



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap**

Strategisk planering för anpassning till förändrad nederbörd i svenska städer

Strategic planning for adaptation to altered precipitation patterns in Swedish cities

Ida-Maria Lundström

Självständigt arbete • 15 hp
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2015

Strategisk planering för anpassning till förändrad nederbörd i svenska städer

Strategic planning for adaptation to altered precipitation patterns in Swedish cities

Ida-Maria Lundström

Handledare: Mats Gyllin, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

Examinator: Tim Delshammar, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Pluviala översvämningar, klimatförändringar, ökad nederbörd, stadsmiljö, planeringsverktyg, hållbar dagvattenhantering

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammandrag

Denna uppsats fokuserar på hur planeringen i Sverige ser ut för att hantera en ökad nederbörd.

Klimatet förändras världen över och temperaturerna stiger. Ett förändrat klimat leder till fler intensiva regn och perioder av torka och översvämning. Urbana miljöer är byggda på ett sätt som ökar risken för översvämning vid kraftiga regn. Vattnets naturliga kretslopp är utbytt mot ett konstruerat system som snabbt leder undan vattnet till reningsverk och recipienter. Konsekvenserna av ett skyfall blir större i urbana miljöer än mark och kan innebära stora värdeförluster.

Synen på hur översvämningensrisken bör hanteras har gått från användning av olika översvämningsskydd, till att handla om att med gröna och blåa strukturer ge plats åt stadens vatten. För att på ett långsiktigt och hållbart sätt hantera en ökad nederbörd behöver dagvattensystemet avlastas genom anpassningsåtgärder som mer liknar naturens sätt att hantera vatten. Uppsatsen ger en introducerande översiktlig bild av hur arbetet med att utveckla hållbar dagvattenhantering ser ut i dag, främst ur ett nationellt perspektiv.

Abstract

This study focuses on how the planning to cope with extreme rainfall in urban environments is today.

The climate is changing worldwide. A warmer climate leads to changes in water flow with increased and more intense precipitation, which leads to periods of drought and flooding. The construction of urban environments increases the risk of flooding during heavy rain. The natural water cycle is replaced with an engineered system that as quickly as possible leads the water to the sewage treatment plants and receiving waters. The consequences of a heavy rain will be greater than on natural land and could mean great loss of value.

The view of how the risk of flooding should be managed have gone from the use of different flood protection, towards the use of green and blue structures to make space for water structures in the city. The aim is to manage the water in a more natural way. This essay is an introduction and overview of how the work to develop sustainable storm water management is today, mainly from a national perspective.

Förord

Detta är den avslutande kursen av tredje året på Landskapsarkitektprogrammet vid SLU Alnarp. Som blivande landskapsarkitekt ser jag en utmaning i att sträva mot hållbara samhällen som klarar av förändringar. Jag har under utbildningens gång intresserat mig för vilka effekter klimatförändringarna kommer att ha på människans livsmiljö och hur den fysiska planeringen av våra städer behöver ändras därefter. Denna uppsats har varit en undersökande process där jag fått en vidare inblick i hur städer arbetar och kan arbeta med att utveckla en bättre beredskap för ökad nederbörd.

Ida-Maria Lundström

Innehållsförteckning

Sammandrag

Abstract

Förord

1. Inledning	7
Bakgrund	7
<i>Klimat i förändring</i>	7
<i>Samhällsberedskap inför förändrat klimat</i>	8
<i>Om översvämningar</i>	8
<i>Den urbana dagvattenhanteringen</i>	9
<i>Riskhantering</i>	11
Mål och syfte	12
Frågeställningar	12
Material och metod	12
Avgränsningar	13
2. Översvämningshantering i Sverige	14
Ansvarsfördelning	14
Översiktsplanen	15
Detaljplanen	16
Dagvattensstrategier	16
Anpassningsplan	17
3. Metoder och strategier för hållbar dagvattenhantering	17
Hållbar dagvattenhantering	18
Blågröna strukturer för en integrerad dagvattenhantering	20
Adaption Support Tool (AST)	21
Egenskaper hos den byggda miljön påverkar val av åtgärder	21
Blågrön forskning – en tvärvetenskaplig fråga	22
4. Diskussion	24
Avslutande reflektion	25
5. Referenser	26
Figurförteckning	27

1. Inledning

Bakgrund

En översvämning kan inträffa som följd av höjda nivåer i hav och ökade flöden i vattendrag såväl som av stora mängder regn. I denna uppsats har jag valt att fokusera på urbana översvämningar orsakade av regn, så kallade pluviala översvämningar. Jag har också inriktat mig mot den strategiskt långsiktiga planeringen för att hantera översvänningsriskerna.

Översvämningar i städer är idag ett globalt och växande problem som beror på att vädret förändras mot en ökad och framförallt intensivare nederbörd som utmanar det urbana landskapets förmåga att hantera stora vattenmängder på kort tid. Samtidigt har vi en positiv befolkningstillväxt och en pågående urbanisering som leder till en ökad andel hårdgjorda ytor i städerna. I det konstruerade stadslandskapet är naturens sätt att hantera vatten till stor del ersatt av hårda strukturer som avloppssystem, kulvertar etc.

Min nyfikenhet inför hur städer på ett hållbart sätt kan arbeta mot att bättre klara av skyfall utan stora värdeförluster har fått avgöra mitt val av uppsatsämne. Som blivande landskapsarkitekt ser jag en nytta i att besitta kunskaper om hur det strategiska arbetet för att hantera översvämningar i bebyggda områden bedrivs, och inte minst hur arbetet kan utvecklas.

Klimat i förändring

Klimatet förändras världen över och den globala uppvärmningen fortsätter. Ett varmare klimat leder till ändrade vattenflöden som ökad nederbörd fördelad på färre tillfällen, med perioder av torka och översvämning som följd (Länsstyrelserna, 2012).

Förändringar i nederbördsmonster är en pågående process. Mycket sannolikt kommer det bli en ökad förekomst av skyfall med ökad intensitet och/eller mängd över de flesta landområden. Det bedöms också vara troligt med längre och mer intensiva perioder av torka. Havsnivån beräknas fortsätta stiga under 2000-talet, mycket sannolikt med en högre hastighet än den som observerats under perioden 1971-2010 (Naturvårdsverket, 2013).

”Uppvärmningen av klimatsystemet är otvetydig och många av de observerade förändringarna sedan 1950-talet har inte förekommit under de senaste tiotals till tusentals åren. Atmosfären och världshavet har blivit varmare, mängden snö och is har minskat, havsnivåerna har stigit och halten av växthusgaser har ökat”
(Naturvårdsverket, 2013, s. 12)

IPCC:s Fifth Assessment Report visar att den globala medeltemperaturen enligt de flesta scenarier sannolikt kommer att överstiga 1,5 grader i slutet av 2000-talet jämfört med perioden 1850-1900. Uppvärmningen av det arktiska området kommer att vara större än den genomsnittliga uppvärmningen. Högst troligt kommer också den genomsnittliga uppvärmningen över land vara större än över hav (Naturvårdsverket, 2013).

Samhällsberedskap inför förändrat klimat

Det har konstaterats att klimatförändringarna är en realitet och att oavsett vilka åtgärder som vidtas kommer de att fortgå. Samhällets sårbarhet beror dels på hur stora förändringarna blir, på hur planeringen ser ut och på vilken samhällsberedskap som finns. För att bygga upp en god beredskap och utveckla anpassningsåtgärder behövs en fortsatt kunskapsutveckling i ämnet (SOU 2007:60, s. 103-4).

SMHI:s klimatmodelleringsenhet Rossby Centre har presenterat tänkbara scenarier där Sveriges årsmedelstemperatur ökar med mellan 2,5 och 6 grader fram till och med perioden 2071-2100, jämfört med referensperioden 1961-1990. Ökningen blir störst vintertid eftersom att högre temperaturer leder till en väsentlig minskning av snömängden, som i sin tur höjer temperaturen ytterligare. Av samma anledning får norrlandskusten och Svealand den största temperaturökningen vintertid. Sommartid väntas ökningen bli störst i de sydligare delarna av landet (Länsstyrelserna, 2012).

Under det närmaste seklet förväntas den totala nederbörden öka med mellan 10-20 procent med stora variationer mellan olika år och decennier. Största ökningen kommer att vara under vintern i hela landet. Sommartid kommer det södra Sverige att totalt regna mindre och mer sällan, men när det väl händer blir det kraftiga skurar, medan det norr kommer regna både mer och oftare under sommaren. Extremnederbörden (uttryckt som mängden nederbörd under ett dygn) förväntas öka. Avrinningen kommer att öka i hela Sverige men med stora regionala skillnader som varierar mellan 5-25 procent (Länsstyrelserna, 2012).

Utbredningen av landets snötäcke kommer minska, liksom snödjupet där snön ändå kommer finnas kvar. Vårfloden kommer att minska, förutom längst i norr, och kan komma att försvinna helt i de södra och östra delarna. Avrinningen minskar sommartid. Istället uppstår höga vinterflöden med regn istället för snö. Problem med översvämningar förväntas öka i samband med skyfall i hela landet, dock framförallt i landets västra delar (Länsstyrelserna, 2012).

Om översvämningar

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap definierar översvämningar som följer:

”Med översvämning menas att vatten täcker ytor utanför den normala gränsen för sjö, vattendrag eller hav.”

(MSB:s hemsida)

Översvämningar i urbana områden är en allvarlig och växande utmaning som ökat markant under de senaste tjugo åren. Översvämningar kan inträffa vid floder, vid kustområden, av höjda grundvattennivåer och av artificiella systemfel. Effekterna och konsekvenserna av klimatförändringarna blir större i urbana miljöer än på naturmark på grund av en betydligt högre koncentration hårdgjorda ytor och material som byggnader och markbeläggningar utgör. Att den socio-ekonomiska betydelsen ökar i en urban miljö gör det än viktigare att förbättra städernas resiliens (Jha et al, 2011).

Förekomsten av översvämningar är den mest frekventa av alla naturkatastrofer. Det är ett globalt fenomen som orsakar omfattande förödelse, ekonomiska skador och förlust av människoliv. Orsakerna utgör en komplex kombination av meteorologiska och hydrologiska ytterligheter, som flöden och extrema nederbörds mängder. Mänsklig aktivitet som oplanerad tillväxt och utveckling i översvämningssområden har också en stor påverkan. För att hantera framtida risker krävs stora insatser från beslutsfattare. I utvecklingsländer med städer som snabbt expanderar utgör urbana översvämningar en särskilt stor risk (Jha et al, 2011).

Huruvida en översvämning är ett problem eller inte bestäms av om vattnet orsakar en värdeförlust. Översvämningar på grönytor utgör sällan en värdeförlust medan ett översvämmat villaområde kan drabbas hårt. Att minska omfattningen av översvämningsskador kan till exempel göras genom att få själva översvämningen att bli mindre utbredd, genom att styra vilka områden som översvämmas, att varna vid risker och att ha god samhällsberedskap för hur en översvämning ska hanteras. De konsekvenser som blir av en översvämning beror på vilka förebyggande åtgärder som gjorts. En översvämning i stadsmiljö startar när dagvattensystemets avbördningskapacitet överskridits och vattnet samlas i lågpunkter. Ytavrinningen kan förvärra situationen genom att transportkapaciteten i dagvattensystemen försämras av skräp, löv etc., som transporteras och orsakar stopp i trummor och rännstensbrunnar (MSB, 2013).

För att öka städers förmåga att klara av extrema väderhändelser är det viktigt att kombinera grönstruktur med blå strukturer. En förbättrad lagringskapacitet under perioder av mycket överskottsvatten gör det möjligt att hantera perioder av torka och hot om vattenbrist (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Den urbana dagvattenhanteringen

Samtidigt som klimatet förändras ökar världens befolkning och tillväxten är som störst i stadsområden, vilket gör att urbaniseringen har en accelererande framfart. Vid sekelskiftet utgjorde den totala ytan bebyggd mark cirka 400 000 km², en siffra som till år 2030 förväntas vara 2,5 gånger större. Till år 2050 förväntas hela 67 procent av jorden bo i städer, en ökning med cirka 15 procent från idag (Voskamp & Van de Ven, 2015).

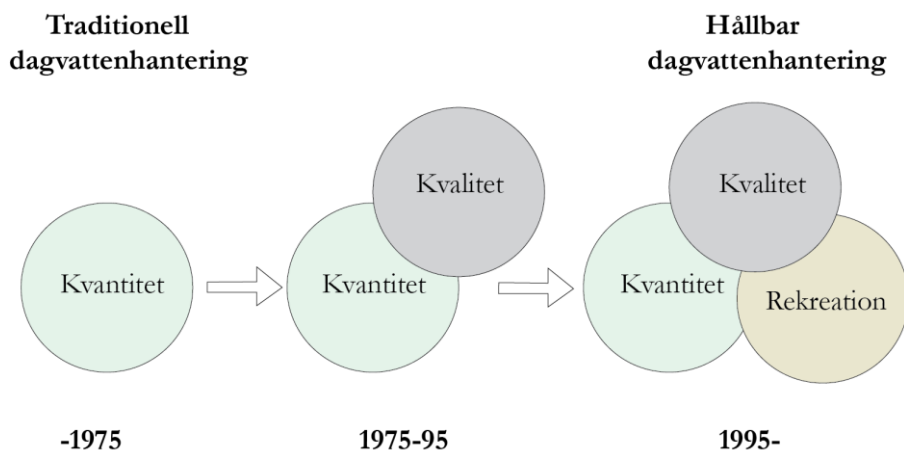
I och med urbaniseringen i Sverige ökade de hårdgjorda ytorna i städerna och ett behov växte fram av att på ett nytt sätt leda bort regnvatten, och slutna ledningssystem anordnades. Fram till 1950 användes huvudsakligen kombinerade avloppssystem. Som följd av att regnvatten via avloppssystem snabbt leds till vattendrag eller ledningsverk blir flödesförloppet större och snabbare än i naturmarker (Lönngren, 2000). För att skydda lågt liggande bebyggelse vid kraftig nederbörd har bräddavlopp använts. Dessa system är ofta centrerade till städers äldre bebyggelseområden, och innebär översvämningssrisker för lågt belägna källare. Från 50-talet och framåt har duplikatsystemen dominerat där spill- och dagvatten avleds i skilda system och ansluts av höjdskal till den lägst belägna spillvattenledningen (MSB, 2013).

Ett avloppsnät består således av spillvattenförande och dagvattenförande ledningar. Ett *kombinerat system* avleder spill-, dag- och dräneringsvatten i en gemensam ledning. Bräddavlopp ingår för att skydda låg bebyggelse vid större nederbörd. Ett *duplikat system* hanterar spill- och dagvatten i olika ledningar och dräneringsvattnets leds till något av de två. I ett *separat system* tas

dagvattnet omhand lokalt eller i diken, medan spillvattnet avleds i en enskild ledning och dräneringsvattnet avleds i en annan ledning eller ihop med dagvattnet. Det separata avloppssystemet började användas i villaområden under början av 1900-talet och kan ses som en föregångare till det som idag går under benämningen långsiktigt hållbar dagvattenhantering (SOU 2007:60, s. 324).

När ett markområde bebyggs förändras den naturliga vattenbalansen i grunden. Ytvavrinningen ökar i volym och intensitet så att den största delen, 80-90%, av årsnederbörden i ett högexploaterat område rinner av i ett snabbt förlopp, jämfört med 30-50% i ett naturligt område. Infiltrationen minskar drastiskt och grundvattennivån sänks. Avloppssystem, cementstrukturer och pumpstationer tenderar att vara effektiva men monofunktionella och stela (Voskamp & Van de Ven, 2015).

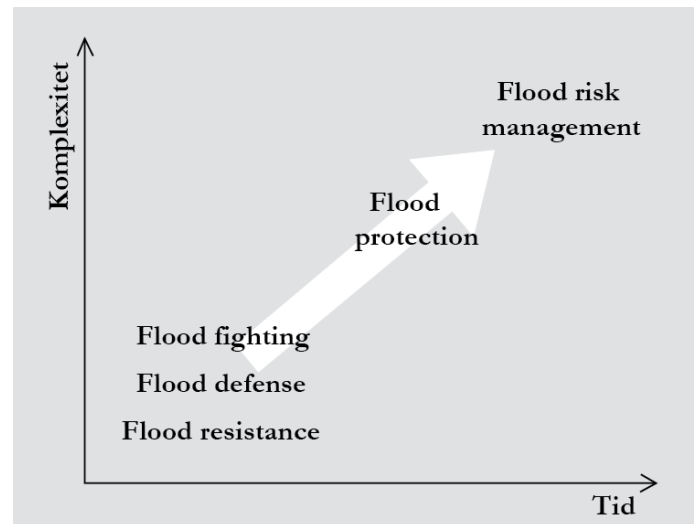
Stahre beskriver övergången från traditionell dagvattenhantering till hållbar dagvattenhantering i Malmö enligt *Figur 1*. Innan 1970-talet bestod dagvattenhanteringen i staden huvudsakligen av konstruerade vattenrännor som fortast möjligt ledde dagvattnet till recipienten. Under 70-talet riktades fokus mot kvalitén av dagvattenhanteringen, då förorenat regnvatten med konsekvenser på recipienten blivit ett problem. Under 90-talet introducerades också konceptet hållbar utveckling, inom vilket den sociala aspekten av dagvattenhantering i städer lyftes (Stahre, 2008).



(Figur 1. Fritt efter Stahre, 2008, s. 7)

Riskhantering

Lars Nyberg skriver i en forskningsöversikt på uppdrag av Räddningsverket (numera Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) *Översvämningar och riskhantering – en forskningsöversikt om hur riskhanteringen för översvämningar har utvecklats till att se ut som den gör idag* (2008). För ett antal decennier sedan beskrevs arbetet med att skydda samhället från översvämning med uttryck som *flood fighting*, *flood defense* och *flood resistance*, begrepp som signalerar en typ av strid. Åtgärderna bestod ofta av olika typer av tekniska skydd som anordnades före eller under översvämningshändelser. Flood defense innebär ”fysiska skydd” mot översvämningar. Flood fighting används för att beskriva den kamp som uppstår i räddningsarbetet under en översvämningshändelse. Flood protection (översvämningsskydd) är ett annat begrepp som använts. Nyberg skriver att erfarenheter från större översvämningar visar att det inte är möjligt att helt skydda samhället mot översvämningar och att det heller inte är önskvärt med tanke på de höga kostnader som en sådan strävan innebär (2008).



(Figur 2. Visar hur synen på översvämningshantering utvecklats över tid. Fritt efter Nyberg, 2008, s. 12)

Begreppet *Flood risk management* innebär en mer förvaltningsmässig processsyn som har fått spridning under 90-talet framåt. Syftet är att integrera hanteringen av översvämningrisker med andra samhällsprocesser som fysisk planering och vattenförvaltning i stort, och att det ska ske som ett samarbete mellan olika nivåer (kommunal, regional, nationell) och sektorer. Arbetet ska inte begränsas till att handla om enstaka insatser, utan vara ett kontinuerligt arbete med analys, värdering och åtgärder. ”Room for rivers” och ”Space for water” är begrepp som förekommer i mer integrerade strategier från England och Holland. Synsättet är att man ska tillåta vattnet att ta plats under perioder med riklig nederbörd (Nyberg, 2008).

I EU:s översvämningdirektiv från 2007 framhålls att medlemsländerna ska anta ett cyklisk, eller kanske snarare spiralförlopp med analys, åtgärder och uppföljning. Räddningsverket gav 2002 ut Handbok för riskanalys där följande komponenter läggs fram:

Riskinventering. Ger en översiktlig kännedom om huruvida risker förekommer.

Riskanalys. Beskriver dels en sannolikhet för en skadlig händelse, samt de negativa konsekvenserna av denna händelse

Riskvärdering. Bedömer om de beskrivna riskerna är tolerabla eller måste åtgärdas.

Riskreducerande åtgärder. Bidrar till att minska riskerna och öka säkerheten.

(Nyberg, 2008, s. 13)

Riskreducerande åtgärder kan kategoriseras efter typ av åtgärd. Åtgärder före en händelse kan vara förebyggande, skadebegränsande och förberedande. System för tidig varning kan inrättas. Att förebygga faran är svårt då vi inte direkt kan styra nederbörden. Det kan hävdas att vi indirekt

kan förebygga översvämningar genom att minska på utsläpp som kanske påverkar nederbörden. Nyberg redovisar i en tabell en sammanfattning av ett antal åtgärder som kan vidtas före, under och efter händelser och åtgärderna kategoriseras som strukturella eller icke-strukturella (Nyberg, 2008).

	Strukturell åtgärd	Icke-strukturell åtgärd
Före händelse	ex. permanenta tekniska skydd (vallar, dammar, pumpar, åtgärder i byggnader, erosionskydd, etc.), ändrad markanvändning inkl. Skapande av retentionsområden	ex. fysisk planering, ändrad normgivning, försäkring, utbildning, kapacitetsuppbyggnad, samverkansprocesser
Under händelse	ex. temporära barriärer, pumpas, evakuering av människor och djur	ex. stöd till utsatta, riskkommunikation
Efter händelse	ex. återuppbyggnad, sanering, anpassning av tekniska system	ex. olycksutredning lärande/ utbildning

(Figur 3. Nyberg, 2008, s. 24)

Jha et al framhåller att ett första steg i att utveckla en Urban flood risk management, är att beslutsfattare förstår hur översvämningensrisken kan påverka staden (2011). För detta krävs kunskap om orsakerna till översvämningarna, sannolikheten för att de ska inträffa samt prognoser över omfattning, varaktighet och intensitet. Den förståelsen är väsentlig för utformningen av åtgärder och för att nå lösningar som kan förebygga eller begränsa översvämningsskador. Annan viktig information är hur ofta en översvämning kan tänkas inträffa, var de kommer inträffa, hur sårbara människorna och deras bostäder är, liksom hur byggnaderna är planerade och utvecklade (Jha et al, 2011).

Mål och syfte

Målet med uppsatsen är att undersöka hur städer kan utvecklas till att få en högre beredskap mot klimatförändringar med fokus på extrema regn, och att om detta skriva en utredande akademisk uppsats. Syftet är att öka mina egna kunskaper om hur det strategiska arbetet för att möta en ökad nederbörd i urbana miljöer kan se ut, och få en inblick i vilka metoder som används.

Frågeställningar

- Hur ser den strategiska planeringen ut för att anpassa urbana dagvattensystem till förändrad nederbörd i svenska städer?
- Vilka metoder används?

Material och metod

Uppsatsen är en litteraturstudie som behandlar befintlig information relevant för frågeställningen. Det är ett teoretiskt arbete där jag sammanställt kunskap och information till en egen text för att få ett sammanhang. Ansatsen har varit att göra en kvalitativ undersökning där empirisk information ligger som grund för egna slutsatser och diskussion. Det har handlat om att ta del av rapporter från myndigheter som Länsstyrelsen, Boverket och kommuners hemsidor, samt ett urval vetenskapliga rapporter. Sökningar har gjorts på webbaserade databaser som Web of

Science, Scopus och Google Scholar med sökord som Urban stormwater, Urban flooding, Sustainable urban drainage, Climate change, pluvial flooding in urban environments etc.

Avgränsningar

Jag har avgränsat mig genom att försöka få en översiktlig helhet över vilka strategier det finns för hantering av extrema regn i Sverige. Slutsatserna från IPCC:s femte utvärdering (Fifth Assessment Report) visar ännu tydligare att den globala uppvärmningen till stor del kan knytas till mänsklig påverkan, varför strategier att minska människans påverkan kan vara intressanta ur ett översvämningsperspektiv. Uppsatsen riktas mot hur den fysiska planeringen kan anpassas till ett förändrat klimat, med dagvattenhantering för ökad nederbörd i centrum.

Det har till stor del handlat om att läsa styrdokument, utredningar och rapporter från olika myndigheter som Länsstyrelserna, Boverket, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap bland andra. Uppsatsen går inte in på detaljer av utförandet av olika dagvattenhantering. Jag har valt att stanna på en principiell nivå och fokus ligger på själva processen.

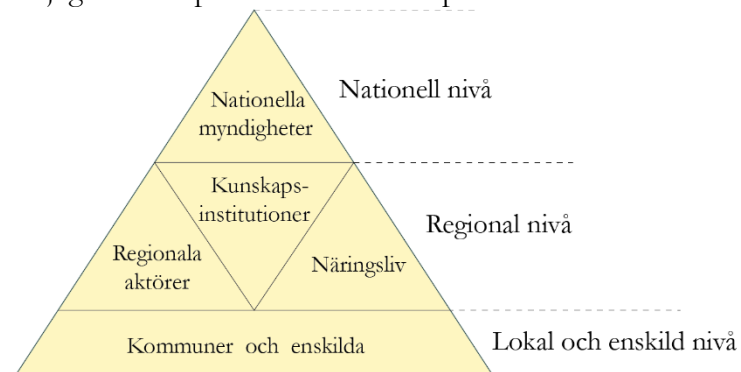
Jag har inte skrivit om hantering av översvämnningar ur ett mer kortsiktigt perspektiv som insatser just innan och under en översvämning. Inte heller något om återuppbyggnadsarbetet efter en händelse.

2. Översvämningshantering i Sverige

Kapitlet syftar till att översiktligt visa hur planeringen för att anpassa urbana miljöer till ökad nederbörd ser ut i Sverige. Ansvar för klimatanpassningsfrågor finns på olika nivåer i samhället. Kommunen har planmonopol, men staten har stora möjligheter att påverka innehållet i planer (Boverket, 2009).

Ansvarsfördelning

På nationell nivå arbetar flera centrala myndigheter med att genomföra egna analyser, förebyggande åtgärder, forskning och kunskapsutveckling som rör klimatanpassningsfrågor. Myndigheterna är Boverket, Energimyndigheten, Havs- och vattenmyndigheten, Lantmäteriet, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Naturvårdsverket, Vattenmyndigheterna Trafikverket, Livsmedelsverket, Statens geotekniska institut SGI, Sveriges geologiska undersökning SGU, SMHI, Svenska kraftnät, Jordbruksverket, Skogsstyrelsen och Riksantikvariearbetet. De ska lägga fram olika typer av kunskapsunderlag till kommunerna och vid behov granska översiktsplaner.



(Figur 4: Fritt efter Deltakommisionen 2012, Länsstyrelserna, 2012, s. 37)

De nationella myndigheterna kan också bistå länsstyrelsen som verkar och samordnar frågorna på den regionala nivån. Länsstyrelsen arbetar med att sprida kunskap i ämnet och har möjlighet att påverka kommunernas planer under samråd och plangranskning. Andra regionala aktörer är exempelvis kommunförbund, landsting och regioner, miljöförbund, regionförbund, regionplaneorgan, turistorganisationer och näringsliv, universitet och högskolor, vattenråd, vattenvårdsförbund och älvgrupper (Länsstyrelserna, 2012).

På lokal nivå verkar kommuner och enskilda aktörer. Kommunen har ett stort ansvar att i sin samhällsplanering ta hänsyn till klimatförändringarna och ska kontinuerligt se till att planer och bygglov uppfyller klimatkraven i Plan- och bygglagen. Den kommunala planeraren ska stöttas med kunskap om klimatanpassning av kommunens förvaltningar och kommunala bolag. Vidare är lantmäterimyndigheten skyldig att ta hänsyn till olika aspekter i fastighetsbildningen som är relevant för klimatanpassning. Arkitekter och planerare ska på ett strategiskt sätt arbeta för långsiktigt hållbara anpassningsåtgärder genom att integrera lösningar på ett effektivt och estetiskt tilltalande sätt i omgivningen (Länsstyrelserna, 2012).

Den enskilda aktören kan vara byggherre/exploatör eller fastighetsägare/förvaltare. Byggherren ansvarar för att ta reda på vilka förutsättningar och byggnadstekniska minimikrav som gäller för en plats. Fastighetsägaren ska måna om människors hälsa genom att underhålla sin fastighet så att den anpassas till klimatförändringarna, och skydda sin egendom mot t.ex. översvämnings (Länsstyrelserna 2012).

Boverket skriver i en rapport från 2010, *Mångfunktionella ytor - Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*, om vikten av att ha kunskap om tekniska lösningar för att hantera de nederbördsmängder som klimatscenerierna förutspår. Boverket menar att man inom kommunen bör bilda sig en uppfattning om vattenbalanser utifrån planerade och befintliga områden. Exempel på frågor som kan uppstå för att få en helhetssyn är:

- Vilka platser är strategiskt viktiga att spara och utveckla, utifrån omhändertagande av dagvatten, då man diskuterar förtätning?
- Var är det lättast att få tillgång till mark?
- Kan frågan om expropriering komma på tal vid extremt drabbade områden?

(Boverket, 2010, s. 35)

Kommunerna måste enligt Plan- och bygglagen (PBL) ta hänsyn till översvämningar och andra klimatrisker i både översiktsplaneringen, detaljplaneringen och vid hantering av bygglov. För att anpassa samhället till ett förändrat klimat understryks att ett stort ansvar ligger på den lokala nivån och att kommunerna i framtiden kommer att behöva ta än mer hänsyn till klimatfrågorna i sin planering (Boverket, 2010).

Översiktsplanen

Kommunens översiktsplan ger en helhetssyn på planeringsproblematiken, och det är viktigt att i den integrera en vision om en klimatanpassad stadsutveckling. Frågor som rör ökad nederbörd och högre temperaturer bör här komma in på en översiktlig planeringsnivå. På så sätt kan översvämningar ovan mark begränsas, t.ex. genom att översvämningshotade områden hittas och planeringsprinciper för olika områden utvecklas. Alltför hårdgjorda områden med bristande grönstruktur kan identifieras och strategier formuleras. En ÖP kan resultera i rekommendationer för befintlig och planerad bebyggelse, strategiska överväganden och utredningar (Boverket, 2010).

Boverket anger exempel på anvisningar för anpassning till ökad nederbörd som kan finnas i ÖP:n. Översiktsplanen...

...bör redovisa översiktlig struktur av avrinningsområden och områden där vatten strömmar in och ut.

...kan ange naturområden som kan behöva sparas till förmån för den hydrologiska balansen i ett större område. Som exempel kan man redovisa om våtmarker ska sparas för att minska flödestoppar. Våtmarker fungerar som naturliga fördröjnings-, och utjämningsmagasin.

... ange bevarandevärd skog. Skog som växer på fuktig mark är ett effektivt sätt att dränera marken på och kan sparas för att hindra försumpning.

...kan ge hänvisningar om dagvattenlösningar i olika bebyggelseområden.

...ange var dammar och våtmarker kan anläggas.

...ange vilka recipienter som bör skyddas (Boverket, 2010).

Verksamhetsområden för befintlig bebyggelse bör redovisas i översiktsplanen så att det tydligt framgår vilka områden som innefattas av dag-, spill-, respektive dricksvatten. När ny bebyggelse

planeras i ett existerande verksamhetsområde bör rådande möjligheter att ta emot mer dagvatten redovisas (Boverket, 2010).

Detaljplanen

Detaljplanen är till skillnad från översiktsplanen juridiskt bindande. Dagvattenfrågor som kan regleras i DP är t.ex. hur stor andel hårdgjord yta det får finnas i förhållande till den totala fastighetsarealen, markens höjdsättning, lägsta nivå för dräneringsingrepp, villkorat bygglov, gröna tak, regler som begränsar hinder för vattenvägar (ex murar) och begränsning av källare (Boverket, 2010).

För allmänna avloppssystem ansvarar de kommunala VA-huvudmännen. Fastighetsägare ansvarar för avloppssystem innanför förbindelsepunkten. Kommunen har ett ansvar att förebygga översvämningar enligt PBL. (SOU 2007:60, s. 323)

Det faller på kommunens ansvar att ordna med avlopp i ett större sammanhang om det behövs av miljö- eller folkhälsoskäl. Ofta lämnar kommunen över delar eller hela ansvaret av dagvattenhanteringen till enskilda fastighetsägare genom att ställa krav på att dagvatten ska tas omhand lokalt inom kvartersmark. När kommunen inte tar ansvar för kommunala VA-anläggningar kan direkt avledning av dagvatten till ett vattendrag eller dike tolkas som avledning av vatten från vissa fastigheter. Då klassas dagvattnet som markavvattning enligt kapitel 11 i Miljöbalken och inte avloppsvatten enligt kapitel 9, och eftersom att det på många platser i Sverige råder förbud mot markavvattning måste dispens ges från förbundet enligt kap. 11. Av den anledningen, för att undvika sådana processer, är det enligt Boverket lämpligt att vattnet leds vidare till en allmän VA-anläggning vid behov (2010).

Dagvattenstrategier

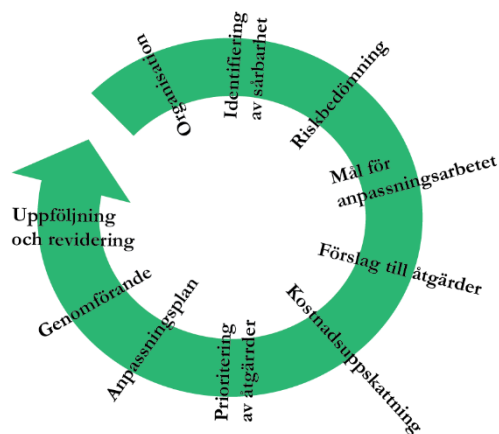
Att tillämpa en dagvattenplan/-policy kan långsiktigt minska belastningen på kommunala reningsverk och risken för pluviala översvämningar. En gemensam strategi för dagvatten möjliggör samarbete mellan kommunens förvaltningar, liksom principlösningar och förändringar inom organisationen. Olika benämningar på strategier för dagvatten är dagvattenstrategi (ex. Malmö), blåplan, cloudburst management plan (ex. Köpenhamn) och dagvattenplan (Boverket, 2010).

Boverket föreslår en gemensam policy för alla kommuner inom ett avrinningsområde som en optimal lösning. Alla parter blir på så vis delaktiga genom att planen är gemensamt framarbetad. När kommunen genomför ändringar på offentlig mark ska det alltid ske i enlighet med policyns riktlinjer så att dagvattenhanteringen förbättras. Varje kommun kan sedan göra en dagvattenhanteringsplan som går djupare in på deras förutsättningar att hantera vattenflöden och rena vatten etc., och presentera förslag på åtgärder och fortsatta utredningsområden (Boverket, 2010).

Anpassningsplan

Klimatanpassningsportalen är ett samarbete mellan sju statliga myndigheter i Sverige (bland annat Boverket, Naturvårdsverket, MSB, SGI, Energimyndigheten, Lantmäteriet och SMHI), kommunerna och landstinget. Syftet med samarbetet är att anpassa samhället till ett förändrat och föränderligt klimat samt att förmedla kunskap och ge förslag på åtgärder inom många olika områden som rör klimatanpassning (Boverket, 2009).

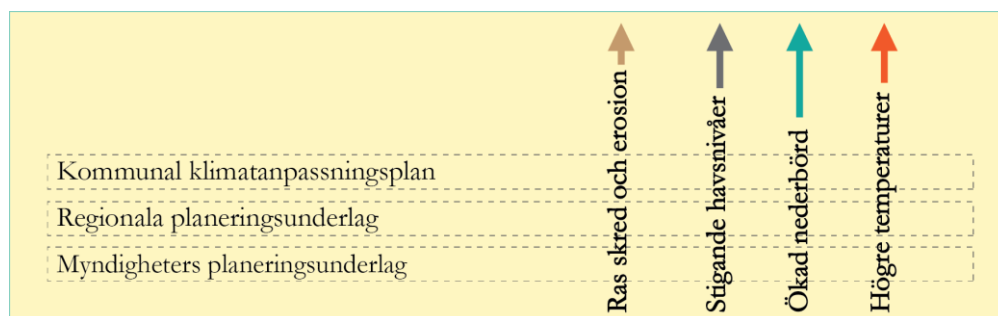
Arbetet med en klimatanpassningsplan sker på kommunal nivå, och på hemsidan erbjuds vägledning för hur en kommun kan arbeta fram en klimatanpassningsplan, se *Figur 5*. Kommunen tar så fram ett dokument som beskriver hur de planerar att anpassa olika verksamheter till klimatförändringarna. Tanken är att dokumentet ska användas till planeringen och utvecklingen av samhället. Det är viktigt att frågan är väl förankrad i ledningen, men sedan kan processen se olika ut inom olika kommuner och län. Dokumentet beskriver hur kommunen planerar att anpassa olika verksamheter till klimatförändringarna (Boverket, 2009).



10 steg till en anpassningsplan.

(Figur 5. fritt efter bild från klimatanpassning.se)

En anpassningsplan kan visa på behovet att avsätta mark för dagvattenhantering och framhålla förslag på stråk för öppen dagvattenhantering. I översiktsplanen kan förslaget sedan användas och kopplas samman med grönstrukturplaneringen (Boverket, 2010).



(Figur 6. Fritt efter Stina Westlin, *Länsstyrelserna*, 2012, s. 44)

Andra konsekvenser än översvämningar är att risken för ras, skred, erosion kommer att öka, havsnivåerna stiga och flödet till älvar och vattendrag öka. Förändringarna väntas leda till minskat behov av energi för uppvärmning, liksom högre krav på luftkonditionering (Länsstyrelserna, 2012).

3. Metoder och strategier för hållbar dagvattenhantering

Att förebygga översvämningar är en samhällsplaneringsfråga i bred bemärkelse. När ledningssystemets kapacitet inte räcker till kräver vattnet andra vägar än de via avloppssystemet och för att minska samhällets sårbarhet är det långsiktigt förebyggande åtgärder som bör tillämpas (MSB, 2013).

Traditionell översvämningshantering har ofta handlat om att säkra områden genom att höja upp golvnivåer, anlägga parkeringsytor i markplan, endast tillåta tvättstugor i bottenvåning eller att ställa byggnader på pelare. Det är tekniska lösningar som sällan är väl integrerade med omgivningen. Stadsrummen som skapas blir ofta dysfunktionella med oattraktiva och otrygga miljöer som följd (Länsstyrelserna, 2012).

Invallning och barriärer är andra beprövade metoder som skyddar mot regn och höga havsnivåer, då risken för översvämningar minskas genom att vatten stängs ute. Dock kvarstår risken att vällen/barriären brister eller att den inte är tillräckligt dimensionerad, så att översvämningen förflyttas till ett närliggande område. Dessa lösningar riskerar att motverka det goda stadsrummet genom att begränsa möjligheten till länkar eftersom att områden separeras från varandra visuellt och fysiskt (Länsstyrelserna 2012), samtidigt som instängda områden kan försvåra avrinningen och öka risken för översvämningar vid händelse av stora regn (MSB, 2013).

Det finns alltså ett fortsatt stort behov av smarta och effektiva lösningar för att hantera stora mängder regn, stigande havsnivåer och värmeböljor. Länsstyrelserna beskriver klimatanpassning som en designmöjlighet. Åtgärder kan tillföra nya ekonomiska, sociala, kulturella och ekologiska mervärden i områden där anpassning måste till och då är det viktigt att klimatanpassningsaspekterna är med från början av planerings- och designprocessen. Det är arkitektens och planerarens uppgift att ta fram långsiktiga lösningar som bidrar till en hållbar samhällsutveckling, genom att se klimatförändringarna som möjligheter. Länsstyrelserna ger förslag på hur klimatanpassningsåtgärder kan integreras i planeringen för att öka stadens kvaliteter istället för att motverka dem. Förslag som ges är t.ex. mångfunktionella ytor som kan fungera som översvämningssytor samtidigt som de minskar risken för urban värmeöeffekt, tredimensionell dimensionering av gator och torg där sänkor formges för att ta hand om tillfälliga och stora vattenmängder. Vegetation tas upp som ett viktigt redskap för att hantera en allmänt ökad nederbörd såväl som tillfälliga översvämningar orsakade av extrema regn (Länsstyrelserna, 2012).

Behovet av flödesdämpande eller utjämnande åtgärder kommer att öka. Områden som ligger lågt och nära vatten och som är mycket exploaterade är särskilt utsatta. För att klara stora vattenmängder får dagvattensystemen gärna vara överdimensionerade (MSB, 2013), men samtidigt skriver Boverket att det inte är samhällsekonomiskt rimligt att helt och hållet klara av alla väderhändelser. Genom översiktlig planering kan en bedömning göras av hur mycket det är rimligt att minska konsekvenserna (Boverket, 2010).

Hållbar dagvattenhantering

Fokus inom dagvattenhanteringen har länge varit att rena dagvattnet innan det når recipienten och att öka den biologiska mångfalden. En mer storskalig översvämningssproblematik har ökat behov av olika kombinerade lösningar som kräver ett annat sätt att se på var olika åtgärder gör mest nytta (Boverket, 2010).

Särskilt i nya områden men också till viss del i befintliga är det vanligt att man försöker minska belastningen på ledningssystemen genom lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

Begreppet innebär att vattnet ska hanteras så direkt och nära källan som möjligt och att öppna dagvattenlösningar ska användas. På så vis utnyttjas naturens egna sätt att hantera vatten, infiltration, perkolation (uppsamling), ytavrinning, långsam dränering i öppna system och fördröjning i dammar och våtmarker. Karaktäristiskt för dessa anläggningar är att dagvattnet ofta är synligt under avrinningen (Stahre, 2008).

Peter Stahre sorterar in hållbara urbana dagvattensystem i fyra grupper (2008), och det tilläggs att en och samma tekniska anrättning kan förekomma i mer än en av de fyra kategorierna, som till exempel vattengenomsläppliga markbeläggningar och dammar.

Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Öppen dagvattenhantering nära källan med småskaliga anläggningar på privat mark. Det kan handla om gröna tak, infiltration i gräsmattor, vattengenomsläppliga stenytor, rain gardens, dammar etc. (Stahre 2008). Enskilda tomtägare kan välja att undvika hårdgjorda ytor och plantera växter och träd som tar upp vatten, vilket fördröjer vattenflödet och minskar belastningen på det kommunala VA-nätet. Vid extrema regn med kraftiga vattenflöden behöver vattnet ledas till en svämzon, till exempel en större grönyta, fotbollsplan etc. Ofta är det bra att kombinera LOD med allmänna VA-anläggningar (Boverket, 2010).

Fördröjning nära källan. Småskalig dagvattenhantering på allmän mark, definieras av att ansvaret faller på samhället och inte privatpersoner. Det kan handla om permeabla material i gatubeläggningar, rain gardens, ytor designade för översilning, dammar (Stahre 2008). Markbeläggningar med god genomsläpplighet kan fördröja dagvattnet. En viktig åtgärd är att anordna sekundära ”vattenvägar” där vatten flöda utan att skada bebyggelsen vid mycket kraftig nederbörd, när det ordinarie avledningssystemet är överbelastat. När det inte finns tillräcklig med utrymme för lokalt omhändertagande av dagvatten på kvarteretsmark bör det så nära som möjligt avsättas plats på allmän mark behandling (fördröjning, infiltration) av dagvattnet (Boverket, 2010).

Trög avledning. Olika öppna system för transport av dagvattnet på allmän mark, till exempel swales (svackdiken), diken, bäckar eller åar (Stahre, 2008). Det beskrivs som en långsam (öppen) vidaretransport av dagvatten. Trög avledning kan anläggas och kombineras på ett antal olika sätt. Svackdiken kan kombineras med infiltrationsytor, där vatten som inte infiltreras vidaretransporteras långsamt. Svackdiken kan även anläggas med stenfyllning i botten, och naturliga vattendrag användas till dagvattenavrinning (Boverket, 2010).

Samlad fördröjning. Olika storskaliga anläggningar för hantering och fördröjning av dagvatten i de lägre delarna av ett avrinningssystem. Det kan vara dammar, våtmarker, sjöar (Stahre, 2008), och översvämningssytor för tillfällig uppdämning av vatten etc. Samlad fördröjning i stadsmiljö kan med fördel göras i park- och rekreatiomsområden (Boverket, 2010).

I svenskt vatten P105 väljs begreppet ”hållbar dagvattenhantering” i stället, med motiveringen att LOD-begreppet ibland blivit missförstått och för att betona en helhetssyn där syftet är att fördröja avrinningen och efterlikna vattnets naturliga förlopp innan området urbaniserades (MSB, 2013).

Fletcher et al (2012) skriver i artikeln *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art*, om dagvattenhantering som avser vara långsiktigt

hållbara. Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), Water Sensitive Urban Design (WSUD) och Low Impact Development (LID) är metoder som i stora drag delar samma mål, som kan sammanfattas i följande sex punkter:

1. Att hantera det urbana vattnets kretslopp på ett hållbart sätt. Det inkluderar både ytvatten och grundvatten, översvämningar som påverkar erosion i vattendrag.
2. Att upprätthålla eller återställa det naturliga flödet i så stor utsträckning som möjligt.
3. Att skydda och om möjligt återställa vattenkvaliteten i grundvatten och ytvatten.
4. Att skydda och där det är möjligt återställa vattenkvaliteten i recipienterna.
5. Att ta tillvara vattenresurser. Regnvatten ska betraktas som en resurs snarare än en olägenhet.
6. Att förbättra det urbana landskapet och rekreationsområden genom att integrera dagvattenrelaterade anpassningsåtgärder som ger flera fördelar i landskapet.

(Fletcher et al, 2012, s. 268)

Vilken teknik som tillämpas beror på vilket vattenflöde som eftersträvas (Fletcher et al, 2012) och kan delas upp i metoder som utnyttjar infiltration och retention.

Infiltrationstekniker

Inkluderar diken, svackdiken, avrinningsområden, infiltrationsytor, regnträdgårdar och porösa beläggningar. Karaktäristiskt för dessa är att de kan hjälpa till att återställa grundvattennivåer och bygga upp basflöden under markytan. Hur väl infiltrationsbaserade system fungerar beror till stor del på platsförhållanden, särskilt då jordens genomsläpplighet, samt på eventuell igensättning av jorden. På senare tid har vikten av vegetation för att minska risken för igensättning påvisats, troligtvis genom att makroporer bildas. Intervallet för hur väl infiltrationssystem presterar är mycket stort som på grund av olika kombinationer av platsegenskaper (Fletcher et al, 2012).

Retentionstekniker

Exempelvis våtmarker, dammar och gröna väggar som verkar genom lagra dagvatten. Karaktäristiskt för dessa anläggningar är att de behåller/fördröjer dagvatten och så att utflödet dämpas (Fletcher et al, 2012).

Teknikerna kan användas vid källan, nära källan eller i slutet av upptagningsområdet.

Blågröna strukturer för en integrerad dagvattenhantering

Voskamp & Van de Ven skriver i artikeln *Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events* om vikten av att kombinera blå och gröna strukturer i staden för en ökad resiliens mot extrema väderhändelser. Vatten i staden och SUDS bidrar med viktiga ekosystemtjänster men räknas inte in i begreppet grönstruktur, samtidigt som grönstrukturen är beroende av vatten för att klara torka. Blå och gröna strukturer bör, och kan egentligen inte separeras från varandra och därför är ”blågröna metoder” ett användbart begrepp. Då kan olika ekosystemtjänster utnyttjas som bland annat. Positiva effekter av dessa kan bidra med flödesreglering och minskad avrinning, reglering av temperatur i städer (temperatursänkning med evapotranspiration), och moderering av extrema händelser som översvämningar, perioder av torka och värmestress. Flödesreglering innebär att

vatten kan lagras vid kraftiga regn och att grundvattnet kan fyllas på och därmed minska konsekvenserna av torra (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Blågröna metoder ökar anpassningskapaciteten och förmågan att hantera av störningar ökar genom minskad ytavrinning. Tröskelkapaciteten förbättras t.ex. genom att vatten lagras inför värmeperioder, och återhämtningskapacitet ökar genom t.ex. infiltration efter en översvämning (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Adaption Support Tool (AST)

Voskamp & Van de Ven framhåller att det finns ett behov av att på ett effektivt och smidigt sätt hitta en bra kombination av blågröna åtgärder för en plats. I detta syfte har ett ramverk framarbetats med benämningen *Adaption Support Tool (AST)*, som ska underlätta valet av anpassningsåtgärder för en viss plats i en urban miljö. Verktøget riktas mot olika aktörer inom stadsplanering och ska kunna användas till stadsförnyelseprojekt. AST innehåller en översiktlig lista på åtgärder menade att minska städers sårbarhet inför extrema väderhändelser vilket författarna menar gynnar en deltagande stadsplaneringsprocess. En AST fungerar genom att 1) presentera en rad åtgärder som är lämpliga till rådande förhållanden på en viss plats, och 2) gör en effektiv bedömning och snabb insyn i utförandet av planerade anpassningsåtgärder (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Voskamp & Van de Ven använder sig av två andra system, PPGIS (public participation geo-information system) och PSS (planning support system) som ger interaktiva och deltagande stöd i olika delar av planeringsprocessen. Syftet med PSS är inte bara att med relevant kunskap förbättra planeringsresultat och underlätta en designanalys som stärker länken mellan uttalad kunskap och planeringsaktioner. Syftet är också att underlätta och förbättra själva deltagandet i planeringsprocessen. En PSS erbjuder dock ingen hjälp att välja rumsliga designinterventioner, eller utvärderar huruvida planen fungerar med avseende på en stads resiliens mot extrema väderhändelser (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Egenskaper hos den byggda miljön påverkar val av åtgärder

Den infrastruktur som finns under mark i den urbana miljön bidrar till platsens komplexitet och påverkar möjligheten att föra in olika anpassningsåtgärder. En större komplexitet gör det svårare att implementera blågröna åtgärder. Det kan handla om föroreningar i mark, ledningar, vilken jordart där är, hur marken används. Föroreningar i jorden är viktiga att ta hänsyn till när asfalt ska brytas upp. Infiltration genom förorenad mark kan sprida föroreningar och påverka grundvattnet negativt (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Hur ägarförhållandena ser ut påverkar också då det generellt är svårare att införa åtgärder på privat mark. Ett hinder för privata ägare är kostnaderna samtidigt som att det främst är samhället och kommunen som tar emot de goda effekterna. Markanvändningen och stadens täthet påverkar komplexiteten på två sätt. 1) Införandet av anpassningsåtgärder försvåras när en stor del av ett område är bebyggt. 2) Ett förtätat område påverkar trycket på den tillgängliga offentliga marken - ju högre exploateringsgrad och invånarantal desto högre tryck. Vidare kan ett område med högt arbetstryck räkna med mer frekventa störningar på införda anpassningsåtgärder.

Ekosystemtjänster tros minska i takt med ökad användning i ett område (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Det är viktigt att förstå samspelet mellan stadens egenskaper i den rumsliga skalan när blågröna anpassningsåtgärder ska användas. Ekosystemtjänster fungerar på olika sätt rumsligt och tidsmässigt. För att identifiera platser där anpassningsåtgärder är mest effektiva krävs analyser i olika skalor. Vid varje rumslig skala innebär olika åtgärder potentiella förbättringar för den urbana vattenbalansen. När det gäller lagringsmöjligheter är det ofta den lägsta rumsliga skalan i gatuplan och vid byggnader som är anpassad att ta emot små till medelstora regn. Även om en åtgärd innebär små lagringsmöjligheter kan den ha stor potential att förbättra dagvattenhanterings kvaliteten och effektivitet. Den största delen av föroreningarna som kommer med nederbörden gör det via regn med låg intensitet (Voskamp & Van de Ven, 2015).

I början av en planeringsprocess är det viktigt att undersöka möjligheten att införa åtgärder i anslutning till befintliga vattendelare. Om platsen är belägen uppströms i upptagningsområdet, kan blågröna anpassningsåtgärder påverka den hydrologiska belastningen nedströms. Hänsyn bör också tas till hur blågröna åtgärder påverkar lokala och regionala grundvattennivåer. Om nivån blir högre än djupet av avlopps- eller dräneringssystem i jorden, tränger jordvatten in i systemen och orsakar att ytligt grundvatten dräneras bort via avlopp. Vattenförsörjningssystem med högt tryck kan läcka vatten till omgivande jord, från någon procent upp till över femtio procent. Dessa läckor kan vara en värdefull källa till vatten för gatuträd och annan vegetation i den urbana miljön under torra perioder (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Blågrön forskning – en tvärvetenskaplig fråga

Stadsplanering för klimatanpassning är en dataintensiv och insamlande process. Planerare bör ha ett nära samarbete med representanter från olika områden för att få fram en plan som stöds av allmänhet och politiker. I detta skede används en stor variation av fältdata över projektområdet, som samlas in med hjälp av ett geografiskt informationssystem (Voskamp & Van de Ven, 2015).

Det finns behov av ny forskning för att identifiera hur anpassningsåtgärder kan kombineras för att nå en högre resiliens mot extrema väderhändelser. Ett tvärvetenskapligt synsätt är nödvändigt för att arbeta strategiskt. Även om det finns många metoder som syftar till en anpassning till översvämningar, torka och värmestress finns det relativt få studier gjorda på strategier för anpassning till flera klimatrisker samtidigt. Vetenskapsområden som berörs är huvudsakligen teknik och ekologi, fysisk planering och stadsplanering, politik och förvaltning (Voskamp & Van de Ven, 2015).

På liknande sätt beskrivs svårigheterna i planeringen av Sustainable urban drainage systems, SUDS. Fryd, Dam & Bergen Jensen skriver i artikeln *A planning framework for sustainable urban drainage systems* (2012) om vikten av ett fungerande samarbete mellan ingenjörer, ekologer, landskapsarkitekter, stadsplanerare för att hitta integrerade lösningar. Ett tvärvetenskapligt arbetssätt mellan områdesexperter beskrivs som ett måste för att möta de svårigheter som finns i planeringen av hållbara dagvattensystem. Mycket av forskningen fokuserar dessvärre på antingen den biofysiska processen och tekniska responsen, eller på behovet av institutionella förändringar och nya processer för beslutsfattare. En del specialister är intresserade av systemens storlek

medan andra fokuserar på estetiska värden. Ett annat problem är bristande insyn i andra kunskapsområden än det egna expertområdet, vilket kan utgöra ett hinder för integrerade lösningar (Fryd et al, 2012).

Eftersträvansvärt är att öka förståelsen för och integrera de många olika funktionerna som blå och gröna ytor har i staden, och att samtidigt ta del av de fördelar som utvecklingen av hårda strukturer fört med sig. Det saknas idag en lång erfarenhet och bred kunskap om klimatanpassning av befintliga urbana områden. För att välja effektiva och estetiskt tilltalande åtgärder behövs insyn i hur varje blågrön anpassningsåtgärd praktiskt går tillväga (Voskamp & Van de Ven, 2015).

4. Diskussion

Uppsatsen har ämnat ge mig en bild av hur den strategiska planeringen för att anpassa urbana dagvattensystem till förändrad nederbörd ser ut i Sverige idag och vilka metoder som används för detta. Städerna behöver anpassas till ett föränderligt klimat och uppsatsen visar översiktligt vilka aktörer som har ansvar för frågor som rör dagvatten, och hur processen från problem till åtgärdsinsatser ser ut. Statliga myndigheter påverkar genom att utföra undersökningar, bedriva forskning och arbeta fram underlag som kommunerna kan använda sig av i sin planering.

Arbetet med att anpassa samhället till en ökad nederbörd sker till stor del inom kommunerna. Kommunen har planmonopol och är den som i slutändan lägger sista handen vid det som ska genomföras. Enligt Plan- och bygglagen (PBL) måste kommunerna ta hänsyn till översvämningar och andra klimatrisker i både översiktsplaneringen, detaljplaneringen och vid hantering av bygglov. En gemensam dagvattenpolicy för alla kommuner inom ett avrinningsområde rekommenderas av Boverket (2010). En sådan lyfter fram gemensamma mål i frågan och varje kommun kan utifrån den arbeta fram en egen dagvattenstrategi för att på ett effektivt sätt hantera en förändrad nederbörd. Dagvattenfrågorna behandlas vidare i detaljplanen som är juridiskt bindande och kan t.ex. reglera andel hårdgjord yta som får finnas i ett område, markens höjdsättning, gröna tak och regler som begränsar hinder för vattenvägar.

För att på anpassa urbana dagvattensystem till en förändrad nederbörd eftersträvas en hållbar dagvattenhantering. Olika metoder som *Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)*, *Water Sensitive Urban Design (WSUD)* och *Low Impact Development (LID)* avser vara långsiktigt hållbara och har i stora drag liknande mål. De handlar om att det urbana vattnets kretslopp ska hanteras på ett hållbart sätt, att vattenkvalitén och naturliga flöden ska upprätthållas, skyddas och återställas. Ett mål är också att vatten ska betraktas som en resurs snarare än en olägenhet och att det urbana landskapet och rekreatiomsområden ska förbättras genom integration av dagvattenrelaterade anpassningsåtgärder som ger flera fördelar i landskapet.

Genom att på kommunal nivå arbeta strategiskt med anpassningsplaner och dagvattenstrategier är tanken att en långsiktigt hållbar dagvattenhantering ska utvecklas. Vanligt är att försöka minska belastningen på ledningssystemen genom lokalt omhändertagande av dagvatten, som innebär att vattnet hanteras så direkt och nära källan som möjligt och att öppna dagvattenlösningar används i stor utsträckning. På så vis utnyttjas naturens egna sätt att hantera vatten, infiltration, perkolation (uppsamling), ytavrinning, långsam dränering i öppna system och fördröjning i dammar och våtmarker.

Att använda blågröna strukturer som kombinerar vatten och grönstruktur ökar möjligheterna att utnyttja ekosystemtjänster som bidrar till att minska risken för översvämningar och öka förmågan till återhämtning efter en störning. Voskamp & Van de Ven (2015) skriver om verktyget *Adaption Support Tool*, vars syfte är att underlätta val av blågrön anpassningsåtgärd. En AST presenterar en lista över åtgärder som är lämpliga för rådande förhållanden på en viss plats, samt gör en effektiv bedömning och ger en snabb insyn i utförandet av planerade anpassningsåtgärder.

En stor utmaning ligger enligt litteraturen i att samordna olika kunskapsområden som berör hantering av dagvatten i planeringsprocessen (Voskamp & Van de Ven, 2015), vilket är en annan utmaning för det kommunala styret. Jag har funnit verktyget Adaption Support Tool, AST, vara intressant för att ambitionen inte endast är att hitta bra kombinationer av anpassningsåtgärder, utan även underlätta samarbetet mellan olika berörda aktörer. Hållbar dagvattenhantering är ett högst tvärvetenskapligt område vilket i sig är ett hinder som måste överbryggas. Det är en problematik som nämns i flera av de källor som använts i denna uppsats (Voskamp & Van de Ven, Boverket, Länsstyrelserna, Fletcher et al, Fryd et al).

Alla metoder som gör anspråk på att vara hållbara bör inkludera såväl miljömässiga som ekonomiska och sociala perspektiv (Fryd et al, 2012). Ur den synvinkeln menar jag att mångfunktionella ytor som Boverket (2010) skriver om och blågröna metoder (Voskamp & Van de Ven, 2015) är extra intressanta. I en utvecklad blå och grön struktur finns goda möjligheter för stadens vatten att omhändertas på ett sätt som ökar resiliensen mot översvämningar, torka och som minskar värmeöeffekten. Blågröna och mångfunktionella ytor kan stärka en stads attraktivitet och gynna folkhälsan. Möjligheterna att utforma och implementera anpassningsåtgärderna på olika sätt är säkerligen mycket stort och bör kunna ge mervärden som rekreation, förbättrat stadsklimat och ökad biologisk mångfald.

Avslutande reflektion

De källor jag använt har gett mig en helhetsbild av urbana översvämningar och långsiktiga strategier som kan användas för att uppnå hållbara dagvattensystem. Arbetet hade givetvis kunnat utvecklas genom användandet av fler källor som visar på alternativ till de metoder som jag hittat för att ge en grund för en mer utvecklad diskussion. Jag vill inte påstå att uppsatsen verkligen visar på *samtliga* strategier som används i Sverige för en dagvattenhantering anpassad till en förändras nederbörd.

Uppsatsen berör inte översvämningshanteringen ur ett mer kortsiktigt perspektiv, som innefattar insatser just innan och under en översvämning. Inte heller något om återuppbyggnadsarbeten av skador som en översvämning kan orsaka i en stad. En annan vinkling hade kunnat vara hur förlorade strukturer kan återuppbyggas med integrerade lösningar efter en översvämning.

Det hade varit intressant att intervjua personer som har en med professionell syn på frågan frågor som rör dagvattenhantering. Det hade också varit mycket intressant att genom intervjuer få en inblick i hur olika kommuner arbetar med dagvattenfrågan, för att på den vägen ta reda på hur arbetet ser ut och vilka brister där finns. Redan i början av skrivandet bedömde jag att tidsåtgången till ett sådant projekt hade varit för stort för att rymmas inom ramen för en kandidatuppsats.

5. Referenser

Boverket (2009). Bygg för morgondagens klimat: anpassning av planering och byggande.

Tillgänglig via:

http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2009/bygg_for_morgondagens_klimat.pdf [2015-07-30]

Boverket, Mångfunktionella ytor - klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur (2010). Tillgänglig via:

http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf, [2015-07-23]

Fletcher, T.D. Andrieu, H. Hamel, P (2012). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in water resources*. no. 51. 2013, sid. 261-279.

Fryd, O. Dam, T & Bergen Jensen, M (2012). A planning framework for sustainable urban drainage systems. *Water Policy*. no 14. 2012.

Jha, Abkas K. Bloch, Robin. Lamond, Jessica (2011). *Cities and Flooding A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. Washington, D.C. The World Bank.

Lantmäteriets hemsida. Tillgänglig via: <http://www.lantmateriet.se/sv/Kator-och-geografisk-information/Hojddata/Fakta-om-laserskanning/> [2015-07-31]

Länsstyrelserna (2012). Klimatanpassning i fysisk planering – vägledning från länsstyrelserna.

Lönngren, G (2001). Vatten i dagen – exempel på ekologisk dagvattenhantering. *Stad & Land* nr 165. Movium SLU.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hemsida. [online] tillgänglig via:

<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamning/> [2015-07-27]

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2013). Pluviala översvämningar – konsekvenser vid skyfall och tätorter. En kunskapsöversikt. tillgänglig via:

https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/h%C3%A4ndelsescenario%20klimatf%C3%B6r%C3%A4ndringar%20SKYFALL.PDF [2015-05-13]

Naturvårdsverket (2013). FN:s klimatpanel: Klimatförändring 2013: Den naturvetenskapliga grunden: Sammanfattning för beslutsfattare. Rapport 6592.

Nyberg, L (2008). Översvämningar och riskhantering – en forskningsöversikt. Centrum för klimat och säkerhet. Karlstads universitet.

Tillgänglig via: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/24693.pdf> [2015-07-23]

Miljö- och energidepartementet, Klimat och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60. [online].

Tillgänglig via: [sverige-infor-klimatforandringarna---hot-och-mojligheter-kapitel-4-sou-200760.pdf](http://www.sou.se/200760.pdf) [2015-07-24]

Stahre, P (2008). Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden. VA SYD.

Voskamp, I.M. Van de Ven, F.H.M (2015). Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*. 2015. vol 83. sid 159-167.

Figurförteckning

- Figur 1 (s. 10) Stahre, P (2008). Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden. VA SYD. s. 7
- Figur 2 (s. 11) Nyberg, L (2008). Översvämningar och riskhantering – en forskningsöversikt. Centrum för klimat och säkerhet. Karlstads universitet. [online] tillgänglig via: [2015-07-23]. s.12
- Figur 3 (s. 12) Nyberg, L (2008). Översvämningar och riskhantering – en forskningsöversikt. Centrum för klimat och säkerhet. Karlstads universitet. [online] tillgänglig via: [2015-07-23]. s.24
- Figur 4 (s. 14) Länsstyrelserna, 2012. Klimatanpassning i fysisk planering – vägledning från länsstyrelserna. s. 37.
- Figur 5 (s. 17) Fritt efter bild från Klimatanpassningsportalens hemsida: www.klimatanpassning.se. tillgänglig via: <http://klimatanpassning.se/atgarda/planera-for-anpassning/anpassningsplan-1.5916> [2015-08-10]
- Figur 6 (s. 17) Länsstyrelserna, 2012. Klimatanpassning i fysisk planering – vägledning från länsstyrelserna. s. 44.