

Strukturplan för hantering av skyfallsrisker

KUNSKAPSSTÖD



Länsstyrelsen
Stockholm

Underlaget till rapporten har tagits fram av DHI på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län.

Foto omslag: Mostphotos.com

Utgivningsår: 2025

Rapportnummer 2025:8

ISBN: 978-91-7937-340-5

För mer information kontakta:

Länsstyrelsen Stockholm, enheten för klimat och risk

Tfn: 010-223 10 00

lansstyrelsen.se/stockholm

Förord

Under det senaste decenniet har Sverige drabbats av betydande extrema regnhändelser, där skyfall idag klassas som en av de mest frekventa orsakerna till översvämningar i landet. Flertalet tätorter har varit drabbade men skyfallet som sticker ut är det 1000-årsregn som föll över Gävle år 2021. Dessa händelser lyfter fram behovet av att anpassa samhällsplaneringen utifrån ett långsiktigt och strategiskt perspektiv för att hantera skyfallshändelser i ett klimat som präglas av ökande nederbörd och extrema väderförhållanden. Konsekvenserna av översvämningar kan utgöra risk för människors säkerhet och orsaka betydande ekonomiska förluster till följd av skador på byggnader, förlust av egendom, störningar i trafik och nedsatta samhällsfunktioner. För att skydda våra tätorter från översvänningsrisker och samtidigt säkerställa en hållbar stadsutveckling är det därmed allt viktigare att förstå skyfallsriskerna samt planera för hur riskerna ska hanteras.

Detta kunskapsstöd är avsett att tjäna som en vägledning och resurs för kommuner och andra aktörer i Stockholms län som arbetar med att förebygga och hantera skyfall. Vikten av att noggrant kartlägga och planera för hanteringen av skyfallsrisker för att skapa en robust skyfallsanpassning förklaras. Genom att använda detta kunskapsstöd som ett verktyg och inspirationskälla kan relevanta intressenter effektivt analysera, planera och agera för att skapa en mer resilient, robust och hållbar stadsmiljö inför kommande skyfall och översvämningar.

Innehåll

INLEDNING.....	5
Bakgrund.....	5
Syfte.....	6
Fysisk planering och skyfallshantering.....	7
Förutsättningar	10
Avgränsningar och begränsningar.....	11
Begreppsförklaring.....	11
ARBETSGÅNG OCH LÄSANVISNING.....	13
Huvudmoment 1 – Översvämningsanalys.....	14
Huvudmoment 2 – Konsekvensanalys	14
Huvudmoment 3 – Strukturplan för skyfall	14
ÖVERSVÄMNINGSANALYS.....	16
Hydrauliska resultat	16
Delavrinningsområde för intresseområde	17
Viktiga flödesstråk.....	17
Instängda översvämningsområden.....	18
Flaskhalsar för yttlig avledning.....	18
Översvämningsanalys – pilotstudie	19
KONSEKVENSPANALYS	26
Kriterier för översvämningspåverkan	27
Konsekvensanalys – pilotstudie	29
STRUKTURPLAN FÖR SKYFALL.....	36
Beskrivning av åtgärdstyper	36
Principer för typanläggningar	37
Generella aspekter vid framtagande av en strukturplan.....	38
Strukturplanens samordning med övrig vattenhantering och klimatanpassning.....	40
Strukturplan – pilotstudie	40
STRUKTURPLAN FÖR SKYFALL I DETALJPLANEARBETE	43
REFERENSER.....	48

Inledning

I ett klimat i förändring förväntas skyfallens intensitet öka kraftigt. Urbana områden är speciellt sårbara för skyfall på grund av de medföljande konsekvenser som kan uppstå för samhället och dess invånare. I urbana områden kan det vara svårt att hantera extremnederbörd på grund av platsbrist och en kontinuerlig förtätning riskerar skapa en ytterligare förvärrad översvämningssituation för omkringliggande befintlig bebyggelse och infrastruktur. Kommunerna har tillsammans med fastighetsägare ett ansvar att vidta åtgärder för att upprätthålla den kommunala verksamheten vid skyfall och för att minska risken för människor och den byggda miljön.

Bakgrund

Stockholms läns kommuner arbetar aktivt med översvämningssrisk till följd av skyfall, både kopplat till befintlig bebyggelse och i samband med planering av ny bebyggelse. De flesta kommunerna i länet har en kommunövergripande skyfallskartering och därigenom en god överblick över den övergripande skyfallsproblematiken.

I den fysiska planeringen lyfts skyfallsproblematiken framför allt inom detaljplaneprocessen. Det kan dock vara svårt att hantera översvämningssrisk i en enskild detaljplan utan frågan behöver hanteras på en mer övergripande nivå. Ett sätt att integrera skyfallsproblematiken i tidiga planeringsskeden är genom en så kallad strukturplan för skyfall. En strukturplan för skyfall är en strategisk plan över hur mark kan användas för att skyfallssäkra kommunen. Det är ett verktyg som kan nyttjas i kommunens arbete med klimatanpassning av den befintliga bebyggelsen såväl som för att möjliggöra stadsutveckling. I detaljplaner kan strukturplanen användas som underlag för att bedöma förutsättningar och behov av skyfallshantering, samt för att kunna påverka planens utformning och tydliggöra vilken som är den mest effektiva skyfallsanpassningen.

Vid utarbetandet av strukturplaner för skyfall och allmän skyfallsanpassning är det grundläggande att följa tre tydliga principer:

- Vatten tar plats!
- Vatten följer naturliga förutsättningar!
- Vatten försvinner inte!

För en effektiv skyfallshantering behöver kommunen skapa utrymme för omhändertagande av vatten. En viktig del i arbetet med strukturplanen är att identifiera och vid behov reservera områden där

översvämningar kan ske med minimala konsekvenser. Ett ofta framgångsrikt tillvägagångssätt är att fördröja så nära källan som möjligt för att skära av långa flödesvägar, begränsa avrinningsområden och minska de högsta flödena.

En viktig princip är att låta vattnet följa de naturliga förutsättningarna, något som ofta försummas vid förtätning där det finns ont om tillgänglig mark. Genom att undvika att bebygga flödesstråk och lågpunkter kan omfattande utredningar och kostsamma åtgärder undvikas.

Vid fysisk planering finns en risk att skyddsåtgärder i områden som ofta drabbas av översvämningar kan leda till att vattenmängden flyttas till andra platser. För att skapa en robust skyfallsanpassning behöver kommunen peka ut områden där översvämningensvolym kan hanteras samt reservera dessa områden för skyfallshantering.

Syfte

Kunskapsstödet syftar till att vägleda kommunerna i länet kring utveckling och användning av skyfallskarteringar för tätorter som grund för att skapa en strukturplan för skyfall. Strukturplanen ska underlätta kommunernas långsiktiga arbete med skyfallshantering och bidra till att identifiera åtgärder som på ett effektivt sätt minskar översvämningensrisken, både i befintlig bebyggelse och för att möjliggöra och underlätta exploatering.

Strukturplanen är inte juridiskt bindande utan syftar till att visa möjligheter för hur kommunen kan utveckla och hantera skyfall i sina olika processer. Målgruppen för kunskapsstödet är personer som arbetar med samhällsbyggnad inom olika delar av kommunen, exempelvis fysisk planering, klimatanpassning och dagvattenfrågor.

Kunskapsstödet ger rekommendationer för arbetsgång och delmoment för att ta fram en övergripande strukturplan för skyfallshantering, med två huvudsakliga syften:

- Identifiera och tydliggör viktiga områden och stråk som är relevanta att beakta vid en framtida exploatering.
- Ta kontroll över ytavrinnande vatten för att minimera de negativa konsekvenserna av skyfall på den befintliga bebyggda miljön.

Arbetsgången som föreslås kan utgöra en del i kommunernas förebyggande arbetet för att hantera skyfall.

Fysisk planering och skyfallshantering

Kommunen ansvarar för planering av mark- och vattenanvändning inom den egna kommunen, bland annat genom översiktsplanering, planprogram och detaljplanering. I samband med planläggning eller i ärenden om bygglov ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat risk för olyckor, översvämning och erosion (se 2 kap. 5 § plan- och bygglagen, PBL, (2010:900)). Det är kommunens ansvar att visa att marken är eller kan göras lämplig för avsett ändamål. Utgångspunkten bör vara att ny bebyggelse i så stor utsträckning som möjligt inte ska anläggas inom områden som riskerar att översvämmas. Om det inte är möjligt att undvika översvämningsrisk behöver kommunen visa hur man kan hantera översvämningsrisken på ett godtagbart sätt.

Utöver krav på ny bebyggelse i samband med detaljplaneringen ska kommunen i översiktsplanen ge sin syn på klimatrelaterade risker för skador på den bebyggda miljön som kan följa av översvämning, ras, skred och erosion samt på hur sådana risker kan minska eller upphöra (3 kap. 5 § PBL). Det innebär att kommunen redan i arbetet med översiktsplanen behöver utreda och bedöma riskerna för befintlig och kommande bebyggelse i samband med skyfall.

Som stöd till kommuner har ett flertal myndigheter tagit fram rekommendationer och vägledningar som beskriver hur risken för översvämning till följd av skyfall bör hanteras i den fysiska planeringen.

I Boverkets tillsynsvägledning för länsstyrelserna¹ lyfts aspekter fram som särskilt viktiga att utreda för att bedöma översvämningsrisken i samband med framtagande av en detaljplan och därmed även dess lämplighet. Bland annat anger Boverkets tillsynsvägledning att ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör planläggas så att den årliga sannolikheten för att bebyggelse tar skada vid översvämning är mindre än en gång på 100 år. Hänsyn ska även tas till bebyggelsens livslängd, lämpligen genom att tillämpa klimatfaktor för framtida climateffekter.

I vägledningen *Klimatrisker i översiktsplanering*² ger Boverket stöd kring hur kommunen i översiktsplanen kan ge sin syn på klimatrelaterade risker för skador på den bebyggda miljön som kan följa av

¹ Boverket (2022): [Stöd till Länsstyrelsen vid riskbedömning - PBL kunskapsbanken - Boverket.](#)

² Boverket (2022): [Klimatrisker i översiktsplanering.](#)

översvämning, ras, skred och erosion samt på hur sådana risker kan minska eller upphöra.

Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län har tagit fram *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*³. Rekommendationerna ska ses som ett stöd till kommunerna att inkludera frågan i sin fysiska planering och är ett komplement till övrig översvämningshantering.

Länsstyrelsen rekommenderar att:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn, inklusive en klimatfaktor på 1,2 - 1,4.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och vid behov säkerställs.

Vägledning från Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län finns även i form av rapporten *Klimatrelaterade risker i översiktsplanering – metodstöd*⁴.

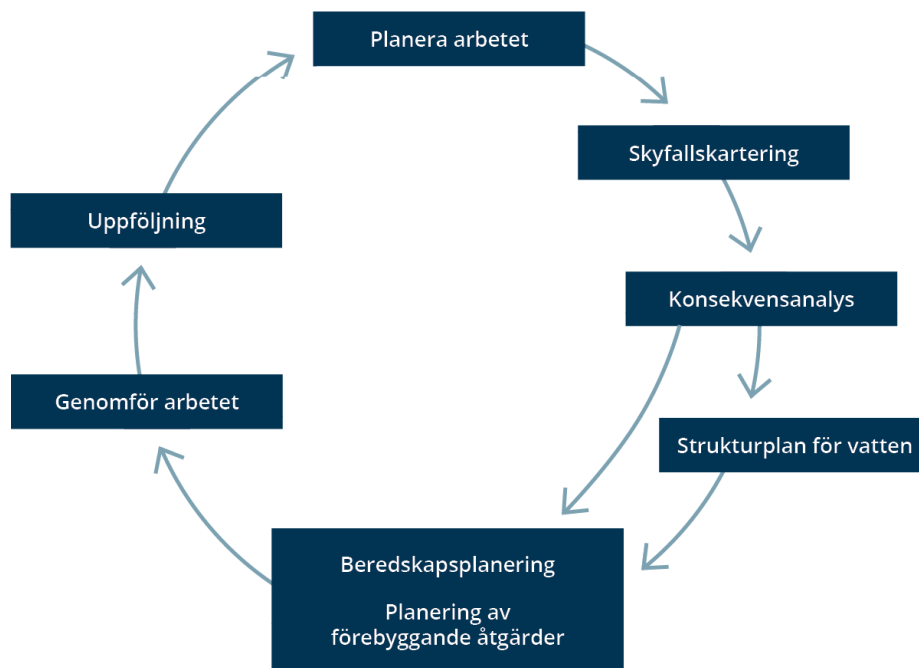
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har tagit fram vägledningar för hur kommunen ska bedriva sitt skyfallsarbete, *Vägledning för skyfallskartering*⁵ och *Vägledning om metod för skyfallskartering av tätorter*⁶. I MSB:s vägledning för skyfallskartering ges rekommendationer om lämplig arbetsgång i arbetet med analys och hantering av skyfallsrisker (Figur 1). Nedan beskrivs kortfattat ingående moment. De inledande momenten, skyfallskartering, konsekvensanalys och strukturplan ingår i detta kunskapsstöd.

³ Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län (2018): [Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall](#).

⁴ Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län (2021). [Klimatrelaterade risker i översiktsplanering – metodstöd](#).

⁵ MSB (2017): [Vägledning för skyfallskartering : tips för genomförande och exempel på användning](#).

⁶ MSB (2023): [Metod för skyfallskartering av tätorter: vägledning](#).



Figur 1: Rekommendationer för lämplig arbetsgång i skyfallsarbetet (MSB, 2017).

Skyfallskartering

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

Konsekvensanalys

Resultaten från skyfallskarteringen används för att analysera möjliga konsekvenser för exempelvis människors liv, 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.

Strukturplan för vatten

En strukturplan för vatten avser ett geografiskt planeringsunderlag för hantering av skyfall inom ett eller flera avrinningsområden. Strukturplanen innehåller typåtgärder som syftar till att fördröja och avleda överskottsvatten, som inte kan hanteras av dagvattensystemet. Syftet med typåtgärderna är att hantera översvämning så att negativa samhällskonsekvenser och övriga risker identifierade i konsekvensanalysen minimeras. Detta kunskapsstöd ger vägledning till hur kommunerna kan skapa en strukturplan.

Åtgärdsplan

Utifrån framtagna strukturplan analyseras hur typåtgärderna som identifierats kan förverkligas till konkreta åtgärder. Identifierade åtgärder beskrivs, prioriteras, kostnadsuppskattas, dimensioneras och dokumenteras i en åtgärdsplan.

Beredskapsplan

Det kan ta lång tid innan åtgärdsplanen blir verklighet. Under tiden måste beredskapsåtgärder vara tillräckliga för att kunna ta hand om 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 av vatten kan lindra konsekvenserna.

Genomförande och uppföljning

Efter genomförande av momenten ovan behöver arbetet kontinuerligt följas upp för att bedöma status av skyfallshantering och dra lärdom av genomfört arbete.

Förutsättningar

Inom arbetet med kunskapsstödet har ett pilotområde använts som utgångspunkt för redovisning av strukturplanens olika delmoment. Kunskapsstödet ska kunna användas oberoende av vilken tätort som en strukturplan ska etableras för. Däremot kan kommunens egna underlag variera, vilket kan kräva anpassning av metoden eller inhämtning av specifika data innan strukturplanen utvecklas.

Konsekvensanalyser fyller en viktig funktion i arbetet med strukturplanen. Det finns stöd från MSB⁷ hur identifiering av samhällsviktig verksamhet kan genomföras vid riskkartläggning. Från Trafikverket finns kvalitetskravklasser som kan utgöra bas för prioritering av översvämningssäkring av vägar om annan sådan saknas⁸.

För en övergripande strukturplan är en hydraulisk skyfallsmodell en förutsättning. I en hydraulisk modell beskrivs avrinningsförloppet hos ett regn med specifik återkomsttid i tid och rum. Hur vatten breder ut sig i flödesvägar, vilka flöden och hastigheter som kan förväntas, vilka resulterande djup som bildas och varaktigheten för översvämning framgår enbart med hydrauliska modeller. Statiska GIS-verktyg är inte tillräckliga, bland annat eftersom de inte ger information om flöden och vattnets utbredning längs med flödesvägar. Mer utförlig beskrivning av

⁷ MSB (2023): [Identifiera samhällsviktig verksamhet](#).

⁸ Trafikverket (2021): [Dataproduktspecifikation – Det svenska vägnätet](#).

hydrauliska och statiska modeller samt begränsningar med de olika typerna presenteras i MSB:s vägledning⁹.

Avgränsningar och begränsningar

Fokus för kunskapsstödet ligger på arbetsgången för att etablera en strukturplan för skyfall och hur denna tillämpas vid planering och byggande. I kunskapsstödet ingår däremot ingen vägledning till hur kommunens underlag ska se ut eller tas fram.

Hydrauliska skyfallsmodeller varierar i detaljnivå och tillförlitlighet, beroende på tillgängligt underlag, kunskap hos utförare och tänkt användningsområde. Kvaliteten på strukturplanen påverkas av vilken metod för skyfallsmodellering som har tillämpats och de underlag den baserats på. En skyfallsmodell som både beskriver markyta och ledningsnät med den dynamiska interaktionen dem emellan ger de mest realistiska resultaten. Kopplingen till ledningsnätet är viktig för strukturplanens kvalitet, särskilt i tätorter med väl utbyggda dagvattennät. Samtidigt är det möjligt att ta fram och arbeta med en mer övergripande strukturplan utan ledningsnät enligt beskrivning i kunskapsstödet.

Det finns alltid förenklingar i en skyfallsmodell. Graden av förenklingar behöver förhålla sig till skede i planeringen. Detta metodstöd är tänkt att vägleda kring strukturplaner som tas fram för befintlig bebyggelse samt som underlag för detaljplaner. Strukturplanen kan därmed göras utifrån vissa förenklingar, men det är viktigt att förstå vilken betydelse dessa förenklingar kan ha för resultatet och därmed hur resultaten kan användas. Som exempel är det olämpligt att använda en övergripande strukturplan för dimensionering av skyfallsåtgärder, eftersom det förutsätter en större detaljnivå på modell och indata.

Begreppsförklaring

100-årsregn – regn med återkomsttid på 100 år, vilket innebär att regnet över en lång tidsperiod statistiskt inträffar i genomsnitt 1 gång under 100 år.

Delavrinningsområde - område varifrån nederbörd rinner till given definierad nedströms punkt.

Dimensionerande regn – regn med en viss vald återkomsttid och varaktighet som skall kunna hanteras av ett system för avledning och/eller magasinering av vatten inom definierade gränser.

⁹ MSB (2023): [Metod för skyfallskartering av tätorter: vägledning](#).

Flaskhalsar – Fysiska platser som kontrollerar utgående flöden och bidrar till uppströms översvämning. Kan utgöras av höjdryggar eller begränsande sektioner för vatten att passera.

Flödesstråk/Rinnstråk – sträcka där det sker betydande avledning av ytvatten i samband med extrema regn.

Framtida 100-årsregn – ett 100-årsregn med klimatfaktor där hänsyn tas till att mer intensiv nederbörd väntas i framtiden.

Instängt översvämningssområde – större översvämningssområden i lågpunkt med en sammanhängande vattennivå. Dessa områden saknar ofta en ytlig avledningsväg eller så är avledningskapaciteten kraftigt begränsad jämfört med tillflödet.

Klimatfaktor – en faktor, oftast över 1, som läggs till dagens förhållande som en faktor för att beskriva förändringen kopplad till ett ändrat (framtida) klimat. Klimatfaktor 1.3 innebär en ökning med 30 procent.

Skyfall – ett kortvarigt (minuter-timmar) högintensivt regn som är större än vad dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmans ansvar. Enligt SMHI:s definition ska intensiteten överstiga 50 mm/timme alternativt 1 mm/minut.

Skyfallsanläggning – Höjdsatt område eller naturlig förutsättning (exempelvis ett vattendrag) med funktionen att leda eller magasinera regn från ett skyfall.

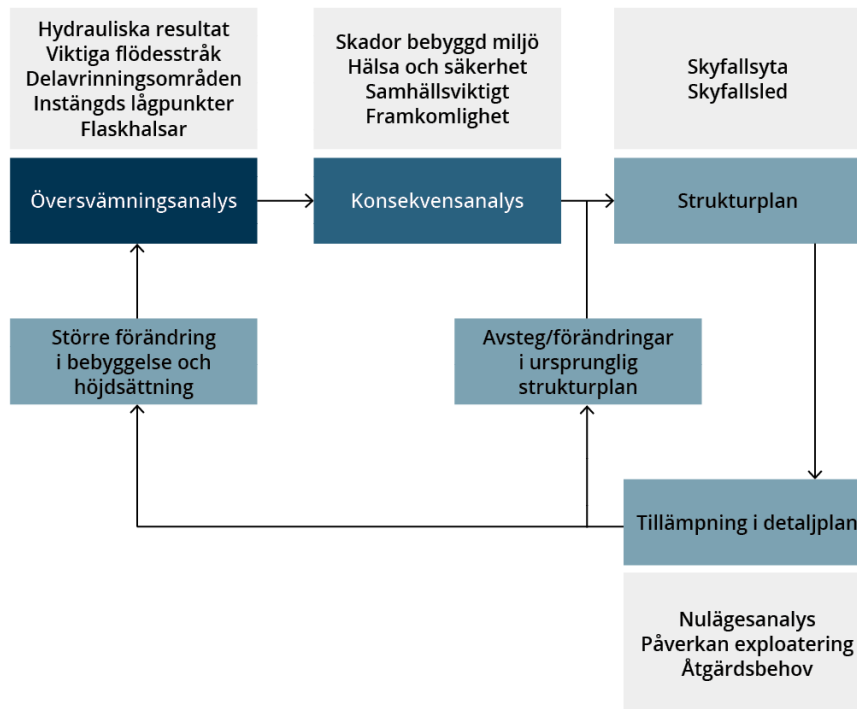
Slutrecipient – vattenförekomst med oändlig kapacitet med avseende på studerad dimensionerande händelse.

Återkomsttid – genomsnittlig tid mellan två händelser med samma omfattning.

Arbetsgång och läsanvisning

Arbetet med att ta fram en strukturplan delas in i tre huvudmoment enligt nedan: Översvämningsanalys, konsekvensanalys och framtagande av strukturplanen utifrån analys och resultat (Figur 2). Inom respektive huvudmoment sker arbetet stegvis, där de olika delmomenten kan behöva repeteras cykliskt och genomföras mer än en gång för att uppnå önskvärda delmål. Huvudmomenten samt ingående delmoment beskrivs kortfattat nedan. Momenten beskrivs sedan mer utförligt i efterföljande kapitel.

Alla huvudmoment har ingått i presenterad pilotstudie.



Figur 2: Översikt av arbetsgång. Färgade rutor avser huvudmoment, ofärgade rutor avser innehåll i tillhörande huvudmoment.

Huvudmoment 1 – Översvämningsanalys

Målsättningen med detta moment är att analysera skyfallsresultat från en hydraulisk modellering, bearbeta dessa och relatera till områdes-specifika förutsättningar. Arbetet består primärt av följande delmoment och utgår från ett specificerat intresseområde:

- 1.1 Kartläggning av viktiga flödesstråk utifrån topografiska flödesvägar, beräknade vattendjup och flödesstorlek. Med stöd av rinnvägsanalysen definiera delavrinningsområde.
- 1.2 Kartläggning av instängda översvämningsområden och flaskhalsar för ytlig avledning.
- 1.3 Kombinera skyfallsresultaten med kommunens planer för stadsutveckling, såsom exploateringsområden, grönstrukturplan och/eller klimatanpassningsplan.

Slutresultatet för huvudmoment 1 består av kartsnitt för översvämningsresultat baserat på modellresultat samt tätortsspecifika underlag för stadsutveckling.

Huvudmoment 2 – Konsekvensanalys

Målsättningen med detta moment är att tolka och analysera beräkningsresultaten från huvudmoment 1 kopplat till de konsekvenser som kan uppstå vid översvämnning i samband med skyfall. Konsekvenser kartläggs för människor, byggnader, infrastruktur samt samhällsviktig verksamhet. Arbetet består primärt av följande delmoment.

- 2.1 Definition av konsekvenskategorier samt kriterier för översvämningspåverkan.
- 2.2 Konsekvensbedömning av påverkan på byggnader, verksamheter, infrastruktur och/eller människor.

Slutresultatet för huvudmoment 2 och underlaget till huvudmoment 3 består av kartsnitt med utpekade konsekvenser.

Huvudmoment 3 – Strukturplan för skyfall

Målsättningen med detta moment är att omsätta resultaten från föregående moment till ett konkret principförslag på typanläggningar,

det vill säga varianter att avleda och magasinera vatten inom intresseområdet. Typanläggningar planeras för att ge förutsättningar att minska den befintliga stadens större skyfallsrisker samt förebygga översvämningrisker vid stadsutveckling. Typanläggningarna kan både pekats ut på platser där större ingrepp behöver göras för att etablera föreslagen skyfallsanläggning såväl som på platser där aktuell markanvändning och höjdsättning behöver bevaras. Arbetet delas in i följande delmoment:

- 3.1 Baserat på översvämninganalys, konsekvensanalys, och i viss omfattning även beaktande av praktisk genomförbarhet, identifieras lämplig placering av typanläggningar.
- 3.2 Val av principförslag med typanläggningar: skyfallsled och skyfallsyta.
- 3.3 Rekommendationer avseende vattenhantering i framtida planer.

Resultaten från ovanstående delmoment utgör strukturplan för området. Denna presenteras i kartskikt med relevanta attribut och kan med fördel lyftas in i kommunens interna karttjänst som underlag i fortsatt stadsplanering.

Översvämningsanalys

Att förstå vattnets väg är att förbereda sig för dess inverkan.

Vart tar vattnet vägen?

Var ses större flödesstråk och störst vattendjup?

Vilka lågpunkter med större översvämning ses och bör dessa punkteras eller bevaras?

Hur sammanfaller kommunens omvandlingsplaner med behovet av skyfallsanläggningar?

För att skapa en strukturplan för skyfall är det avgörande att först kartlägga vattnets väg och var det samlas. Detta ger en illustrativ översikt av flödesstråk, översvämningsområden och de mest kritiska platserna i tätorten. Det bidrar även till att identifiera både utmaningar och viktiga funktioner som behöver skyddas.

Underlag för översvämningsanalys

Nödvändiga GIS-lager:

- Maximalt vattendjup
- Maximal flödesstorlek (flux) och/eller maximala vattenhastigheter
- Flödesriktning
- Höjdmodell
- Primärkarta med byggnader och vägar
- Markanvändningslager
- Exploateringsområden från ÖP

Övriga resultatlager som kan förbättra analysen

- Varaktighet av översvämning över ansatt tröskeldjup
- Tidsvarierande resultat för markyta, ledningsnät och vattendrag (råa resultatfiler)

Hydrauliska resultat

Hydrauliska resultat från en skyfallskartering består i data som beskriver vattendjup, hastigheter, flöden och hur länge vattnet står kvar på olika platser. De viktigaste resultaten för fortsatt skyfallsarbete är översvämningsdjup och flödesvägar (hastigheter och/eller flöden). Med hjälp av dessa data får man en tydligare bild av hur vattnet rör sig och stannar kvar, och därmed var potentiella riskområden och behov av översvämningshantering återfinns.

Delavrinningsområde för intresseområde

Vid översvämningsanalyser är det viktigt att avgränsa området av intresse noggrant. Det kan vara hela tätorten eller ett specifikt planområde. För att förstå förutsättningarna för vattnets väg är det nödvändigt att kartlägga hela det område där vattnet kommer ifrån, både ovan och under marken oavsett storleken av området av intresse.

Det naturliga avrinningsområdet tas fram genom att analysera topografin för att identifiera vattendelare såsom höjdryggar där flödet delas åt olika håll och kartlägga vilka områden som bidrar till avrinning för intresseområdet. Det tekniska avrinningsområdet visar området som avvattnas av dagvattenanläggningen och genom dagvattenledningar rinner till/genom intresseområdet. Det tekniska avrinningsområdet följer inte alltid den naturliga avrinningen.

I vissa områden kan flera avrinningsområden sammanfalla, vilket gör det viktigt att förstå var vattendelarna är. Att kombinera kunskapen om både tekniska och naturliga avrinningsområden är avgörande för att få en fullständig bild av hur vattnet transporteras både ovan och under marken.

Viktiga flödesstråk

Vid skyfall följer vattnet topografin och rinner mot de lägsta punkterna. I flacka områden sprids vattnet över stora ytor, medan det i brantare områden skapar tydliga, koncentrerade flödesvägar. Flödet ökar längs flödesvägarna när vattnet ackumuleras från uppströms till nedströms områden.

Viktiga flödesstråk kartläggs för att visa vilka vägar vattnet tar och för att bedöma om de behöver skyddas och/eller förstärkas i såväl befintlig som framtida bebyggelse. Konsekvensanalysen hjälper till att bedöma stråkens betydelse. Flödestråken identifieras genom GIS-analys av teoretiska flödesvägar och kompletteras med beräknade flöden eller hastigheter från skyfallsmodell. De teoretiska flödesvägarna visar "bästa scenariot" för vattnets väg där lokala lågpunkter jämnas ut och hänsyn tas ej till dämmande och flödesstryppande effekter. Flöden/hastigheter från modellresultat visar vad som sker vid studerat skyfall där rinnstråken anpassas till nederbörden som faller. Jämförelse av lagren med flödesstråk är viktig för att kartlägga de mest centrala flödesvägarna och likaså eventuella flaskhalsar för ytlig avledning.

Instängda översvämningsområden

Instängda översvämningsområden är stora lågområden som blir kraftigt översvämmade vid skyfall på grund av bristande avrinningsvägar. De kännetecknas av att översvämningsnivån är relativt konstant inom hela området, likt vattennivån i en sjö. De kartläggs för att bedöma om det finns tydliga risker i befintlig eller framtida bebyggelse vad gäller skyfallskonsekvenser eller om det inom områdena finns friytor vilka bör bevaras ur skyfallshänseende i framtida stadsutveckling.

Dessa områden har hög risk för översvämningar även vid mindre regnhändelser. Därför kan investeringar i skyfallsanläggningar vara motiverade för regn som inträffar oftare än ett 100-årsregn.

Strukturplanslösningar inom instängda lågområden kan variera och i många fall vara en kombination av fördröjning och avledning. Oavsett inriktning på skyfallsanläggningar bör rinnväg ned mot recipient eftersträvas, antingen som primär lösning eller som en sekundär lösning i kombination med fördröjning. Detta för att skapa en så robust lösning som möjligt. Vid en skyfallshändelse som är större än vad fördröjande anläggning dimensionerats för behöver en rinnväg nedströms fördröjningsytan finnas för att undvika översvämmning av det instängda lågområdet.

Utifrån instängda översvämningsområdena går det att tidigt ge en bedömning om planers lämplighet. Generellt blir det väldigt utmanande och dyrt att säkra en plan som placeras inom ett utpekat instängt översvämningsområde. Både då översvämningsvolymerna är så stora och svårkontrollerade samt då man hanteringsmässigt är låst inom en planområdesgräns. Vid planläggning rekommenderas att instängda översvämningsområden tas med i beaktning för att om möjligt utforma planens storlek och bebyggelseförslag utifrån detta. Instängda översvämningsområden utan risk att orsaka betydande konsekvenser på den bebyggda miljön bör bevaras i framtida stadsutbyggnad som platser där vatten kan samlas.

Flaskhalsar för ytlig avledning

I anslutning till instängda områden såväl som områden med stora vattendjup kan tydliga flaskhalsar i ytlig avledning identifieras. Dessa flaskhalsar karteras för att tydliggöras i kommande planering och för att bedöma om det finns potential att punktera översvämningsområden för att öka nedströms avledning.

Att ha kunskap om flaskhalsarna är även en nyckel för att skapa en robust skyfallshantering med sekundära avrinningsstråk, vilka kan nyttjas vid skyfall kraftigare än händelsen som är dimensionerande för

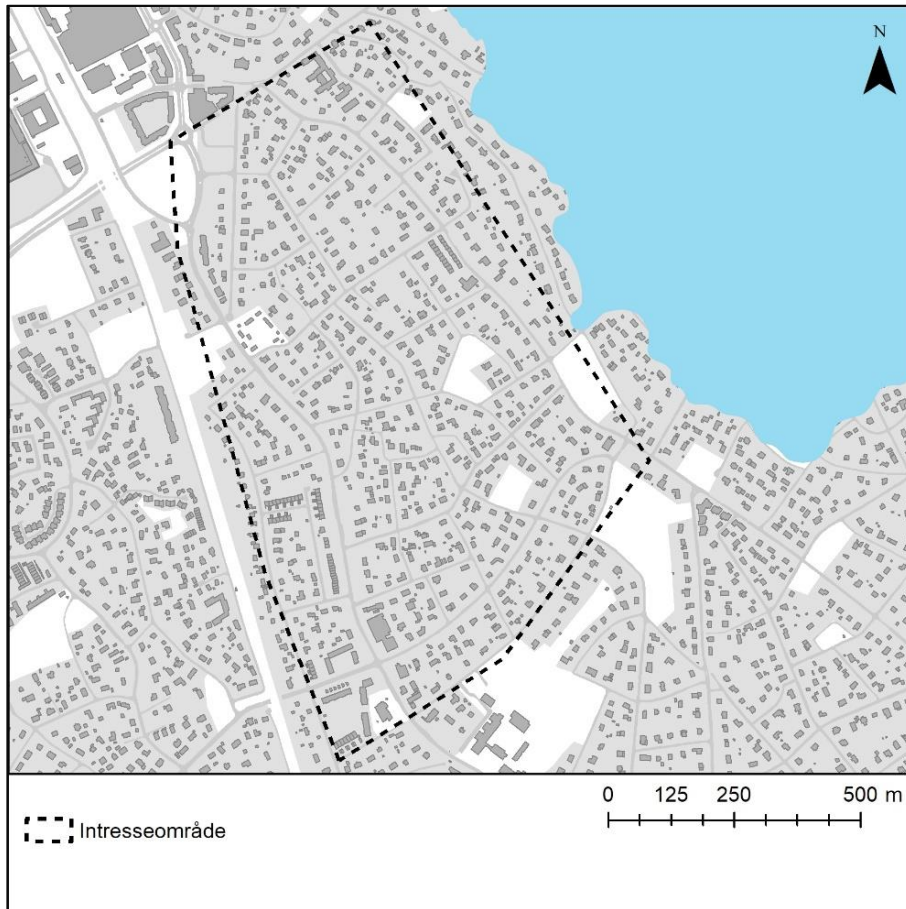
strukturplanen. Även om översvämningsnivån i ett instängt område är hanterbar vid dimensionerande skyfall så kan det finnas behov av en skyfallslösning som hanterar kraftigare skyfall. Detta är särskilt aktuellt i fall där kraftigare skyfall medför mycket stora konsekvenser. För att översvämningsnivån inte ska stiga okontrollerat och orsaka konsekvenser bör en sekundär ytlig avledning från området identifieras. Denna robusta lösning är särskilt viktig i exploateringsområden där större möjlighet till bebyggelseplanering och höjdsättning finns. För lågområden som utgör en skyfallsanläggning bör det finnas en plan för vad som händer om och när anläggningen går full.

Genom att identifiera tröskelnivå ut från översvämningsområdet kombinerat med beräknad flödesstorlek kartläggs flaskhalsar och möjliga avledningsstråk nedströms dessa kan identifieras. Dessa avledningsstråk kan sedan pekas ut i strukturplanen som primära eller alternativa skyfallsleder. En alternativ skyfallsled utgör i detta sammanhang ett möjligt stråk för avledning men som utifrån rådighet, markanvändning eller annan anledning inte ses som det primära alternativet till skyfallsanläggning.

Översvämningsanalys – pilotstudie

Intresseområdet för pilotstudien utgörs av ett urbant område med blandad lägre bostadsbebyggelse och ett antal verksamheter (Figur 3). Det sträcker sig längs östra sidan av en huvudgata och med vatten längs östra sidan. En översvämningsanalys har genomförts i detta område och resultaten sammanfattas nedan tillsammans med kartbilder för de olika delmomenten.

ÖVERSVÄMNINGSANALYS



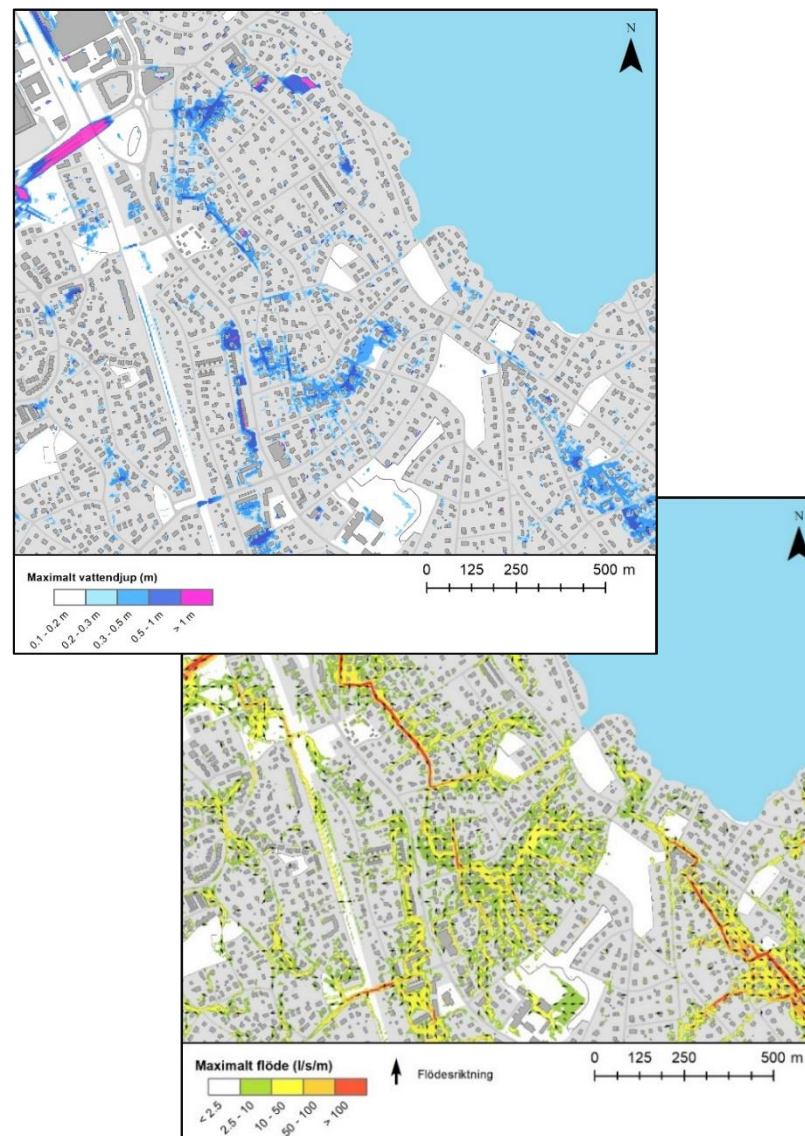
Figur 3: Intresseområde som nyttjats i pilotstudien.

Hydrauliska resultat

Från genomförd skyfallskartering inhämtas resulterande översvämningsresultat (Figur 4).

Resultaten studeras för intresseområdet och det framgår att större översvämningsdrabbade områden med maximala vattendjup på mellan 0,3 - 0,5 m ses samt med lokala översvämningar på >0,5 m.

Flödesvägarna är något diffusa men vatten kommer framför allt söderifrån ned mot lågområdena där vattenvolymer ackumuleras. Avrinning sker mot norr men någon större ytlig avrinning ned mot recipient verkar ej ske. I sydväst ses ett ytligt inflöde till intresseområdet under järnväg.



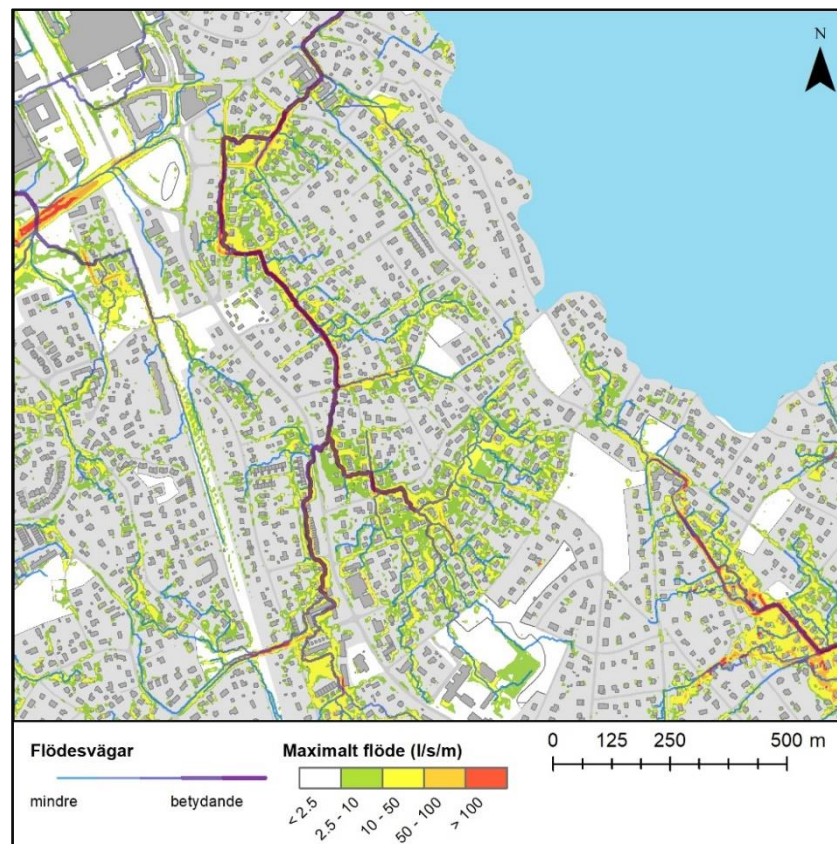
Figur 4: Kartbilder med vattendjup och flöden för pilotstudien.

Viktiga flödesstråk

De teoretiska rinnstråken som erhålls från GIS-analys uppvisar en obruten flödesväg ned till recipient och därmed den naturliga flödesväg som vattnet vill eftersträva givet att tillräckligt stor volymnederbörd faller (Figur 5). Modellresultaten visar vad som sker vid studerat skyfall där rinnstråken anpassas till nederbörden som faller.

De mest betydande flödesstråken identifieras genom att kombinera resultat från modellering och GIS-analys. De viktigaste flödesstråken ses där de mer betydande flödesvägarna sammanfaller analyserna emellan.

Lämpliga centrala platser för skyfallsåtgärder ses generellt i områden där flera rinnstråk löper samman och längs de mest betydande rinnstråken.



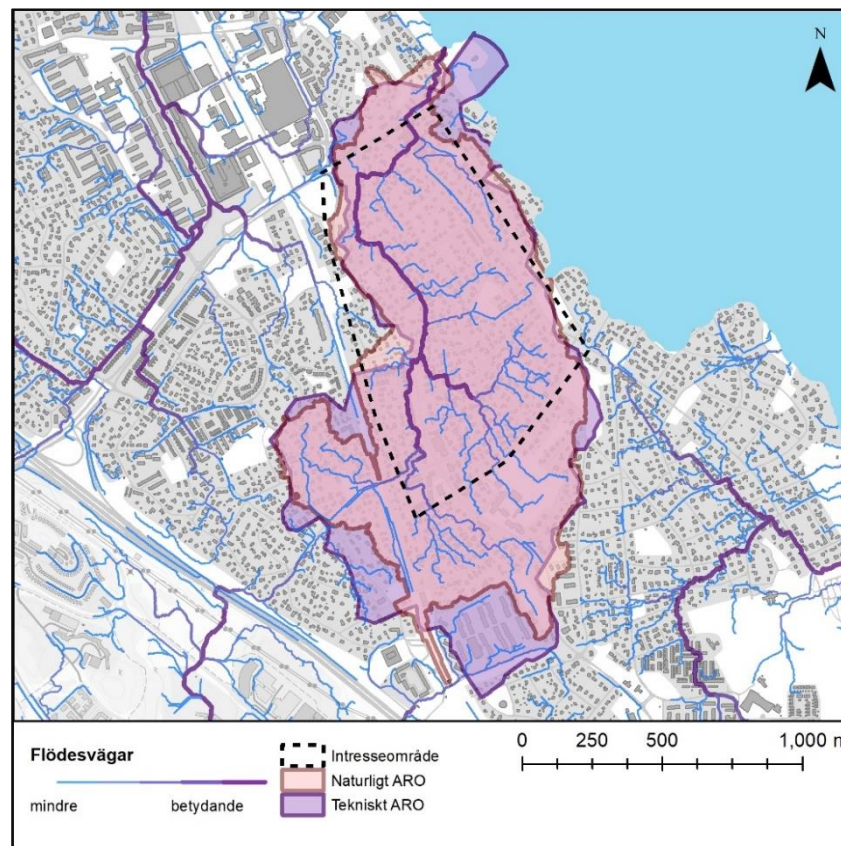
Figur 5: Flödesvägar från GIS och flöden från modellering för intresseområdet.

Delavrinningsområde för intresseområde

Kartlagt delavrinningsområde kompletterar den bild som ges av modellresultaten och ger en tydlig bild av hur ytvattnet rör sig till och inom intresseområdet. Det naturliga och tekniska avrinningsområdet stämmer relativt väl överens.

Storleken på hela delavrinningsområdet beräknas till ca 150 ha, varav omkring hälften ses uppströms punkt där två ”betydande” flödesvägar möts, vilket visas i kartan (Figur 6).

Genom analysen möjliggörs en visuell kartläggning och avgränsning av området inom vilket skyfallsanläggningar kan ha en effekt. Att se delavrinningsområdet tillsammans med aktuellt intresseområde ger en bild av potentiellt område som kan ha nytta av skyfallsanläggningar.

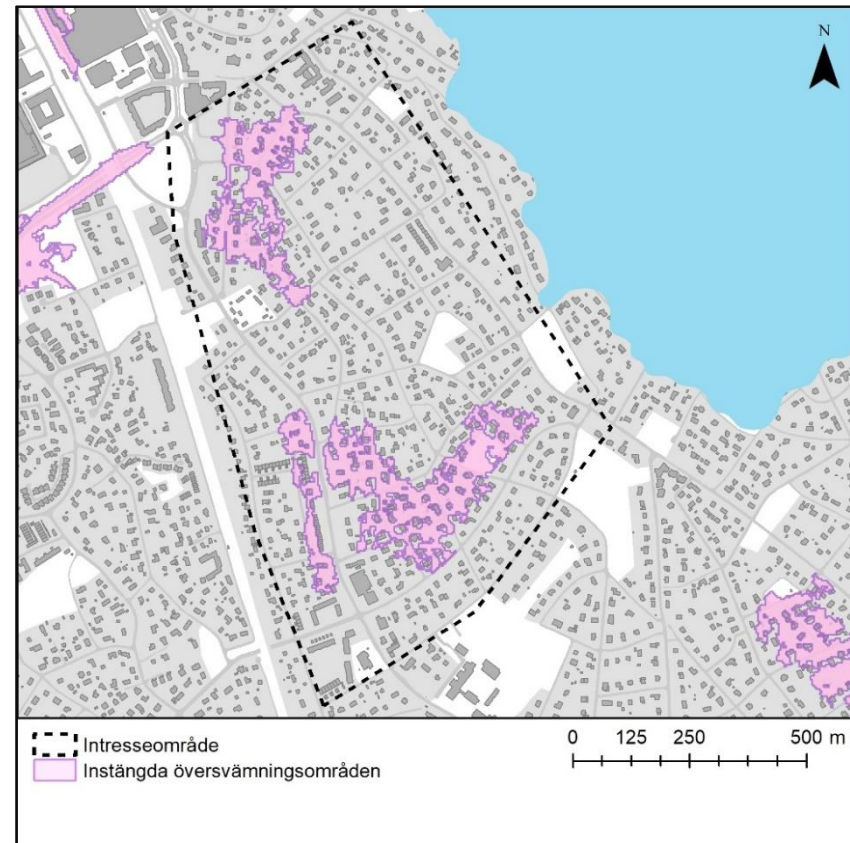


Figur 6: Kartlagda delavrinningsområden för intresseområdet.

Instängda översvämningsområden

I intresseområdet identifieras tre strukturellt instängda områden där översvämning bildar en sammanhängande översvämningssyta på samma vattennivå (Figur 7). Total översvämningssvolym inom områdena beräknas till 30 000 m³, varav 15 000 m³ i den sydöstra, 5 000 m³ i den sydvästra och 10 000 m³ i den norra. Vid planering av skyfallsanläggningar och utformning av nya planer bör dessa områden få en central roll.

Översvämningarna ses inom områden med befintlig bebyggelse. Hur detta påverkar befintlig tätort och nya planer kan studeras med konsekvensanalyser. Därefter prioriteras lämpligtvis behovet av skyfallsanläggningar.



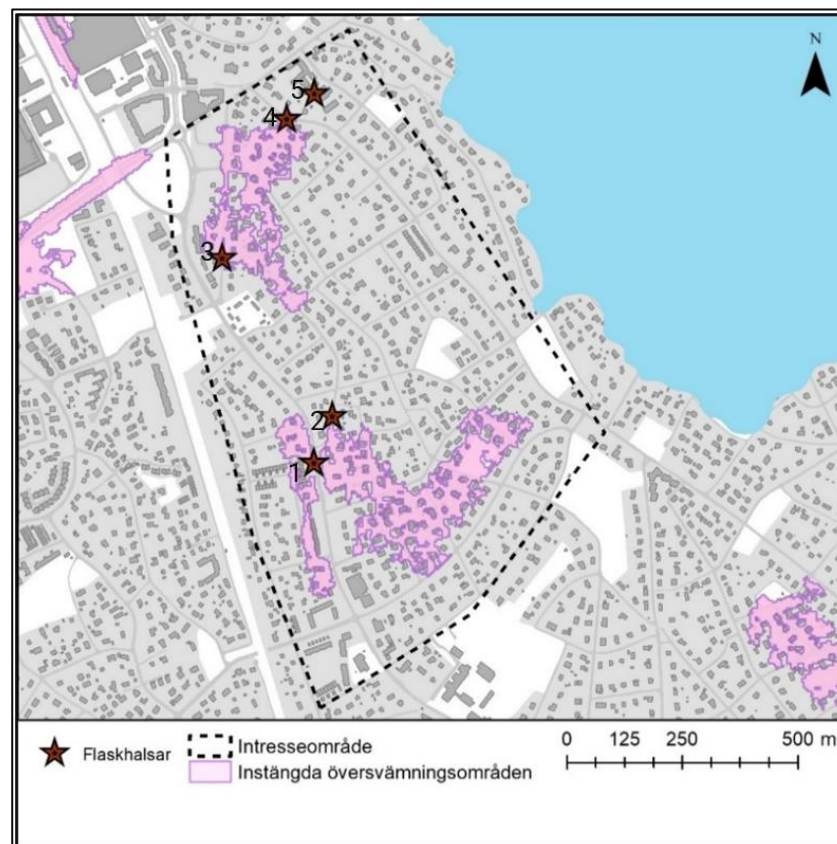
Figur 7: Kartlagda instängda översvämningsområden för intresseområdet.

Flaskhalsar för yttlig avledning

Med hjälp av tidigare analyser har fem tydliga flaskhalsar i yttlig avledning för intresseområdet identifierats. Dessa flaskhalsar syns naturligt i anslutning till de instängda lågområdena.

Här är en kort beskrivning av varje flaskhals med siffrorna hänvisande till numreringen i Figur 8:

1. **Vägen** är en lokal vattendelare. Den utgör tröskelnivå för översvämningsområde som finns väster om vägen innan avrinning sker österut.
2. **Höjdpunkt på vägen** är en lokal vattendelare. Den utgör tröskelnivå för översvämningsområde söderut innan avrinning sker norrut.
3. **Höjdpunkt på vägen vid korsning** är en lokal vattendelare. Den utgör tröskelnivå för översvämningsområdet söderut och österut innan avrinning sker norrut.
4. **Höjdpunkt på vägen upp till korsning** är en lokal vattendelare. Den utgör tröskelnivå för översvämningsområdet söderut innan avrinning sker norrut.
5. **Byggnader står tätt och marken är flack** på GC-stråk med mindre lokal höjdrygg. Sammantaget skapar detta en begränsad flödeskapacitet vilket orsakar dämning.



Figur 8: Identifierade flaskhalsar för intresseområdet.

Konsekvensanalys

En strukturplan för hantering av skyfall kräver en grundlig bedömning av översvämningskonsekvenserna. Att endast räkna vattendjup ger en begränsad förståelse för hur översvämningar kan påverka bebyggelse, människors hälsa, samhällsviktiga funktioner och framkomlighet. Det är av stor vikt att noggrant överväga var översvämningar kan uppstå och vilka konsekvenser detta kan ha, för att skapa en effektiv och omfattande plan för skyfallsanpassning.

Underlag för konsekvensanalys

Nödvändiga GIS-lager:

- Maximalt vattendjup
- Byggnadslager med attribut som beskriver byggnadstyp
- Vägar med attribut som beskriver vägtyp
- Samhällsviktiga verksamheter som attribut i byggnadslagret eller kompletterande lager

Övriga resultatlager som kan förbättra analysen

- Prioriterade vägar som attribut i väglager eller kompletterande lager
- Försäkringsstatistik med skadekostnader utifrån byggnads- och vägfunktion.
- Maximal flödesstorlek (flux)
- Maximala vattenhastigheter
- Flödesriktning
- Varaktighet för översvämning över ansatt tröskeldjup

En konsekvensanalys kan göras mycket detaljerad och med stor tidsåtgång. Grundtanken i den metod som nyttjas för strukturplanen är att bedöma översvämningsriskerna på ett enkelt sätt för att ge en överblick över de områden där konsekvenserna är mest påtagliga. Detta ger en bra startpunkt för prioritering av strukturplansanläggningar.

En förenklad uppdelning av konsekvenser görs lämpligen i fyra huvudklasser:

- Skada på den byggda miljön
- Risk för människors hälsa och säkerhet
- Påverkan på samhällsviktig verksamhet
- Reducerad framkomlighet

Konsekvensanalyser kan sedan göras mer fördjupade och inkludera både fler aspekter och en finare indelning av kategorier.

Kriterier för översvämningspåverkan

För att bedöma vilka konsekvenser som kan uppstå vid översvämnningar kan olika kriterier definieras. Dessa kriterier behöver anpassas till platsens egna förhållanden och ska väljas utifrån en rimlighets- och sannolikhetsbedömning utifrån den konsekvenskategori som studeras.

Skada på den byggda miljön

Översvämnning kan orsaka direkta och materiella skador på bebyggelse och infrastruktur. Kostnaden för reparation och återställning varierar beroende på typ av bebyggelse/infrastruktur. Som underlag för kommunen kan historiska regresser nyttjas liksom öppna data från exempelvis Svensk Försäkring¹⁰.

Kriterier för skada på byggnader, som ofta inkluderar påverkan på samhällsviktig verksamhet, inkluderar generellt ett tröskelvärde för vattendjup intill fasad samt andel av byggnadskroppen som behöver översvämmas för att man ska bedöma att skada kan uppstå. Detta är kopplat till sannolikhet för vatteninträngning/skada. Om en större del av fasaden påverkas blir risken större att vatten rinner in via exempelvis entré eller källarfönster. Även flödesstorlek eller vattenhastighet kan nyttjas vid konsekvensanalys. Flödesvägar med stora hastigheter och betydande flöde har större sannolikhet att orsaka erosion runt husets grundläggning. En flödesväg intill byggnad och speciellt mot byggnadens öppningar såsom ingångar eller öppningsbara fönster medför även stor risk att vatten rinner in i byggnaden. Beroende på hur byggnaden är utformad (grundläggning, golvnivå, källare, VA-anslutning, placering av entré, vägg- och dörrkonstruktion, fönsterplacering eller ålder) kommer känsligheten för översvämningspåverkan variera. En byggnad med källare utan backventil i områden med kombinerat ledningsnät och/eller med riskkonstruktioner såsom källaringång eller fönster i/under marknivå har hög risk för översvämnning även vid lägre vattendjup medan en verksamhetsbyggnad med betongkonstruktion och platta på mark, upphöjda lastbryggor och entréer samt golvnivå väl ovan marknivån är betydligt mer skyddad mot översvämnning. För att tydligare definiera översvämningsrisken för byggnader är det lämpligt att införa en distinktion utifrån byggnaders utformning och sårbarhet.

¹⁰ Svensk Försäkring (2023): Naturorsakade försäkringsskador i Sverige 2015–2022 – Antal och kostnader per kommun. Svensk Försäkrings rapportserie 2023:1.

Risk för människors hälsa och säkerhet

Översvämningar kan utgöra ett direkt hot för människors hälsa och säkerhet och kan i värsta fall leda till drunkning. Konsekvenser för människors hälsa till följd av översvämning kan även kopplas till andra konsekvenser på samhället såsom evakueringsmöjligheter och avskurna samhällsviktiga funktioner, exempelvis el- och vattenförsörjning. Dessa aspekter ingår dock under separata konsekvenskategorier.

Direkt risk för människors liv och säkerhet är beroende av översvämningens påverkan på markens struktur, djup och flödes hastighet samt utsattheten av den grupp av människor som påverkas. Därmed bör även kriterier innehålla dessa aspekter. Risk för konsekvenser skiljer sig beroende på hur många människor som vistas inom det potentiella översvämningssområdet, om där finns barn, äldre eller funktionshindrade inom området samt om det finns ett väl fungerande varningssystem eller goda förberedelser inför översvämningstillfället. Områden runt sjukhus, förskolor, äldreboenden, vårdcentraler där mer sårbara grupper återfinns men även tågstationer och busstationer där mycket människor från olika riskgrupper rör sig utgör platser av större intresse för prioritering i analysen. Likaså kan bil-, gång- och cykelviadukter utgöra intressanta områden där översvämningdjup tenderar att bli väldigt stora och det är svårt för trafikanter att bedöma djupet i dessa vattenansamlingar.

Påverkan på samhällsviktig verksamhet

Samhällets krisberedskap är mer beroende av vissa verksamheter än av andra. En samhällsviktig verksamhet är en verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet¹¹. Därmed är det viktigt att dessa studeras i detalj med avseende på påverkan från beräknad översvämningssutbredning och vattendjup. Exempel på verksamheter kan vara sjukhus och räddningstjänst men de kan variera utifrån kommunens egen prioritering.

Reducerad framkomlighet

Vid översvämningar kan konsekvenser uppstå till följd av störningar och förseningar i trafiken. Bristande framkomlighet kan dessutom indirekt ha betydelse för människors säkerhet. Att identifiera vägsträckor med stor risk för översvämning utgör ett informativt underlag för kommunens beredskapsplanering, vilket kan inkludera mobila skydd, varningssystem och identifiering av omledningsrutter av trafik. Dessa kan sedan nyttjas i en operativ fas, ofta med kort framförhållning, i samband med översvämning. Fordons förmåga att ta sig fram i vatten kan skilja sig

¹¹ MSB (2023): Identifiera samhällsviktig verksamhet.

markant. Somliga fordon klarar inte vattendjup på en decimeter medan vissa utrycknings- och militärfordon kan köras genom vattensamlingar med större vattendjup. Ansatt tröskeldjup bör väljas med utgångspunkten att ge en generell beskrivning av tätorten i stort där ett större antal personbilar och så även räddningstjänst har tydliga framkomlighetsproblem. Värt att komma ihåg är att framkomlighetsproblematiken även kan komma sig av köbildningar i samband med översvämning. Trots att ett fordon kan ta sig fram i djupare vatten kan det omöjliggöras av att andra fordon står i vägen. Vidare gäller att hela eller stora delar av vägbanan ska vara påverkad för att en väg inte ska anses framkomlig. En minsta, sammanhängande översvämningsarea på vägbanan är därmed rekommenderad som ett kriterium.

Förutom att titta på djup och flöden av vattnet, är även varaktigheten av översvämningen ett viktigt kriterium. Översvämningsens varaktighet behöver inte påverka risken för att en skada uppstår men sannolikheten för skadepåverkan och framför allt påverkan på människor, verksamheter och infrastruktur är tätt sammanlänkat med varaktigheten.

Konsekvensanalys – pilotstudie

Inom tidigare definierat intresseområde har en konsekvensanalys genomförts enligt beskrivningen ovan. Resultaten beskrivs kortfattat nedan tillsammans med kartbilder för respektive konsekvensklass.

I pilotstudien har nedan kriterier för konsekvensanalysen tillämpats. Kriterier är exempel och har valts baserat på vad modellupplösningen bedöms kunna beskriva samt utifrån erfarenheter om uppkomna skador på kommunal detaljnivå vid historiskt inträffade skyfallshändelser.

Kriterier för skada på byggnader och samhällsviktiga verksamheter:

- 0,2 m vattendjup mot minst 20 m eller 25 % av fasaden för byggnaden har klassats som "risk".
- 0,2 m mot minst 50 % av fasaden för byggnaden har klassats som "hög risk".
- 0,2 m mot minst 75 % av fasaden för byggnaden har klassats som "mycket hög risk".

Kriterier för människors hälsa och säkerhet:

Begränsningsvärde beräknas med hjälp av följande samband¹² och klassificeras enligt Tabell 1:

$$\text{Begränsningsvärde} = (\text{Vattenhastighet} + 0,5) \times \text{Vattendjup} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$$

Tabell 1: Klassgränser för fara för människor (DEFRA, 2006).

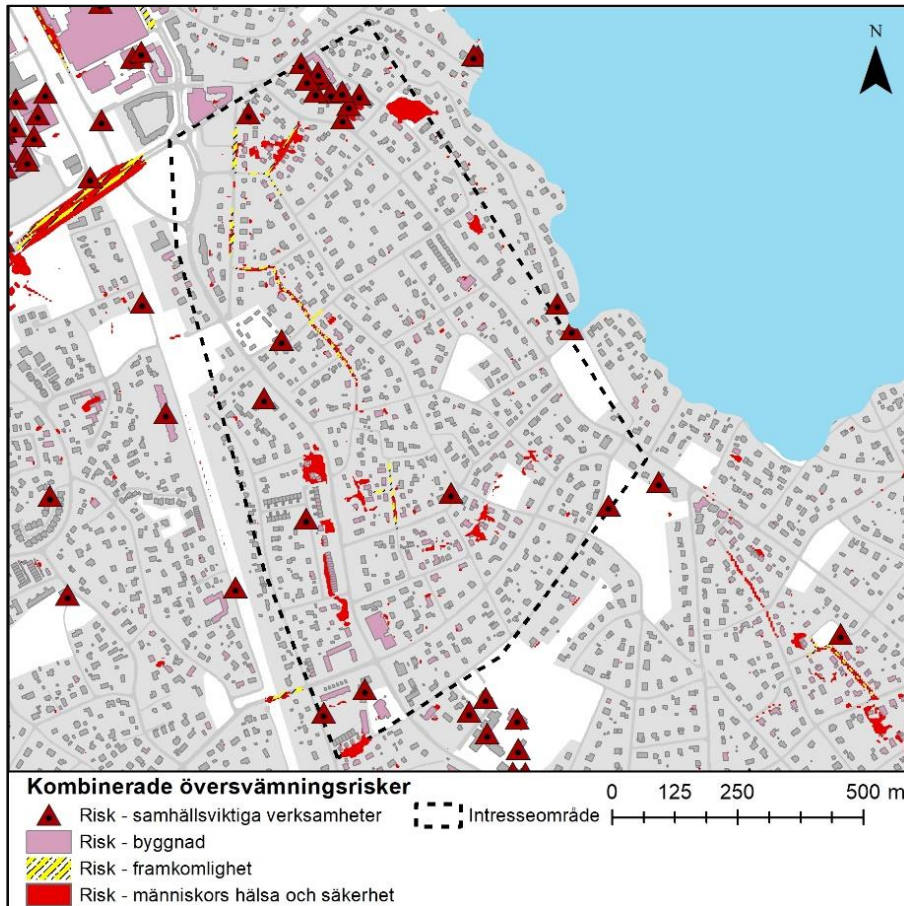
Klassgränser	Gradering av fara	Beskrivning av fara
0,75 - 1,25	Risk	Fara för vissa (exempelvis barn). Översvämning med djupt eller starkt strömmande vatten.
1,25 - 2,5	Hög risk	Fara för de flesta. Översvämning med djupt starkt strömmande vatten.
> 2,5	Extrem risk	Fara för alla. Översvämning med djupt starkt strömmande vatten.

Kriterier för begränsad framkomlighet:

- Sammanhängande översvämning med vattendjup på minst 0,2 m över en vägyta om minst 500 m².
- Analysen särskiljer sedan mellan olika typer av vägar för bedömning av översvämningens konsekvens på samhället.

Resultaten av analysen tydliggör att det finns flera platser inom intresseområdet där översvämningar från skyfall kan leda till allvarliga konsekvenser inom samtliga konsekvensklasser (Figur 9). Platser med utpekade konsekvenser sammanfaller väl med de instängda lagområdena och flaskhalsar för ytlig avledning som kartlades tidigare.

¹² DEFRA (2006): Flood risks to people – Phase 2: Methodology - technical report. Department for Environment, Food and Rural Affairs.



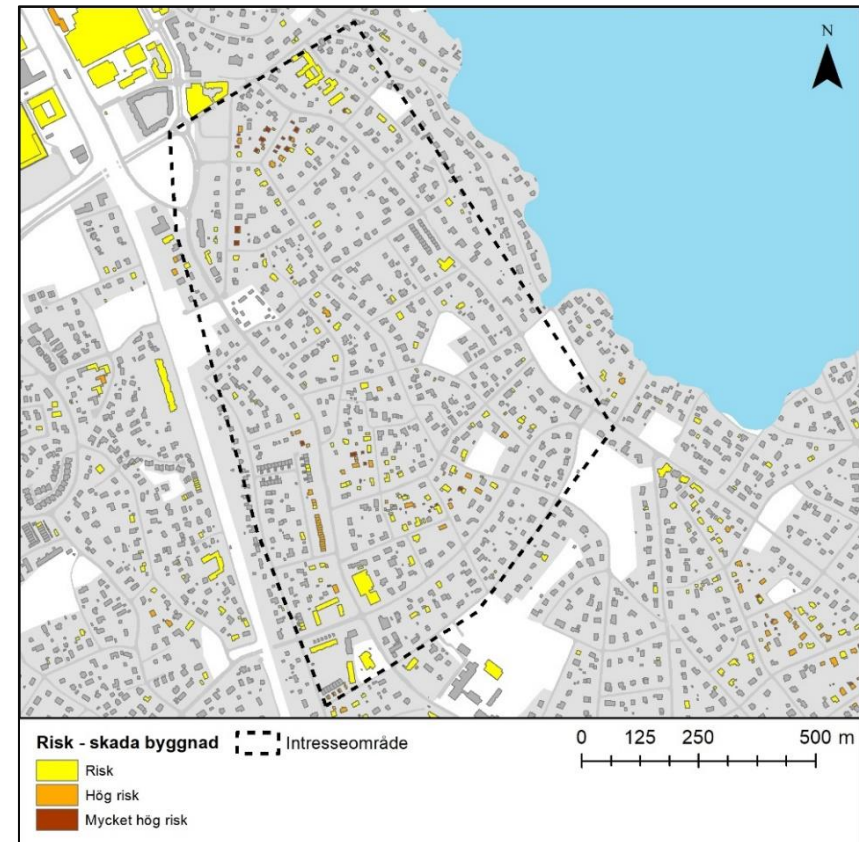
Figur 9: Kartfigur med samlad riskbild för konsekvenser som kan ses vid översvämnning från skyfall inom intresseområdet.

Risk för skador på den byggda miljön

Utifrån genomförd konsekvensanalys har byggnader som är särskilt utsatta för skaderisker identifierats (Figur 10). Skaderisken för byggnader har bedömts baserat på hur mycket vatten som står mot fasad (vattendjup) och därmed potentiellt kan tränga in och hur stor del av fasaden som påverkas.

En riskgradering har ansatts. Vid stora vattendjup och längs en betydande del av fasaden föreligger en högre sannolikhet att vatten tränger in och skadar inte bara byggnadens struktur utan även dess ytskikt och inventarier.

Inom intresseområdet har flera byggnader med hög skaderisk identifierats, särskilt i den södra delen av området. Den högsta koncentrationen av byggnader med "mycket hög risk" finns dock i den norra delen av området.



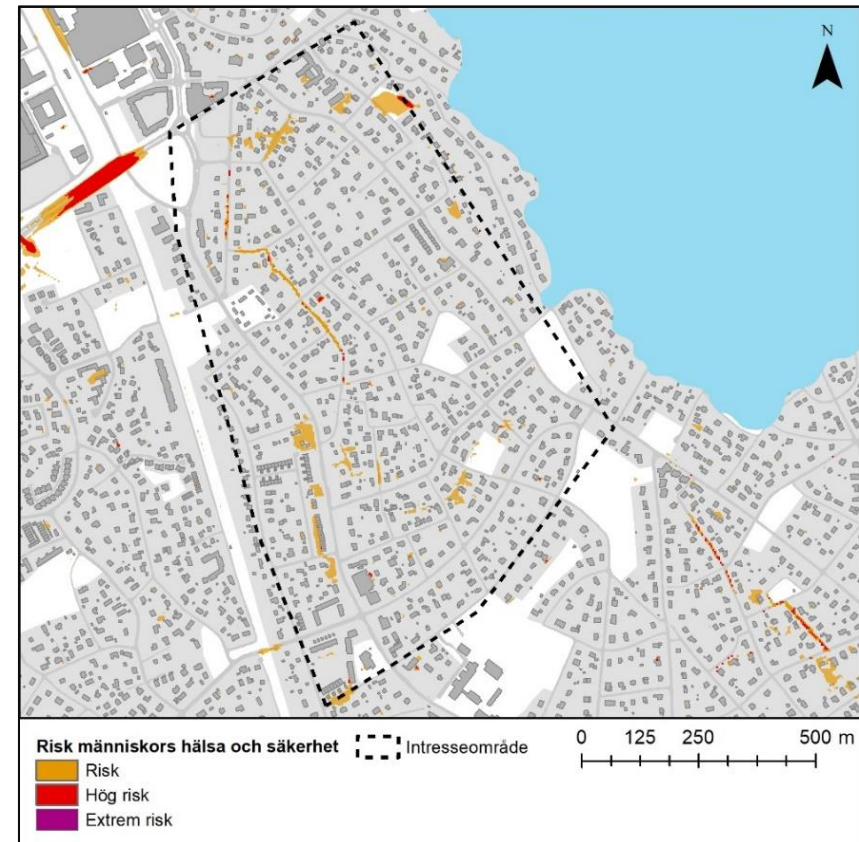
Figur 10: Risk för skada på byggnad inom intresseområdet.

Risk för människors hälsa och säkerhet

Risk för människors hälsa och säkerhet har bedömts genom att kombinera vattendjup och vattenhastighet. Två olika riskklasser ses inom intresseområdet, "risk" och "hög risk" (Figur 11). I klassen "risk" föreligger fara för vissa (exempelvis barn) och i "hög risk" föreligger fara för de flesta.

Vid vidare analys är det viktigt att också undersöka områdenas karaktär och deras dagliga användning. Om riskområden sammanfaller med verksamheter med barn eller andra mer utsatta grupper är det viktigt att ha en tydlig plan för att hantera skyfallsriskerna. Områden med tydlig risk för människors hälsa och säkerhet bör undvikas för planläggning av exempelvis förskolegårdar. Centrala frågor att adressera för att skydda människors säkerhet och hälsa vid skyfall är:

- Föreligger risker för människor?
- Kan varningssystem tillämpas för att informera människor i förväg?
- Är det möjligt att skapa skyfallsanläggningar som kan minska riskerna?

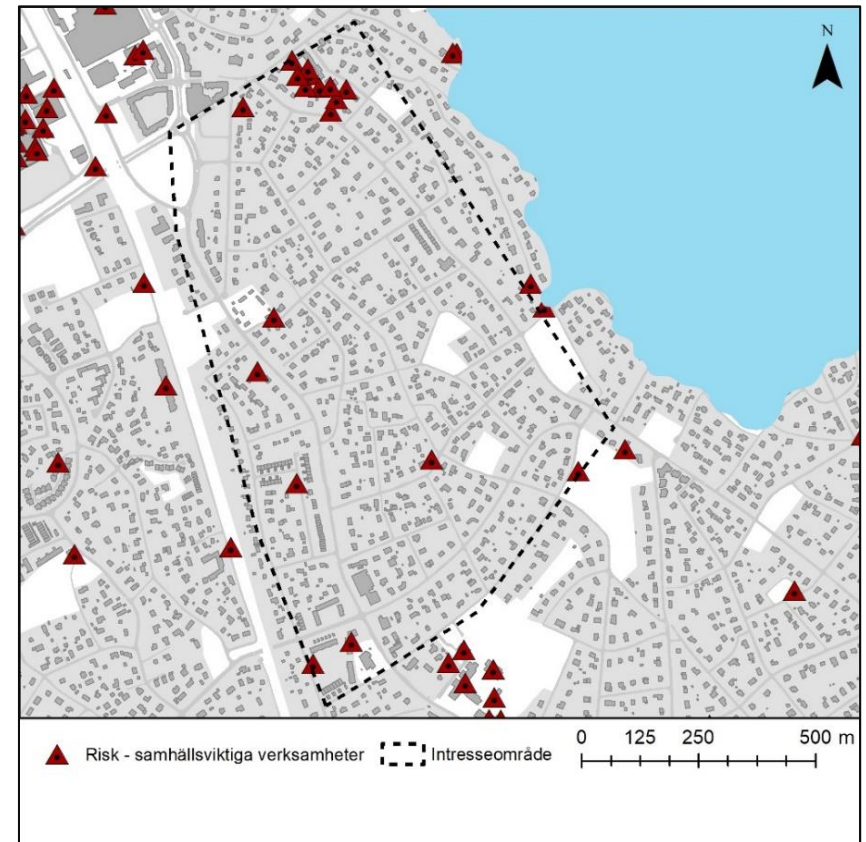


Figur 11: Analyserad risk för människors hälsa och säkerhet inom intresseområdet.

Påverkan på samhällsviktig verksamhet

Inom intresseområdet har flera verksamheter med samhällsviktiga funktioner identifierats med risk för översvämning (Figur 12).

Exempelvis inkluderar detta transformatorstationer som vid översvämning kan leda till strömavbrott i närbelägna områden. Dessutom påverkas flera förskolor som tillhandahåller en viktig funktion för samhällets grundläggande behov. Vid vidare analys är det viktigt att undersöka om och i vilken omfattning som verksamhetens funktion kommer att påverkas när byggnaden översvämmas.



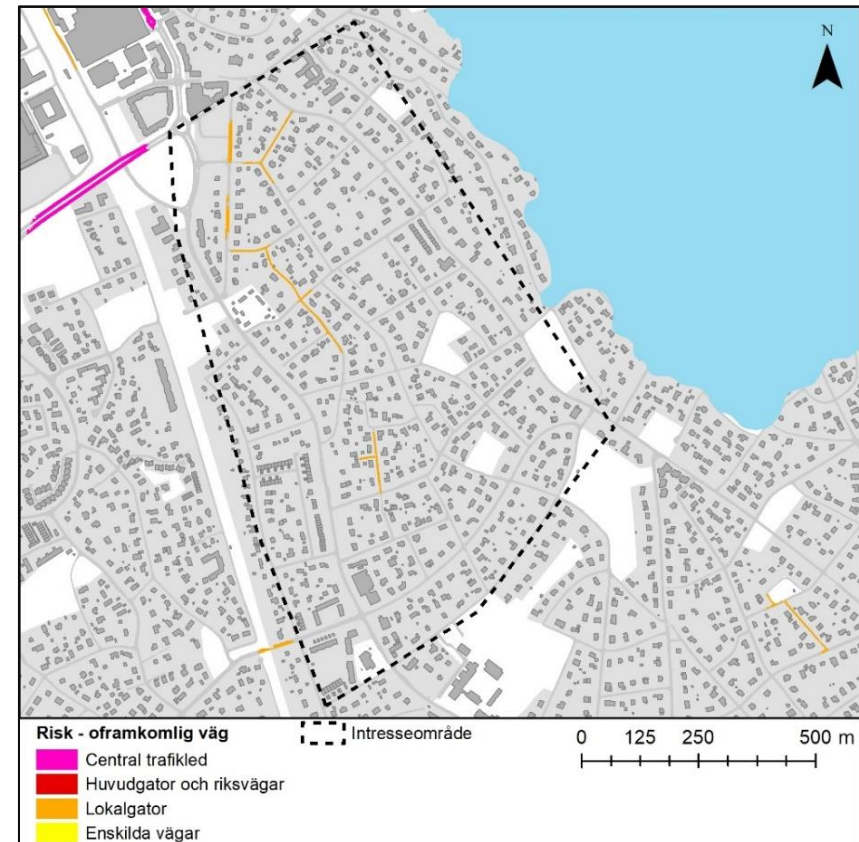
Figur 12: Analyserad risk för skador på samhällsviktiga verksamheter inom intresseområdet.

Reducerad framkomlighet

Inom intresseområdet ses ett antal vägsträckor med begränsad framkomlighet vid studerat skyfall (Figur 13).

Utifrån vägklasser framkommer det att det uteslutande är lokalgator som påverkas. Utifrån denna bild kan sedan vidare analyser göras av alternativa vägar fram till byggnaderna och vilka verksamheter eller kvarter som inte kan nås av blåljuspersonal.

Lokalgator betraktas oftast som mindre viktiga när det gäller att skyfallsanpassa tätorter. Däremot behöver framkomlighet och tillgänglighet säkras om något av dessa områden planläggs framöver.



Figur 13: Analyserad risk för reducerad framkomlighet inom intresseområdet.

Strukturplan för skyfall

En strukturplan för skyfall utgör ett geografiskt planeringsunderlag för hantering av översvämningsrisker inom ett avrinningsområde. Anläggningarna i strukturplanen utgörs av strukturella lösningar vilka syftar till att ta kontroll över vattnet och leda det till de områden som är mest lämpade för hantering. De ska därmed minska konsekvenser i befintlig såväl som framtida bebyggelse. Anläggningarna som identifieras kan både utgöras av nya ytor och stråk att etablera men även vara befintliga vars funktion idag är viktig att bevara.

I avsnittet nedan ges en vägledning till hur genomförda analyser kopplat till översvämning och konsekvenser vidareutvecklas till en strukturplan för skyfall. Metodiken visar hur resultaten från skyfallskarteringar kan användas för att analysera var de mest sårbara områdena/verksamheterna finns i tätorten, utifrån påverkan på bebyggelse, människors hälsa och säkerhet, samhällsviktig verksamhet och framkomlighet.

Strukturplanen för skyfall kan utformas för att utgöra ett underlag för två skyfallshanteringssyften:

- Peka ut viktiga stråk och ytor att ta hänsyn till vid framtida exploatering.
- Ta kontroll över det ytligt avrinnande vattnet för att minimera konsekvenserna av skyfallet på den bebyggda miljön.

Vid etablering av en strukturplan för skyfall bör det finnas en plan för hur den ska tillämpas i kommunens fortsatta klimatanpassning och arbete med att begränsa översvämningsrisker.

Beskrivning av åtgärdstyper

De åtgärder som är aktuella för att lösa skyfallsproblematiken delas in i två typanläggningar:

- Skyfallsled
- Skyfallsyta

Det kan finnas behov för styrningsanläggningar som komplement till ovan typanläggningar för att kontrollera vattnets väg. En styrning är en höjning av marknivån längs en kortare eller längre sträcka för att kontrollera vattenflödet. Styrning bedöms dock inte kunna avgöras i en översiktlig analys. För utplacering och utformning av styrningsåtgärder krävs verifiering genom modellering och/eller i samband med

detaljprojektering. Tills dess ingår styrningsåtgärder som en del i skyfallsleder eller skyfallsytor.

Skyfallsled

För att avleda skyfall används skyfallsleder. En skyfallsled är ett i kartan utpekad stråk där vatten kan avledas vid en skyfallshändelse. Ett exempel på en tillämpad skyfallsled kan vara sänkning av en vägprofil för att nå instängda områden och avvattna dessa. En skyfallsled kan även bestå av ett svackdike eller kanal/vattendrag, eller en kombination av dessa. De topografiska förutsättningarna är helt avgörande för att skapa en skyfallsled, men det är viktigt att säkerställa att konkurrens med annan kritisk markanvändning undviks. Prioriterade vägar samt vägar för utryckningsfordon ska exempelvis inte användas till skyfallsleder på ett sådant sätt att framkomligheten äventyras.

Skyfallsyta

En skyfallsyta är ett i kartan utpekad område där vatten från skyfall ska magasineras. Exempel på skyfallsytor kan vara lågpunkter i grönområden eller parker. Det är generellt sett stora volymer som behöver hanteras och skyfallsytor kan därför kräva stora ytor som behöver samordnas med annan markanvändning. I möjligaste mån bör skyfallsytor utgöras av öppna lösningar. Att anlägga underjordiska magasin för skyfall kan vara komplicerat och kostsamt, men inte uteslutet. Det är framför allt inom områden med höga exploateringsvärden som det kan vara lönsamt med underjordiska magasin om alternativet annars resulterar i att andelen exploateringsbar mark minskar.

Principer för typanläggningar

Huvudprincipen för val av anläggningstyp görs utifrån de hydrologiska förutsättningarna i varje enskilt delområde. Det finns ett antal generella principen att utgå från.

För en effektiv hantering av skyfall är det viktigt att arbetet sker ur ett avrinningsområdesperspektiv där de naturgivna förutsättningarna används för en optimerad markanvändning. Genomförd konsekvens- och översvämninganalys ger information om var skador och störningar blir som störst inom befintlig tätort samt var områden med låg konsekvens tillsammans med hantering av stora volymer och/eller flöden bidrar till att skydda befintlig tätort och framtida bebyggelse. Dessa sammanvägda analyser utgör underlag för att värdera och väga nyttan av skyfallsanläggningar mot kostnaden att inte göra något.

Platser högre upp i avrinningsområdet hanteras i första hand med magasinering på skyfallsytor, medan områden längre ner i avrinningsområdet i större utsträckning hanteras med avledning via

skyfallsled. Principen baseras på att det längre upp i avrinningsområdet finns större möjligheter att fördröja vatten för att minska risken att ett stort ackumulerat flöde byggs upp längs vattnets väg. Det är dock viktigt att förutsättningarna på platsen stämmer med denna princip och att det exempelvis finns fysiskt utrymme för att skapa magasinering i de högre belägna delavrinningsområdena. Det kan dessutom finnas ett fortsatt behov av platser som får lov att översvämmas längre nedströms i avrinningsområdet.

Områdets karaktär och dess placering avgör huvudinriktningen på anläggningarna i form av magasinering respektive avledning.

Den bästa lösningen är sällan en anläggning just där problemen uppstår. Anläggningar i uppströms liggande områden kan i många fall fördröja och förhindra vatten från att nå sårbara områden. Ibland kan det också vara lämpligt med anläggningar som ger ökad avledning via befintliga avrinningsvägar.

Ett skyfall, där det dagvattenförande systemet överbelastas, inträffar sällan. Det ytliga systemet för att ta hand om skyfallsvatten bör därför ha ytterligare funktioner. I vissa fall kan samordning med dagvattenhantering vara ett alternativ, men i andra fall behöver multifunktionalitet skapas i form av trafiklösningar, rekreations- och grönområden eller annan markanvändning.

För att bättre kontrollera flödesriktningar samt minska behovet av flödeskapacitet i skyfallslederna och volymbehovet i skyfallsytorna kan flera anläggningar kombineras till sammanhängande i åtgärdskedjor med beroende sinsemellan.

Generella aspekter vid framtagande av en strukturplan

Kartlägg skyfallsförutsättningar för intresseområdet

En sammanvägd bild av intresseområdet tas fram utifrån genomförda modelleringar, översvåmningsanalyser och konsekvensanalyser. Utifrån delavrinningsområdesperspektiv kartläggs förutsättningar och större vattendjup, flödesstråk och utpekad risk för konsekvenser identifieras och sammanvägs med tänkta exploateringsplaner.

Bedöm naturgivna förutsättningar

Med en samlad bild av de utmaningar, behov och möjligheter som finns inom det specifika området, analyseras var skyfallsanläggningar kan behövas och hur de kan påverka situationen. På så sätt är det möjligt att

bedöma var anläggningar kommer att behövas mest, vilken effekt de kommer att ha och om de är praktiskt möjliga att genomföra.

För analysen rekommenderas att höjdförutsättningar, jordartsförhållanden, styrande infrastruktur samt rådighet och markanvändning studeras. Exempelvis kan då anläggningar som innebär sprängning i urberg, skyfallsanläggningar som innebär höjdförändringar på flera meter eller behov av att bygga om motorväg prioriteras bort till förmån för mer genomförbara alternativ.

Viktiga ytor och stråk att bevara/förstärka samt anlägga

Baserat på de tidigare analyserna föreslås skyfallsytor och skyfallsleder som svarar mot någon av nedan behov och funktion:

- **Bevaras:** Ytor och leder för skyfallshantering är viktiga idag och behöver skyddas från att byggas bort i stadsplaneringen.
- **Förstärkas:** Ytor och leder finns idag men behöver ses över för att hantera skyfall mer effektivt. Det kan innebära att höja marken längs vissa sträckor för att styra vattenflöden längs utpekade skyfallsleder eller att skapa dammar för att hantera stora vattenmängder på skyfallsytor.
- **Anläggas:** Ytor och leder behöver skapas inom helt nya områden för att bättre hantera skyfall. Denna typ av anläggningar föreslås främst i områden där konsekvenserna är stora eller där det finns instängda områden.

För att göra strukturplanen användbar är det viktigt att definiera de mest prioriterade anläggningarna och beskriva vilka typer av ingrepp som krävs för att uppnå önskad effekt för anläggningens tänkta funktion. Även om det är en övergripande strukturplan, bör den innehålla tillräcklig detaljnivå för att ge en övergripande bild av skyfallshanteringen.

Utvärdera effekt av strukturplan

Principerna för strukturplansåtgärder kan studeras i en skyfallsmodell utan koppling till ledningsnätet. För att bestämma de specifika nivåerna, volymerna och flödena som krävs för de föreslagna anläggningarna, behövs en åtgärdsstudie där systemet utvärderas med hjälp av en mer detaljerad skyfallsmodell. Det är då nödvändigt med en kopplad skyfallsmodell som kan ge en detaljerad beskrivning av markytan och ledningsnätet samt dynamiken dem emellan. Detta är viktigt för att säkerställa att de dimensioneringskriterier som tas fram har tillräcklig trovärdighet.

Strukturplanens samordning med övrig vattenhantering och klimatanpassning

Strukturplanen bör samordnas med annan vattenhantering och klimatanpassning inom kommunen. Genom samordningen kan strukturplanen förankras och vara vägledande i flera relevanta delar av samhällsbyggnadsprocessen. I arbetet behöver hänsyn tas till sannolika och osannolika händelser, exempelvis höga vattenstånd i hav/vattendrag och höga grundvattennivåer, samt till anläggningar för att hantera sådana händelser. Detta för att anläggningar ska kunna samexistera och deras utformningar inte ska försämrade eller omöjliggöra för varandra. Ett exempel på detta är högvattenvallar som utformas för att skydda från översvämning från vattendrag eller hav, samtidigt som avrinning från land vid skyfall behöver vara möjligt. Strategiska dokument som kan vara lämpliga att samordna med strukturplanen för vatten är grön- och blåstrukturplaner, klimatanpassningsplaner samt vattentjänstplaner.

Även samordning med frågor som rör dagvattenhantering behövs i många fall. En dagvattenanläggning utformas efter VA-huvudmannens ansvar och behov och syftar till att rena och fördröja så kallade vardagsregn, medan skyfallsanläggningar utformas för att reducera översvämningens risker vid kraftigt regn där dagvattenanläggningen redan är full. I vissa fall kan en skyfallsanläggning utformas som en dagvattenanläggning med extra säkerhet, men det är viktigt att de snabba förlopp och stora flöden som ofta är en följd av ett skyfall beaktas i de fall traditionella dagvattenåtgärder är tänkta att hantera risker till följd av ett skyfall. En bedömning av eventuella fördelar eller konflikter med hänsyn till dagvattenhantering vid vanliga regn behöver alltid göras om åtgärder samordnas.

Strukturplan – pilotstudie

En strukturplan för intresseområdet har tagits fram enligt ovan beskrivning. Resultaterande strukturplan presenteras i Figur 14 och motivering till framtagna strukturplansanläggningar presenteras nedan.

Övergripande strukturplan

För instängda lågområden inom vilka påtagliga konsekvenser har identifierats har skyfallsleder föreslagits som punkterar de instängda lågområdena. Skyfallslederna korsar i de flesta fall de flaskhalsar som pekats ut och strävar efter att skapa funktionen av en naturlig flödesväg ned mot recipient. För att minska flödeskapaciteten för skyfallsleder har skyfallsytor pekats ut med bevarande-/förstärkningskaraktär samt för

nyanläggning. Strukturplanen föreslår en sammanhängande åtgärdskedja där det finns ett beroende mellan varje delanläggning ned till utlopp mot recipient

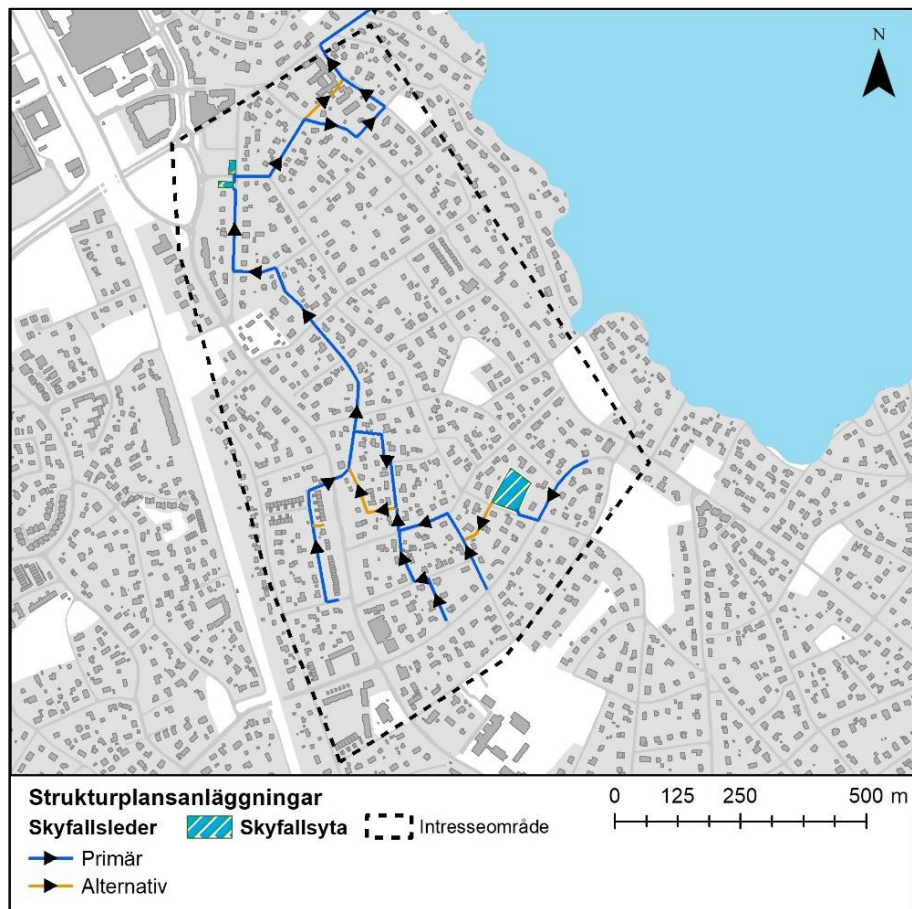
Uppströms område

I uppströms områden har en bevarandevärd skyfallsyta pekats ut där det även bedöms finnas möjligheter till att utöka den fördröjande kapaciteten. För uppströms område har även flera skyfallsleder pekats ut. Genom skyfallslederna kan rinnstråk koncentreras, för att på så sätt minska översvämningsrisk för befintlig bebyggelse. En skyfallsled har pekats ut mot utpekad skyfallsyta medan övriga löper samman till ett gemensamt huvudstråk som rinner vidare norrut. Inom området har två alternativa skyfallsleder pekats ut vilka kännetecknas av avledning över flera privata fastigheter. De alternativa lederna ses som viktiga att eftersträva för en robust strukturplan men samtidigt som väldigt svåra att säkerställa då kommunen ej har rådighet.

Nedströms område

Skyfallsleder som stärker nuvarande funktion samt punkterar lågpunkter och undviker flaskhalsar har pekats ut. Två mindre skyfallsytor som erbjuder fördröjning och reducerat flödesbehov på nedströms skyfallsleder har pekats ut på kommunal och planlagd privat mark. För att skydda förskoleverksamhet samt förhöjd risk för hälsa och säkerhet har en skyfallsled som löper runt kvarteret med förskolan föreslagits. En alternativ skyfallsled som korsar förskolan har inkluderats. Den alternativa flödesvägen har bättre topografiska förutsättningar och om denna flödesväg kan skapas utan risk för negativa konsekvenser kan den utgöra ett bättre alternativ än den primära skyfallsleden.

STRUKTURPLAN FÖR SKYFALL



Figur 14: Exempel på strukturplan för skyfall inom intresseområdet.

Strukturplan för skyfall i detaljplanearbete

Strukturplanen tjänar som underlag för skyfallshantering i den fysiska planeringen och kan med fördel användas i tidigt skede, till exempel inom översiktsplaneringen.

I samband med att en detaljplan upprättas ska ny bebyggelse planeras så att genomförandet av detaljplanen inte medför att bebyggelsen inom planområdet tar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn eller medför skada på bebyggelsen utanför detaljplaneområdet. En strukturplan kan användas inom detaljplanearbete genom att visa vilka risker som finns samt peka ut lämpliga platser för åtgärder.

För att kunna bedöma om en detaljplan är lämplig med hänsyn till risken för översvämning vid skyfall behöver riskerna analyseras. Ofta behövs en hydraulisk modellering som kan visa hur den planerade bebyggelsen påverkas vid skyfall och om genomförandet av detaljplanen medför en ökad översvämningsrisk för kringliggande områden.

När en detaljplan tas fram behöver följande klarläggas, både för nuvarande situation och med tanke på den planerade exploateringen:

- Flöden in och ut från planområdet
- Översvämningsnivåer inom och runt planområdet
- Framkomlighet inom och till planområdet

Därefter kan beskriven arbetsmetod i kunskapsstödet följas för att både bedöma översvämningsrisken inom planområdet, motivera skyfallsanpassning samt på bästa sätt ta fram och utforma skyfallsanläggningar för att utforma den bästa hanteringen för delavrinningsområdet sett till effekt, ytanspråk och ingrepp.

Översvämningsanalysen ger en bild över vilken översvämningsproblematik som finns i området idag. Utifrån resultaten i en hydraulisk modell är det möjligt att studera vattendjup samt flödes hastigheter kring och inom planen. Flödet kan ha en stor inverkan på vilka åtgärder som går att genomföra och ifall det går att leda mer vatten till specifika områden.

Konsekvensanalysen visar vilka risker för människor, byggnader och vägar som kan uppstå vid en översvämning. Kombinerat med översvämningsanalysen rekommenderas att konsekvensanalysen utgör en grund för en första bedömning av de förutsättningar som gäller för

detaljplanen, de behov av översvämningshantering som finns samt de kostnader som kan krävas för att vidta åtgärder för att marken ska bli lämplig med hänsyn till översvämningensrisken.

Strukturplanen för skyfall kan användas för att knyta ihop den övergripande skyfallsanpassningen med detaljplanens behov av åtgärder. Det finns därmed möjlighet att samordna planförslag för att förbättra skyfallshanteringen för området i stort. Strukturplanen kan även peka på behov att, om möjligt, utöka detaljplanens utredningsområde. Generellt sett är det viktigt att undvika att detaljplanen är beroende av framtida åtgärder som sker utanför planområdet.

Det är viktigt att den övergripande funktion av strukturplanen säkerställs och att strukturplanen uppdateras med ändringarna om detaljplanen innebär att översvämningensrisken påverkas.

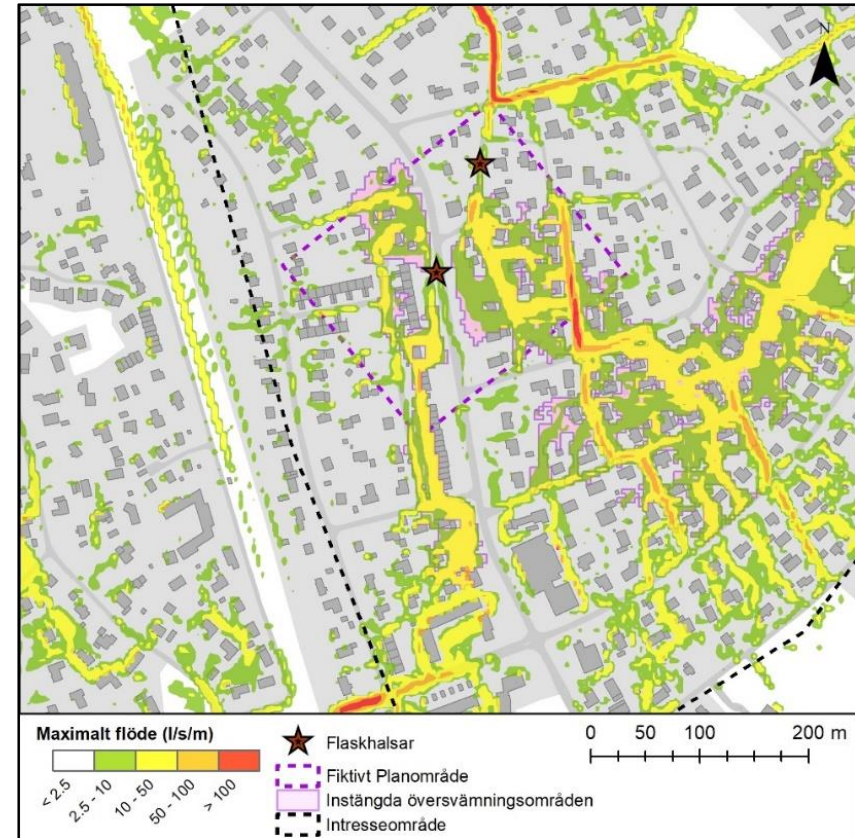
Detaljplan – Tillämpningsexempel för pilotstudie

Exempel på tillämpning av strukturplan för skyfall i en detaljplan har gjorts inom tidigare definierat intresseområde. Detaljplanen är fiktiv och vald i syfte att exemplifiera nyttan med en strukturplan och övriga analyssteg i samband med detaljplaneprocessen.

Översvämningsanalys

De avgörande aspekterna för utformningen av planen utifrån risken för översvämning från skyfall är att det finns större instängda översvämningsområden inom planområdet. Då genomförandet av planen ej får medföra försämring för kringliggande områden utifrån risken för översvämning behöver dessa skyfallsvolymer behållas inom planområdet. Detta kommer att kräva stora friytor utan bebyggelse, alternativt omfattande underjordiska magasineringsåtgärder. Det kan därför vara fördelaktigt att utöka planområdet så att området kan användas för både ny bebyggelse och infrastruktur samtidigt som det finns plats för hantering av skyfall.

Inom det nuvarande planområdet finns det två flödesvägar in i planområdet söderifrån och två flaskhalsar inom planområdet (Figur 15). Flaskhalsarna utgörs av lokala höjder som skapar instängda områden som översvämmas.



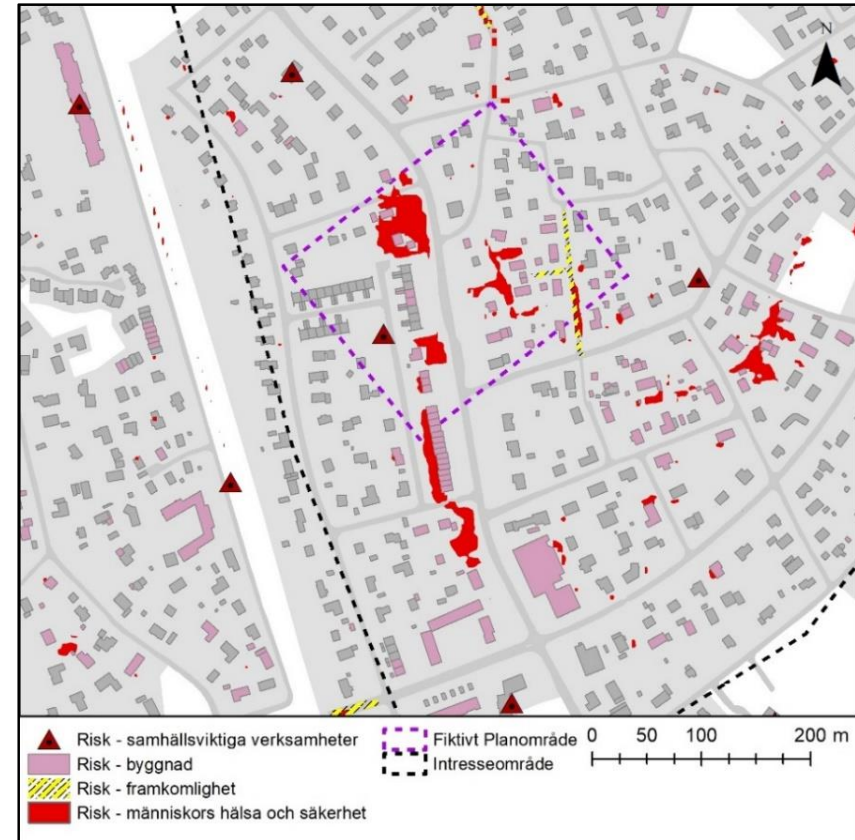
Figur 15: Resultater från översvämningsanalys för det fiktiva planområdet.

Konsekvensanalys

Vid ett klimatanpassat 100-årsregn uppstår ett flertal konsekvenser inom planområdet (Figur 16):

- Översvämningsrisker ses för byggnader.
- Framkomligheten på vissa vägar hindras.
- En riskutsatt transformatorstation återfinns.
- Risk för människors hälsa och säkerhet påvisas.

Samtliga delar utgör aspekter att beakta i samband med planering av en ny bebyggelsestruktur. Planen behöver modifieras så att byggnader och framkomlighet inom planen säkras från konsekvenserna av en översvämning. För en samhällsviktig funktion som är riskutsatt kan större säkerhetsmarginaler behövas.



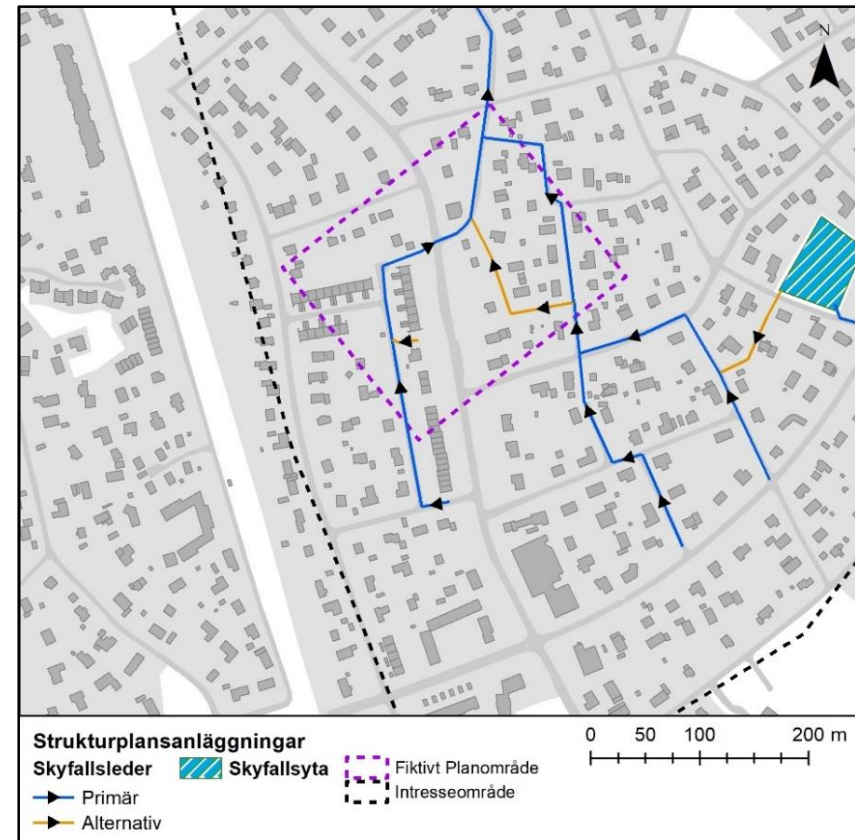
Figur 16: Resultande lager från konsekvensanalys för det fiktiva planområdet.

Strukturplan för skyfall

För detaljplanen återfinns primära skyfallsleder samt en sekundär skyfallsled att förhålla sig till (Figur 17). Skyfallslederna sammanfaller väl med de betydande flödesvägar och flaskhalsar som kartlagts. Skyfallslederna syftar till att koncentrera rinnstråk till ett gemensamt huvudstråk som rinner vidare norrut ut ur planområdet. Vid en detaljplan som påverkar höjdsättning och markanvändning inom området bör alternativ och primär skyfallsled utvärderas på nytt och en justering av dessa klassningar kan vara motiverad.

Inom planområdet behöver utrymme finnas för de skyfallsvolymer motsvarande de som ställer sig där idag. Stora skyfallsytor kommer behövas vilka bör anpassas för att kunna ansluta mot föreslagna skyfallsleder. Vid anläggning av skyfallsytor inom detaljplanen bör den övergripande strukturplanen för skyfall uppdateras med dessa.

Strukturplanen för skyfall tydliggör att det skulle vara fördelaktigt om kommunen kunde utöka planområdet för att kunna säkra tillräckligt stor exploaterbar mark samtidigt som det finns plats för hantering av skyfall.



Figur 17: Framtagen strukturplan för skyfall i området för det fiktiva planområdet.

Referenser

- Boverket (2022): PBL kunskapsbanken – en handbok om plan- och bygglagen. Klimatrisker i översiktsplanering.
https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo_klimat/klimatrisker/.
- Boverket (2022): PBL kunskapsbanken – en handbok om plan- och bygglagen. Stöd till Länsstyrelsen vid riskbedömning.
https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvammning/riskbedomning/.
- DEFRA (2006): Flood risks to people – Phase 2: Methodology – technical report. Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län (2018): Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering. Fakta 2018:5.
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1b1d393819324610c3748850/1732516005067/Rekommendationer%20f%C3%B6r%20hantering%20av%20%C3%B6versv%C3%A4mning%20till%20f%C3%B6lj%20av%20skyfall.pdf>.
- Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län (2021): Klimatrelaterade risker i översiktsplanering – Metodstöd. Rapportnr 2021:3.
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1b1d393819324610c37486a8/1732515810003/Klimatrelaterade%20risker%20i%20%C3%B6versiktsplanering%20-%20metodst%C3%B6d.pdf>.
- MSB (2017): Vägledning för skyfallskartering.
<https://www.msb.se/sv/publikationer/vagledning-for-skyfallskartering--tips-for-genomforande-och-exempel-paanvandning/>.
- MSB (2023): Identifiera samhällsviktig verksamhet.
<https://www.msb.se/sv/amnesomraden/krisberedskap--civiltforsvar/samhallsviktig-verksamhet/identifiera-samhallsviktig-verksamhet/>.
- MSB (2023): Vägledning om metod för skyfallskartering av tätorter. MSB2260 – november 2023.
<https://www.msb.se/sv/publikationer/metod-for-skyfallskartering-av-tatorter--vagledning/>.

Svensk Försäkring (2023): Naturorsakade försäkringskadorna i Sverige 2015–2022 - Antal och kostnader per kommun. Svensk Försäkrings rapportserie 2023:1.

Trafikverket (2021): Dataproduktspecifikation - Det svenska vägnätet.
https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Dataproduktspecifikationer/V%C3%A4gdataprodukter/DPS_CD/1085Det_svenska_v%C3%A4gn%C3%A4tet.pdf.



Länsstyrelsen
Stockholm