 %	18 %	39 %	63 %
200 år	5 %	10 %	18 %	39 %
500 år	2 %	4 %	10 %	18 %
1000 år	1 %	2 %	5 %	10 %

Storleken på ett skyfall är inte enbart beroende på dess återkomsttid. Varaktigheten för ett skyfall spelar även roll då volymen nederbörd ökar med skyfall som har längre varaktighet. Detta innebär att ett skyfall med 100 års återkomsttid kan ha lika stor volym nederbörd som ett skyfall med 10 års återkomsttid, om varaktigheten för 100-årsregnet är kortare än för 10-årsregnet. I Figur 1 presenteras sambandet mellan volym och varaktighet för skyfall med olika återkomsttider.



Figur 1. Samband mellan volym och varaktighet för skyfall med olika återkomsttider.

2.1 Skyfall och klimatförändringar

Skyfall och extrema regn är ett fenomen som i framtiden förväntas bli vanligare och kraftigare på grund av de klimatförändringar som vi ser redan idag. SMHI har tagit fram en förväntad ökning i intensitet för skyfall baserat på de klimatscenarier som presenteras i IPCC:s klimatrappporter. I ett medelscenario (RCP4.5) förväntas intensiteten i skyfall med 10 års återkomsttid öka med 15 – 30 %, och i ett mer extremt scenario (RCP8.5) förväntas intensiteten öka med 30 – 50 %, beroende på vilken varaktighet av skyfall som studeras.

För skyfall med längre återkomsttider är det svårt att specificera en förväntad ökad intensitet då det saknas tillräckligt med dataunderlag för sådana regntillfällen. I SMHI:s rapport *Extremregn i nuvarande och framtida klimat* (SMHI, 2017) presenteras förväntad ökning för olika klimatscenarier och varaktigheter av skyfall som sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2. Klimatfaktorer för att beskriva en förväntad ökning i intensitet av skyfall med olika varaktigheter (SMHI, 2017).

Varaktighet (h)	2041 – 2070 (%)		2071 – 2100 (%)	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
1	14	20	21	36
2	15	20	22	38
3	17	20	21	40
6	17	21	19	41
12	15	20	18	38
Bedömning	15	20	20	40

2.2 Skyfall och dagvatten

Hantering av skyfallsvatten skiljer sig avsevärt från hanteringen av mer normalt förekommande regn. Vanliga regntillfällen kan i stor utsträckning hanteras i ledningssystem och olika typer av dagvattenlösningar. På hårdgjorda ytor sker ytavrinningen på marken och leds vidare till dagvattennätet, och på grönytor sker en viss infiltration genom markytan beroende på underliggande jordlager. Vid extrema regntillfällen som skyfall blir dagvattennät fulla och det uppstår en vattenmättnad i marken vilket gör att den ytliga avrinningen ökar avsevärt som leder till att översvämningar uppstår.

2.2.1 Ledningsnätets kapacitet

Dagens ledningsnät brukar vara dimensionerade för regn med upp till 10 års återkomsttid, ibland upp till 30 års återkomsttid. Vid skyfall som ofta har en längre återkomsttid än så blir dessa system snabbt fulla och vatten stannar på markytan.

Vid det skyfall som drabbade Malmö 2014, och som av SMHI klassades till ett 100-årsregn, uppskattades att endast en femtedel av den totala regnvolymen hanterades i ledningsnätet. Skyfallet i Malmö visade på hur stora dessa regnmängder kan vara i förhållanden till den kapacitet som finns i dagvattensystemet. Så sent som sommaren 2021 inträffade ett större skyfall över Gävle där ungefär 160 mm regn föll under ett dygn med stora översvämningar och skador som följd. Att dimensionera ledningsnät för att hantera skyfall med lång varaktighet eller återkomsttid är inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhällsligt perspektiv.

Av liknande anledningar är det heller inte lämpligt eller rekommenderat att hantera skyfall med enbart underjordiska magasin. Förutom utmaningen att få all ytavrinning att rinna till sådana magasin vid skyfall så är dessa lösningar mångfaldigt dyra i jämförelse med öppna lösningar. Öppna skyfallslösningar kan dessutom konstrueras så att de blir mångfunktionella och kan nyttjas av samhället vid mer vardagliga förhållanden och bidra till ekosystemtjänster.

I äldre bebyggelse är det på vissa platser i Sverige vanligt med så kallade kombinerade ledningssystem för dag- och spillvatten. Vid skyfall utgör dessa kombinerade ledningssystem en ökad risk för källaröversvämningar då vatten som når ledningssystemet från markytan riskerar att tränga upp i byggnader (VASyd, 2018). Eftersom vatten från kombinerade ledningssystem kan innehålla avloppsvatten finns även en risk för exponering av bakterier och skadliga mikroorganismer.

2.3 Skyfallsjuridik och ansvarsfrågor vid skyfall

Enligt 2 kap 5 § i Plan- och Bygglagen 2010:900 (PBL) ska kommunen beakta översvämningsrisker och risker för människors hälsa och säkerheter vid kommunal och fysisk planering. Det är inte preciserat med vilken risk, eller återkomsttid, som anses vara acceptabel i lagrummet (Malmö Stad, 2017). Istället har flera Länsstyrelser tagit fram rekommendationer (Länsstyrelserna, 2018) för hantering av översvämningar till följd av skyfall. Där rekommenderas bland annat att ny bebyggelse ska konstrueras för att inte skadas, eller orsaka skada till följd av ett skyfall med minst 100 års återkomsttid.

Verksamheter som anses vara av samhällsviktig karaktär rekommenderas en högre säkerhetsnivå, så att dess funktion kan upprätthållas även vid ett större översvämningstillfälle. Samhällsviktiga verksamheter definieras utifrån att de, vid en störning, orsakar en negativ påverkan på samhället (Länsstyrelserna, 2018).

2.3.1 100-årsregn

Skyfall med 100 års återkomsttid används vanligtvis vid skyfallskarteringar och kommer från Boverket som i sin tillsynsvägledning för översvämningar beskriver det som en lämplig utgångspunkt inom samhällsplanering. Kommuner kan själva välja om en högre säkerhetsnivå (återkomsttid) ska åberopas (Länsstyrelserna, 2018). I väntan på att en nationell standard och säkerhetsnivå tydliggörs genom lagstiftning har flera städer valt att planera framtida bebyggelse utifrån ett 100-årsregn som lägsta nivå. I Malmö har valet med ett 100-årsregn som lägsta nivå gjorts enligt följande punkter:

- 100-årsregn är en påbörjad praxis för många städer i Sverige.
- Flera Länsstyrelser rekommenderar att samhällsviktiga verksamheter ska planeras för att klara minst ett 100-årsregn.
- Svenskt Vatten rekommenderar i sin publikation P110 att 100-årsregn ansätts som lägsta nivå för ny bebyggelse.
- Områden som planeras för att klara ett 100-årsregn utan översvämningar kommer kunna hantera även större regnmängder utan katastrofala följder med en väl genomtänkt strategi gällande höjdsättning.

I de fall där åtgärder dimensioneras för skyfall med längre återkomsttider kan det ge stora mervärden för andra områden. Är sådana åtgärder även ekonomiskt och tekniskt genomförbara bör dessa övervägas.

Länsstyrelserna betonar att avsteg från rekommendationer ska motiveras genom erforderliga utredningar, till exempel skyfallskarteringar. Detaljplaner där risken för översvämningar inte beaktats kan av Länsstyrelsen tas in för prövning enligt 11 kap 10 § PBL (Länsstyrelserna, 2018).

2.3.2 Olika lagars rådighet

Vid planering av skyfalls- och klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att nämna hur stora delar av skyfallsproblematiken som respektive lag har rådighet över. Förenklat kan lagrummens rådighet beskrivas som att PBL och Lagen om Allmänna Vattentjänster (LAV) tillsammans reglerar normala regn och skyfall med en lägre återkomsttid än 10 år för ny bebyggelse inom detaljplaner och verksamhetsområden för dagvatten.

Lagrummen hanterar således inte större skyfall för befintlig bebyggelse och utanför detaljplanelagda områden eller verksamhetsområden för dagvatten i ett avrinningsområde (Svenskt Vatten, 2018). Kommuner eller VA-

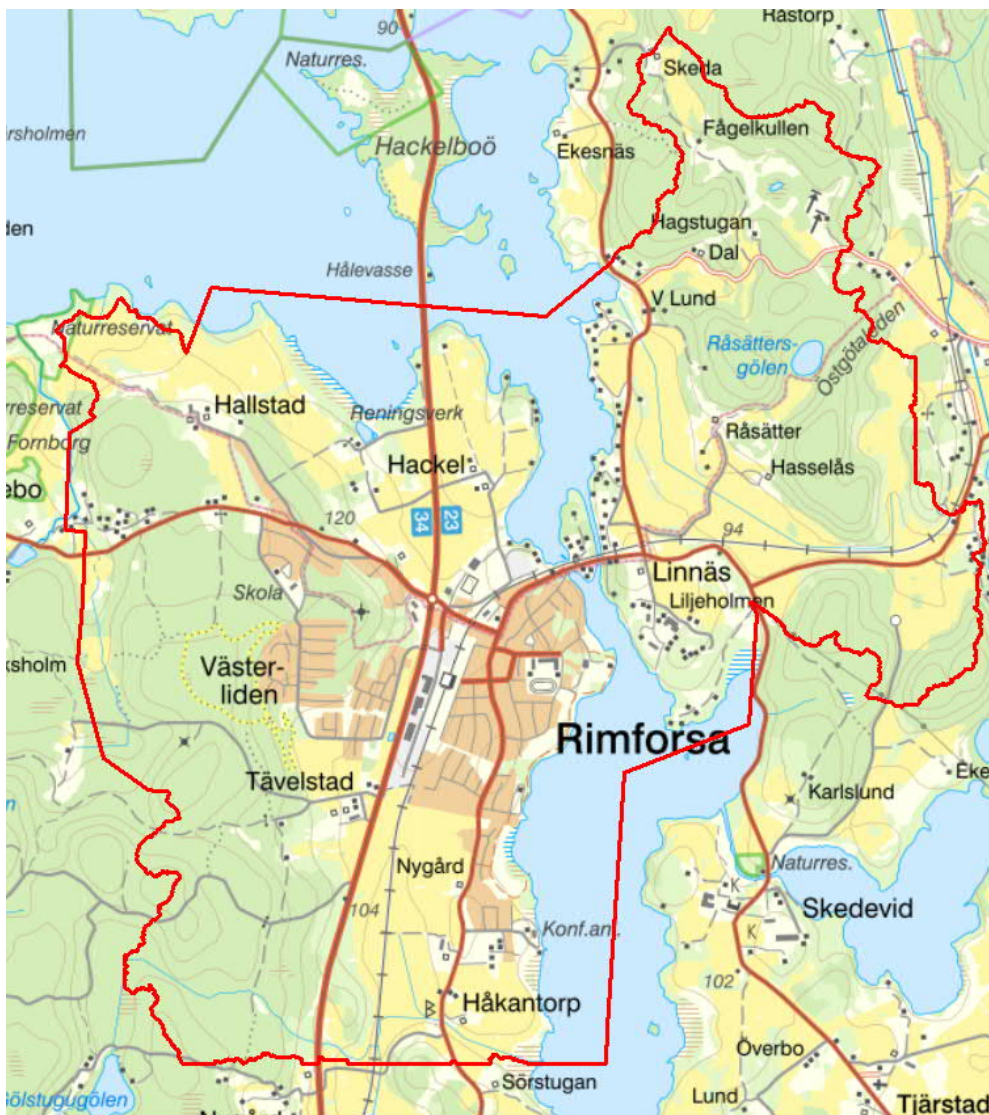
huvudmannen ska dock alltid vara beredda på att ta ställning till om det kan finnas behov av att utvidga verksamhetsområdet med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljö inom kommunens gränser.

Ovanstående juridiska ansvarsfördelning kan vara svår att tillämpa i praktiken då skyfall inte följer administrativa eller geografiska gränser. En skyfallstålig stad behöver därför skapas i samråd mellan både offentliga och privata aktörer då ingen part har egen rådighet över det skyfallsförebyggande arbetet (VASyd, 2018).

3 Skyfallskartering Rimforsa tätort

Skyfallskarteringen av Rimforsa tätort har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell i programvaran MIKE 21 Flow Model. Modellen bygger på ett beräkningsnät som beskriver topografin i modellområdet, och vars upplösning till stor del styr noggrannheten i beräkningarna. En högre upplösning innebär att modellen ger en bättre beskrivning av nivåskillnader och strukturer så som mindre byggnader och tunnlar. Utöver beräkningsnätet beskriver den hydrauliska modellen även friktionsförhållanden mellan markytan och vattenflöde, samt det översta jordlagrets infiltrationskapacitet. Området som använts för skyfallskarteringen av Rimforsa tätort visas Figur 2.

Skyfallskarteringen av Rimforsa tätort har genomförts i koordinatsystem SWEREF 99 TM och höjdsystem RH2000.



Figur 2. Modellområde som använts i skyfallskarteringen av Rimforsa tätort. © Lantmäteriets topografiska webbkarta.

3.1 Höjdmodell

För att beskriva topografin i modellområdet har en höjdmodell med upplösning på 2x2 meter tagits fram och bearbetats. I den ursprungliga modellen finns en del kulvertar, trummor och broar som beskrivs av den överliggande markytan eller brobanan, för att möjliggöra för vatten att rinna igenom dessa har därför terrängen justerats. Dessa justeringar har gjorts på platser där dimensionen på kulvertar, trummor och broar bedömts vara tillräckligt stor. Vid små strukturer kan kapaciteten överskattas mycket då upplösningen i höjdmodellen är 2x2 meter, vilket gör att den minsta dimension som fås blir 2 meter bred.

Byggnader beskrivs i höjdmodellen genom att med hjälp av underlag från Fastighetskartan höja upp höjdmodellen på ytor beskriva som byggnader med 2 meter. På så sätt rinner vatten runt byggnader istället för rakt igenom.

3.2 Nederbörd

Vid skyfallskarteringen av Rimforsa tätort har skyfall med 100-, 200-, 500- och 1000 års återkomsttid och 5 timmar varaktighet studerats. Varaktigheten har beräknats utifrån tiden då hela området bedöms bidra med avrinning, d.v.s. då den tidsmässigt mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den volym nederbörd som faller under de studerade skyfallen har tagits fram med samband mellan varaktighet och intensitet. För att ta hänsyn till framtidens klimat och förväntad ökad intensitet har en klimatkfaktor på 1.25 använts i samråd med Kinda kommun.

Ingen hänsyn har tagits till ledningssystem för dagvatten i den hydrauliska modellen. Detta är ett konservativt antagande som leder till att allt vatten rinner av på markytan. Påverkan från ett ledningsnät på översvämningar från skyfall minskar med längre varaktigheter, och för extremt stora skyfall blir dess effekt försumbar.

3.3 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror på markens råhet som påverkar vattnets hastighet och utbredning. Råheten beskrivs med Mannings tal, M. Ett högre värde på M motsvarar en lägre friktion och ger upphov till högre hastigheter, medan ett lägre värde på M ger upphov till högre friktion och lägre hastigheter.

För att klassa olika marktyper har Lantmäteriets Fastighetskarta använts tillsammans med analys av ortofoto för att identifiera ytterligare hårdgjorda ytor. De värden som använts för att beskriva M presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Värden som använts för att beskriva Mannings tal, M, för olika marktyper.

Markyta	Mannings tal, M (m ^{1/3} /s)
Skog	5
Öppen mark & åker	15
Vattenyta	20
Låg bebyggelse	20
Hög bebyggelse	25
Sluten bebyggelse	35
Industri & hårdgjorda ytor	40

3.4 Infiltration

I skyfallskarteringen har en infiltrationsmodul använts för att beskriva infiltrationen i det översta jordlagret. I modulen beskrivs markens infiltrationskapacitet, porositet, mäktighet, perkolation samt en initial vattenhalt.

Som underlag för att beskriva dessa parametrar används SGU:s Jordartskarta tillsammans med information om hårdgjorda ytor. De värden som ansatts i infiltrationsmodulen presenteras i Tabell 4. Viss generalisering av de jordarter som ingår i Jordartskartan har gjorts, exempelvis har olika ler- och siltjordar antagits ha samma värden och klassas i Tabell 4 som *Silt och lera*.

Tabell 4. Värden på de parametrar som använts i infiltrationsmodulen över Rimforsa för att beskriva markens infiltrations- och magasineringkapacitet.

Jordart	Infiltration (mm/h)	Porositet (-)	Mäktighet (m)	Perkolation (mm/h)	Initial vattenhalt (%)
<i>Isälvssediment</i>	120	0,4	0,3	90	10
<i>Sand</i>	72	0,4	0,3	36	20
<i>Morän</i>	36	0,4	0,3	3,6	30
<i>Berg</i>	35	0,4	0,1	0,04	20
<i>Torv & fyllning</i>	18	0,4	0,3	2	40
<i>Lera och silt</i>	4	0,4	0,3	0,4	45
<i>Hårdgjorda ytor</i>	0	0,05	0,1	0	0

4 Resultat, slutsatser och kommentarer

Resultatet från skyfallskarteringen av Rimforsa tätort levereras som GIS-skikt, samt kartbilagor. De resultat som presenteras för samtliga studerade skyfall är:

- Maximalt vattendjup under simuleringen
- Vattendjup efter skyfallet i slutet av simuleringen
- Maximalt vattenflöde
- Maximal vattenhastighet
- Flödesriktning

De maximala värdena för vattendjup, vattenflöde och vattenhastighet presenterar de värden som uppstår under hela simuleringsperioden. Dessa inträffar inte vid samma tidpunkt i hela modellområdet utan sker vid olika tillfällen i takt med att vattnet rinner nedströms mot lågpunkter.

Resultatet med maximalt vattenflöde anges i enheten l/s/m som beskriver vattenflödet över en sträcka. I den modell som använts för skyfallskarteringen i Rimforsa är denna sträcka samma som upplösningen på höjdmodellen i underlaget, 2x2 meter. Kartbilagorna som visar det maximala vattenflödet anger således en intensitet i vattenflödet. Med det menas att områden som visar lägre värden kan ge upphov till höga vattenflöden om det sker över en större yta.

Det framtagna resultatet från skyfallskarteringen kan användas som underlag inför arbete med översiktsplan där resultatet ger en bild av områden som riskerar drabbas av omfattande översvämningar. Resultatet kan även användas i framtida detaljplanarbete för att tidigt identifiera platser som är mer eller mindre lämpliga för exploatering. Modellen som tagits fram kan även användas för att studera möjliga åtgärder och deras effekter. I detta uppdrag har ingen analys av möjliga skadeobjekt eller känsliga områden som kan tänkas påverkas negativt av översvämningar genomförts.

4.1 Användning av resultatet

Det resultat som tagits fram från skyfallskarteringen kan användas för att översiktligt studera översvämningar som uppkommer till följd av skyfall. Resultatet kan även användas för att identifiera områden i behov av mer detaljerade karteringar med olika typer av åtgärder, som även tar hänsyn till dynamiken mellan markavrinning och ledningsnätets kapacitet. Med kännedom om var översvämningar kan uppstå från skyfall är det möjligt att i ett tidigt skede utvärdera lämpliga åtgärder.

I Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps rapport *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning* (MSB, 2017) finns föreslagen användning av resultatet med en kortare sammanfattning listad nedan.

4.1.1 Konsekvensanalys

För att få en uppfattning om konsekvenserna från ett skyfall kan en konsekvensanalys genomföras med resultatet från skyfallskarteringen som underlag. Med hjälp av beräknade vattendjup och flöden kan en analys göras av konsekvenserna på samhällsviktiga verksamheter och samhällets funktionalitet, fara för människoliv samt få en uppfattning av vilka områden som bör prioriteras vid åtgärder mot översvämningar.

4.1.2 Strukturplan för vatten

Med kunskap om var och hur översvämningar påverkar samhället kan en strukturplan för vatten användas som hjälpmedel för att planera och genomföra åtgärder. Genom att sätta in åtgärder på platser där de får störst effekt kan konsekvenserna från skyfall minska.

4.1.3 Åtgärdsplanering

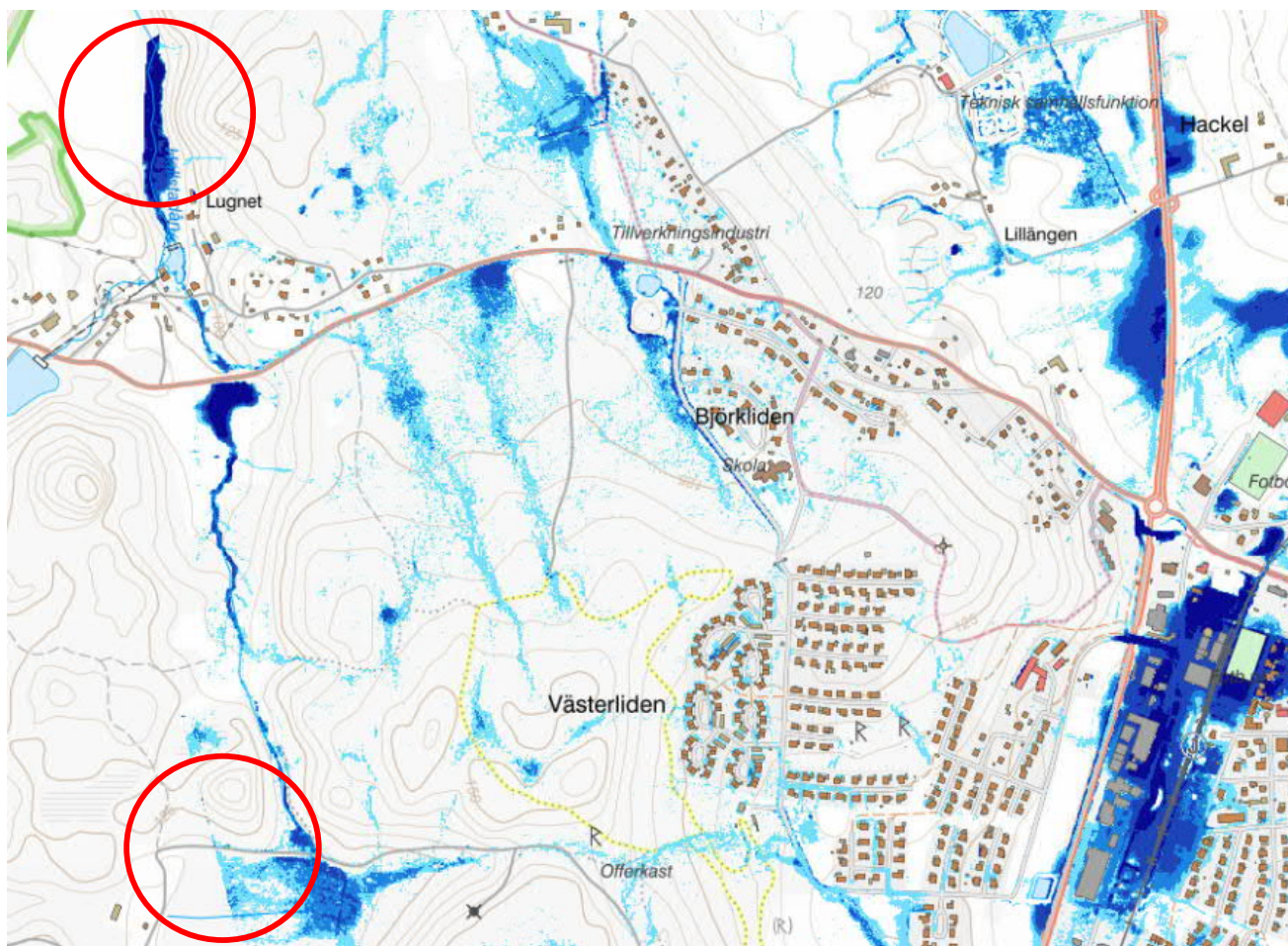
Med en färdig strukturplan och konsekvensanalys kan åtgärder planeras. För att utreda effekterna av planerade åtgärder kan dessa implementeras i en skyfallsmodellen och resultatet analyseras. Genom en jämförelse av konsekvenser med och utan åtgärder kan dess nytta sedan vägas mot kostnaden.

4.1.4 Beredskapsplanering

För mer akuta åtgärder under ett skyfallstillfälle kan konsekvensanalysen och underlag från strukturplanen och åtgärdsplaneringen användas för att rätt åtgärd sätts in på rätt plats. Det kan även handla om mer temporära åtgärder under tiden som mer permanenta lösningar färdigställs för att skydda utsatta områden.

4.2 Förtydligande av resultat

På vissa platser i Rimforsa uppkommer områden med stående vatten till följd av modellens gränser. Vid dessa platser överskattas vattnets utbredning och djup. I skyfallskarteringen av Rimforsa uppkommer dessa effekter på två områden som visas nedan i Figur 3 med röda cirklar. I båda områdena rinner vattnet ut på ytor som inte har något betydande bebyggelse och gör således liten skada.



Figur 3. Område i skyfallskarteringen av Rimforsa där randeffekter uppkommer till följd av modellområdets gränser med överskattade översvämningar.

4.3 Osäkerheter

Vid översiktliga skyfallskarteringar finns en del osäkerheter kopplade till antaganden och förenklingar som görs från det underlag som använts.

Höjdmodellen som ligger till grund för ytavrinningsmodellen bygger på laserskannad höjddata. Upplösningen är 2x2 meter vilket innebär att information om mindre strukturer som exempelvis stödmurar och kantstenar eller trottoarkanter riskerar att missas. Noggrannheten på den punktdata som använts för att ta fram höjdmodellen från laserskanningen är generellt 0,1 meter i höjd och 0,3 meter i plan. I kuperade områden, eller där det finns mycket vegetation kan noggrannheten vara lägre.

Markens infiltrationsförmåga är en parameter som i skyfallskarteringen beskrivs med en infiltrationsmodul. Vid användning av denna modul antas att samtliga ytor inom modellområdet som har samma jordart, även har samma infiltrationsförmåga. Samt att all hårdgjord yta inte har någon genomsläpplighet. I verkligheten varierar markens infiltrationsförmåga över såväl yta, jorddjup, och även vid olika tidpunkter beroende på mängden nederbörd som fallit tidigare. Användningen av infiltrationsmodulen görs med antaganden att det översta lagret har en förhöjd genomsläpplighet och en viss mätnadsgrad. Genom att variera dessa kan andra resultat erhållas.

I skyfallskarteringen antas att samma intensitet inträffar över hela det modellerade området. När skyfall inträffar har de ofta en begränsad geografisk utbredning, och påverkar då det område där regnet faller samt områden belägna nedströms dessa. För skyfallskarteringen så innebär det att när skyfallet faller över hela området så faller en större mängd nederbörd totalt sett än vad som kan förväntas från ett skyfall.

Då skyfall är händelser som inträffar sällan, och ofta med svårigheter att prognostisera när och var, finns det begränsad tillgång till mätdata att kalibrera eller validera en skyfallsmodell emot. Ofta kontrolleras områden som vid tidigare erfarenheter påverkats av översvämningar mot resultatet från karteringen som en typ av validering.

5 Referenser

Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall*.
Länsstyrelserna.

Malmö Stad. (2017). *Skyfallsplan i Malmö*. Hämtat från
https://malmo.se/download/18.cb832751656711ccfb323/1535098146263/Skyfallsplanen_antagen_20170301.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande och exempel på användning*. MSB.

SMHI. (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat*. Klimatologi Nr 47.

Svenskt Vatten. (2011a). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Stockholm:
Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2011b). *Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2018). *Skyfallens ABC*. Svenskt Vatten.

VA Syd. (2018). *Skyfallshantering i Malmö*. Hämtat från <https://platsforvattnet.vasyd.se/>

Bilagor

Bilaga 1 – 100-årsregn – Översiktskarta, maximalt vattendjup

Bilaga 1.1 – 100-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattendjup

Bilaga 1.2 – 100-årsregn: Detaljerad karta, vattendjup efter skyfall

Bilaga 1.3 – 100-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattenflöde

Bilaga 1.4 – 100-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 1.5 – 100-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 2 – 200-årsregn – Översiktskarta, maximalt vattendjup

Bilaga 2.1 – 200-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattendjup

Bilaga 2.2 – 200-årsregn: Detaljerad karta, vattendjup efter skyfall

Bilaga 2.3 – 200-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattenflöde

Bilaga 2.4 – 200-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 2.5 – 200-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 3 – 500-årsregn – Översiktskarta, maximalt vattendjup

Bilaga 3.1 – 500-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattendjup

Bilaga 3.2 – 500-årsregn: Detaljerad karta, vattendjup efter skyfall

Bilaga 3.3 – 500-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattenflöde

Bilaga 3.4 – 500-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 3.5 – 500-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 4 – 1000-årsregn – Översiktskarta, maximalt vattendjup

Bilaga 4.1 – 1000-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattendjup

Bilaga 4.2 – 1000-årsregn: Detaljerad karta, vattendjup efter skyfall

Bilaga 4.3 – 1000-årsregn: Detaljerad karta, maximalt vattenflöde

Bilaga 4.4 – 1000-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet

Bilaga 4.5 – 1000-årsregn: Detaljerad karta, maximal vattenhastighet