



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Köpenhamns skyfallsplan – en förebild?

Bim Troell och Åsa Thidell

Självständigt arbete • 15 hp
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2018

Köpenhamns skyfallsplan – en förebild?

The Copenhagen cloudburst management plan – a role model?

Bim Troell och Åsa Thidell

Handledare: Gunilla Lindholm, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Anders Larsson, 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: 2018

Omslagsbild: Bim Troell och Åsa Thidell

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

Nyckelord: Grönblå lösning, Klimatanpassning, Köpenhamn, Mervärde, Multifunktionalitet, Nederbörd, Resiliens, Skyfall, Skyfallsimplementering, Skyfallsplan, Stadslandskap

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammandrag

Klimatet är i förändring vilket resulterar i nya väderförhållanden och förutsättningar. Fler intensiva regn förväntas bli ett resultat av en ökad medeltemperatur. Det gör att städer behöver planeras och utformas för att klara av de förändrade nederbördsmängderna, vilket blir problematiskt då ytan ofta är begränsad i urbana miljöer. Med detta som utgångspunkt och att Köpenhamn 2011 drabbades av ett extremt skyfall växte ett intresse fram för städernas skyfallshantering som ett sätt att klimatanpassas. Att klimatanpassa städer är ett omfattande ämne och i detta arbete kommer enbart anpassning till skyfall att undersökas. Skyfallet 2011 påverkade Köpenhamns kommun så att kommunen tog ett helhetsperspektiv kring skyfallsproblematiken.

Hur Köpenhamns stadslandskap påverkas av skyfallsplanen studeras i detta arbete utifrån forskning, officiella dokument och platsbesök för att undersöka skyfallshantering ifrån olika aspekter. Arbetet baseras på en litteraturstudie för att förstå innebörden av en skyfallshantering ur ett stadsutvecklingsperspektiv. För att undersöka stadslandskapets påverkan av en skyfallsplan har också en Mervärdesmodell utvecklats. Grönska, vistelse och mobilitet har valts som parametrar för en inriktning mot landskapsarkitektur. Fyra platser som har omgestaltats för att skyfallssäkras har besökts och observerats med hjälp av Mervärdesmodellen.

Arbetet indikerar att efter implementering av en skyfallsplan kan det i stadslandskapet utvecklas multifunktionella platser. Det kan vara av vikt att utvärdera platser som genomgått skyfallsåtgärder för att ta lärdom av tidigare erfarenheter. *De gamles by* och *Tåsinge Plads* har uppnått mervärden med en attraktiv, naturlig och rumsskapande grönska, trots deras begränsade utrymme. *Folehaven* och *Sankt Annæ Plads* är två platser som inte uppnådde samma kvalitét som de två ovannämnda platserna. De hade istället ett mer enformigt uttryck och bristande artrikedom. Att ha i beaktning är dock att de två sistnämnda platserna är trafikerade gator, vilket kan framhäva vikten av att utvärdera varje enskild plats beroende på platsens förutsättningar.

Sammanfattningsvis tyder arbetet på att vatten kan ses som en resurs som blir synlig i stadslandskapet istället för att enbart hanteras som ett problem. Detta är ett sätt att göra urbana miljöer resilienta mot framtida klimatstörningar, i detta arbete mot skyfall. Genom att göra om den traditionella vattenhanteringen som huvudsakligen består av underjordiska rörledningssystem där spillvatten blandas med regnvatten omformas systemet för att anpassas så att det kan hantera stora mängder regn. Detta bland annat genom lokalt omhändertagande av regnvatten och separata ledningssystem för regn- och spillvatten. Genom att göra om befintliga gator och platser i staden till skyfallsvägar, gröna vägar eller fördröjningsboulevard/platser tillsammans med nedgrävda rörlösningar har Köpenhamn planerat för en infrastruktur som ska kunna avleda och fördröja regnvatten till recipienter, bort från områden där vattnet inte riskerar att orsaka skada.

På grund av osäkerheten kring klimatförändringarnas påverkan förespråkar ett flertal forskare att flexibla lösningar som består av grönblå metoder är att föredra. Grönblå lösningar har dessutom potential till att bidra till mervärde och multifunktionella platser i urbana miljöer. En oro nämns dock i flera studier att dessa värden försummas när rörlösningar får ta för mycket utrymme i skyfallsimpliceringarna och Köpenhamn nämns som ett exempel på detta. Problematiken kring skyfallssäkring beror dock på svårigheten i att göra om befintlig struktur, volymen vatten som ska hanteras vid skyfall och ekonomiska aspekter. Dessa faktorer tillsammans med visionen att mervärden ska inkorporeras med skyfallslösningar när en plats görs om, och samtidigt ha kapacitet att skyfallssäkra staden gör det hela komplext.

Abstract

Climate change with increasing global average temperatures will result in new weather conditions characterized by more frequent and intensive rains. This means that city planning and design preparing for this change in precipitation becomes necessary, due to lack of space in the urban environment such planning may be challenging. Our interest in the subject of city climate adaptation started from the extreme cloudbursts in Copenhagen in 2011, leading us to focus our work on the possibilities to prepare for similar events in the future. To make a city climate resilient is an extensive matter, and thereby this paper is limited to cloudburst management as an act of climate adaptation.

The cloudburst 2011 affected the city of Copenhagen and forced them to take a new holistic approach to the cloudburst plan. How Copenhagen's urban landscape is influenced and affected by the cloudburst plan is studied through research, official documents and site visits to examine cloudburst. This to include various aspects for better understanding of this complex subject. A literature study was conducted to understand how the influence of a cloudburst management plan can affect urban development. Three parameters (Greenery, Residency and Mobility) were considered to be important for how the cloudburst implementations impact on the urban landscape, and thereby an Amenity value model has been developed.

Four sites which have been redesigned to be able to handle cloudburst have been visited and observed through the Amenity value model. This paper indicates that in the city landscape, multifunctional spaces can be developed after cloudburst implementation. *De gamle by* and *Tåsinge Plads* are two places that achieved amenity values with a more attractive, nature inspired design and space creating greenery, despite their limited space, after cloudburst implementation. *Folehaven* and *Sankt Anna Plads* are both places that did not achieve the same qualities as the two earlier presented places. Instead, they had a more monotonous expression and a lack of species diversity. The fact that *Folehaven* is a busy road and *Sankt Anna Plads* is a street placed in the central of Copenhagen are two parameters worth taking into consideration.

Water can be seen as a resource that is worth making visible in the urban landscape, instead of exclusively being seen as a problem. That would be one way to make urban environments more resilient to future climate disturbances in terms of cloudburst. To transform the existing water system into a system that can handle the volume and intensity of future rainfall, the city has to redesign existing traditional water system, that today mainly are being composed of subsurface pipe systems where wastewater is mixed with rain water. This is accomplished by including local treatment of rainwater (LAR-solutions) and separated wastewater and rainwater pipe systems. By remaking existing streets, roads and places in the city to become cloudburst roads, green roads or delay/detain roads/places, the city of Copenhagen has planned for an infrastructure that is supposed to delay and divert rainwater to recipients, away from areas that are put to risk because of the damage the rainwater can cause.

Because of the uncertainty regarding how the climate change will affect the future, flexible solutions that integrate green blue methods are preferred and many researchers argue for this being the best strategy. Furthermore, green-blue solutions have potential to add amenity values and multifunctional sites in the urban environment. One main concern is the risk that amenity values are neglected if pipe solutions are given too much space in cloudburst implementation. Copenhagen is mentioned as one example where this was the case. Another challenging task is to rebuild and change existing structure, cope with the massive volume of water and economic aspects that cloudburst implementation brings. This combined with the question of how amenity

values are supposed to be incorporated with cloudburst solutions to improve the urban landscape and at the same time create a capacity that is enough to cloudburst secure the city makes the issue very complex.

Förord

Detta kandidatexamensarbete handlar om Köpenhamns skyfallsarbete och hur det kan komma att påverka stadslandskapet i Köpenhamn. Ett aktuellt ämne som vi båda velat djupdyka i under landskapsarkitektursutbildningen.

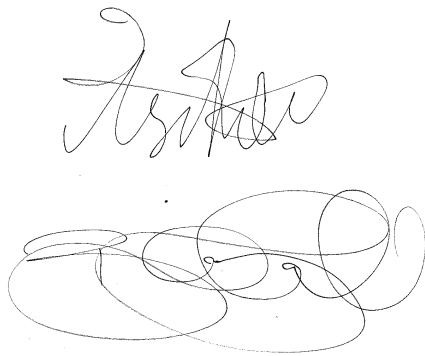
Nu i slutet av maj är vi glada och lättade över hur detta arbete mestadels flutit på. Endast en gång var det nära droppen att känslorna svämmade över, men gemensamt svalde vi flodvågen av frustration och surfade vidare på nästa våg av energi som detta samarbete har översköljt oss med.

Jag, Åsa är tacksam över att ha fått lära känna Bim under detta arbete, en person vars känslor kan liknas vid ebb och flod. Ebben är aldrig långvarig utan den starka floden höjer snabbt nivån. Utan dig hade jag varit strandsatt.

Jag, Bim är tacksam för Åsas undervattensströmmar som har dragit mig ner på djupet i detta drypande ämne. Tacksam för hennes stora famn som omfamnar en likt ett intensivt sommarregn.

Gemensamt vill vi tacka Eva Löfgren som tålmodmässigt rättat syftningsfel och kommit med bra input. Tack Anders Kristoffersson för ett givande och spännande samtal om komplexiteten i skyfallshantering och tack Hanna Leufven för bra feedback under kursen. Vi vill särskilt tacka Gunilla Lindholm för bra handledning och styrning mot rätt kurs i både vått och torrt!

Åsa och Bim
Alnarp 2018-05-23



Innehållsförteckning

Sammandrag	
Abstract	
Förord	
Innehållsförteckning.....	7
Bildförteckning.....	8
Inledning.....	9
BAKGRUND.....	9
BEGREPPSDEFINITIONER	10
SYFTE OCH MÅL.....	13
FRÅGESTÄLLNING.....	13
MATERIAL OCH METOD	14
<i>Förhållningsätt</i>	14
<i>Litteraturstudie</i>	15
<i>Dokumentstudie</i>	15
<i>Platsbesök och observationer</i>	15
<i>Mervärdesmodell</i>	16
<i>Samtal med dagvattenforskare</i>	17
AVGRÄNSNINGAR	18
Litteraturstudie	19
FRAMTIDENS KLIMATPROGNOSER.....	19
DAGENS STAD - SKYFALLSPROBLEMATIK?	19
SKYFALLSHANTERING INOM STADSUTVECKLING.....	21
Dokumentstudie.....	24
KÖPENHAMNS SKYFALLSPLAN	24
KONKRETISERING AV KÖPENHAMNS SKYFALLSPLAN.....	26
BESKRIVNING AV DE SJU KONKRETISERINGARNA AV SKYFALLSPLANEN	28
KLIMATANPASSNINGSPROJEKTET 2017 MED PROJEKTPAKET 2019.....	30
Platsbesök & Observationer	32
DE GAMLES BY.....	32
FOLEHAVEN	34
SANKT ANNÆ PLADS.....	36
TÅSINGE PLADS.....	38
Reflektion av platsbesök.....	40
Samtal med dagvattenforskare.....	42
Metodreflektion.....	44
Diskussion.....	46
Slutsats	50
Avslutande kommentar.....	51
Referenslista.....	52
BILAGA	60

Bildförteckning

Omslagsbild: Foto: Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Tåsinge Plads.

Figur 1., Figur 2., Figur 4., Figur 11., Figur 18., Figur 25. Illustrationer: Bim Troell, Landskapsarkitektstudent. (2018-05-03). Alnarp. Adobe Illustrator CC. Baseras på kartunderlag i Konkretisering af skybrudsplan København Vest og Frederiksberg Vest huvudrapport, s.1. (Köpenhamns kommun, Frederiksbergs kommun, HOFOR, Frederiksberg Forsyning, Rambøll, Atelier Dreiseitl. (2013). *Konkretisering af skybrudsplan København Vest og Frederiksberg Vest*. Tillgänglig: kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1186_rp4XquX5Xp.pdf [2018-05-07]).

Figur 3., Figur 10., Figur 17., Figur 24. Illustrationer: Bim Troell, Landskapsarkitektstudent. (2018-05-31). Alnarp. Adobe Illustrator CC. Baseras på kartunderlag från GoogleMaps. Sökord: *De gamles by, Folehaven, Sankt Annæ Plads* och *Tåsinge Plads*.

Figur 5., Figur 6., Figur 8., Figur 9. Foton: Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: De gamles by.

Figur 12., Figur 13., Figur 15., Figur 16. Foton: Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Folehaven.

Figur 19., Figur 20., Figur 22., Figur 23. Foton: Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Sankt Annæ Plads.

Figur 26., Figur 27., Figur 29., Figur 30. Foton: Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Tåsinge Plads.

Figur 7. Ifyllnad av medvärdesmodellen (Bilaga 1.). Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: De gamles by.

Figur 14. Ifyllnad av medvärdesmodellen (Bilaga 1.). Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Folehaven.

Figur 21. Ifyllnad av medvärdesmodellen (Bilaga 1.). Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Sankt Annæ Plads.

Figur 28. Ifyllnad av medvärdesmodellen (Bilaga 1.). Bim Troell och Åsa Thidell, Landskapsarkitektstudenter. (2018-04-26). Köpenhamn: Tåsinge Plads.

Inledning

Bakgrund

Köpenhamns kommun (tillsammans med kommunen Frederiksberg som ligger innesluten i Köpenhamns kommun) arbetar kommunöverskridande och tar ett helhetsgrepp angående skyfallsproblematiken. Forskningsläget visar att Köpenhamn praktiserar en skyfallsplanering som flera väljer att studera. Många forskare har studerat arbetet med Köpenhamns skyfallshantering, exempelvis Abunnasr et al. (2013), Brudler et al. (2016), Lerer et al. (2017), Liu och Jensen (2017), Liu och Jensen (2018), Madsen et al. (2016), Smit Andersen et al. (2017) och Zhou (2014).

Det föll cirka 100 mm regn inom en timme under skyfallet i Köpenhamn den andra juli 2011. Ett extremregn i Danmark definieras av att det faller 15 mm nederbörd inom trettio minuter (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Skyfallet fick förödande konsekvenser och en dyr reparationsnota, därefter har arbetet med att skyfallssäkra Köpenhamn utvecklats (Carlander 2016). Händelsen anses vara vändpunkten för Danmarks strategier gällande dagvattenhantering (Fink 2014 se Haghigatafshar et al. 2014). Författarna menar att Köpenhamn tidigare har förlitat sig på ett underjordiskt avloppssystem för att nu införa klimatanpassade skyfallssystem.

DMI (Danmarks Meteorologiske Institut) (2018) beskriver den förväntade förändringen av klimatet i Danmark med mer extremväder och kraftigare stormar. Framförallt förväntas nederbörden bli mer intensiv främst under sommarmånaderna när det väl regnar, men att det under de torra perioderna under året riskerar att bli torrare (DMI 2018).

Nederbörden i Danmark förväntas att öka med 25-55% under vinterhalvåret då jordens medeltemperatur förväntas bli högre (Köpenhamns kommun 2011, s. 13). Till nästa sekelskifte beräknas Danmarks totala nederbörd att öka med 30 % i förhållande till dagsläget (van Hattum et al. 2016, s.39). Sammanfattningsvis förväntas det regna intensivare när det väl regnar under sommaren men generellt regna mer under vintern.

Arnbjerg-Nielsen (2013) betonar att trots förväntade beräkningar för att ta fram framtida nederbördsmängder och intensitet hämmas förståelsen för hur staden bör omstruktureras på grund av osäkerheten kring framtiden. Att ta hänsyn till klimatförändringarna med en flexibel metod, som kan klara av att omdimensioneras för olika vattenmängder, kan bli väsentligt för stadsutvecklingen.

Att se till skyfallshantering som en del av städers klimatanpassning ingår i en allmän diskurs avseende hållbar stadsutveckling. Åtgärderna för att hantera skyfall kan formas så att de kan ge multifunktionella mervärden till stadsutvecklingen, exempelvis med sociala, rekreativa och gröna inslag. Landskapsarkitektens roll kan vara central i utvecklingen av dagvattenlösningar och omformningen av stadsrummen för att möta de tekniska och sociala aspekterna i skyfallshanteringen.

Begreppsdefinitioner

Dagvatten

Regnvatten på mark och hårdgjorda ytor som hanteras i öppna eller slutna vattenledningssystem (VA SYD 2017a).

Ekosystemtjänster

“Ekosystemtjänster tydliggör landskapets mångfunktionalitet” (Miljödepartementet 2013, s.10). Ekosystemtjänster är direkta och indirekta tjänster från naturen som människan är i behov av (Miljödepartementet 2013, s.7). De ekosystemtjänster som arbetet främst syftar till är skydd mot extremväder, vattenrening, klimatanpassning, sinnlig upplevelse, sociala interaktioner och hälsa (Keane et al. 2014).

Grönblå infrastruktur

I det här arbetet används begreppet grönblå infrastruktur som ett samlande begrepp för ett nätverk av grönska och vatten där befintlig infrastruktur kan bli berikat med naturbaserade inslag. Grönblå infrastruktur är infrastruktur för människor, vegetation och djurliv, där det ges plats och utrymme för ekosystemtjänster.

Grönblå lösning

Implementering av lösningar som använder sig av grönska och en synlig användning av vatten för att hantera skyfall och nederbörd. Förenklat innebär det att regn inte enbart leds undan i ledningar utan hanteras på plats där det faller och fördröjs.

HOFOR

Ett kommunalt bolag i Köpenhamns kommun som ansvarar för stadens energi och vatten (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2013), kan liknas vid en dansk motsvarighet till VA-syd. HOFOR beräknar dimensioneringen för skyfallsprojekt och har framförallt ansvar för skyfallsledningar (rörlösningar) och skyfallslösningen som kallas grön väg (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2017a).

Klimatanpassning

En stad eller ett lands strategi för att ställa om så att en större motståndskraft mot klimatförändringar inrättas (SMHI 2017a).

LAR

Den danska termen LAR (Lokal användande av regnvatten) innebär att dagvatten tas om hand lokalt med gröna lösningar och minskar därmed påfrestningen på rörledningssystem (Aabling et al. 2011 se Madsen et al. 2016). LAR-lösningar kan sägas utgöras av grönblå lösningsprinciper. I arbetet används grönblå lösningar och LAR-lösningar likställt.

Mervärde och mjuka värden

I det här arbetet används begreppet mervärde och mjuka värden utifrån vilken grad utformningen och gestaltningen av en plats skapar förutsättningar för att värden och användarmöjlighet ges utrymme utöver den tänkta funktionen av platsen. Begreppet är snarlikt multifunktionalitet men ser mer till upplevelsen av en plats än en plats fysiska funktion.

Multifunktionalitet

Termen definieras av Köpenhamns kommun och avser på vilket sätt en plats förutsättningar, utformning och gestaltning skapar möjlighet eller tillför andra funktioner (än den primärt tänkta funktionen att ta emot skyfall) (Köpenhamns kommun 2014b). I det här arbetet används begreppet multifunktionalitet även utifrån hur icke ensidig eller riktad funktionen av en plats är. Desto mindre riktad eller obestämd funktion en plats ges ju mer multifunktionell kan platsen vara.

Naturbaserade lösningar

I det här arbetet används begreppet naturbaserade lösningar om implementeringar vars mål är att efterlikna naturen i sin utformning och funktion (European Commission 2015).

Recipienter

En mottagare dit vatten leds vid nederbörd, till exempel hav, sjö eller bassäng.

Resiliens inom klimatförändringar

Millennium Ecosystems Assessment (2005) menar att förutom människans påverkan på den globala uppvärmningen leder mer extrema väder till att en ”ökning” av naturkatastrofer sker då människan försvagat ekosystemens resiliens, förmågan att hantera störningar. Om naturbaserade system i staden stärks kan de skapa förutsättningar att kunna hantera framtida förändringar och följaktligen bli klimatanpassade (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2013).

Skyfall och återkomsttid

Ett extremregn i Danmark definieras då det faller 15 mm nederbörd inom 30 minuter (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Skyfall och extrema regn definieras utifrån sannolikheten för att en viss vattenmängd ska falla under en bestämd tid samt sannolikheten för att ett likadant scenario ska inträffa igen (återkomsttid). Ett 100-års regn faller med en sannolikhet på 1 % per år eller sannolikt en gång på 100 år (SMHI 2018; SMHI 2017b).

Spillvatten

Orent vatten från hushåll och verksamheter, från toalett, dusch, köksavlopp (VA SYD 2017a).

Stadslandskap

Stadslandskap är ett helhetsbegrepp men i detta arbete avses främst urbana platser där natur, infrastruktur, bebyggelse och social interaktion möts.

Terminologi som används vid skyfallshantering

Terminologin inom hållbar och urban skyfallshantering/dagvattenhantering är komplex och har utvecklats lokalt vilket gör att den kan behöva förtydligas för att kunna kommunicera och öka utbudet av kunskap mellan länder och olika yrken (Fletcher et al. 2014). Författarna nämner några exempel: BMPs – best management practices, GI – green infrastructure, JCUD – joint committee on urban drainage, LID – low impact development, IUWM – integrated urban water management, LIUDD – low impact urban design and development, SCMs – stormwater control measures. I Sverige används termen LOD (Lokalt omhändertagande av dagvatten).

En term som ofta används i Europa är SUDS (sustainable urban drainage systems) (a.a.). Huvuddragen är att främja och bevara system som liknar naturens och vattnets kretslopp (Fletcher et al. 2014). Vidare skriver författarna att SUDS inkluderar hållbarhetsbegreppet i sin helhet vilket berör fler funktioner än endast vattenavledning. Metoden har således fått utrymme i stadsplanering. Systemet SUDS kan likställas med det danska systemet LAR (Fletcher et al. 2015). Vidare används både LAR och SUDS i litteraturoversikten.

Kina behandlar skyfallsproblematiken genom ett initiativ som kallas Sponge Cities (Jiang et al. 2018).

Process för Köpenhamns arbete med skyfallsimplementering



Klimatanpassningsplan

2011 publicerade Köpenhamns kommun en klimatanpassningsplan vars syfte är att definiera kommunens utmaningar, strategier och mål för att klimatanpassa staden.

Skyfallsplan

Dokument är framtaget 2012 för att definiera strategin som kommunen har för att skyfallssäkra staden.

Konkretisering av skyfallsplan

Köpenhamn och Frederiksbergs kommuner är indelade i sju delområden som var och en har ett utvecklat dokument baserat på skyfallsplanen där kommunerna fördjupat går in på skyfallsåtgärder och strategier för varje område. De publicerades 2013-2014.

Klimatanpassningsredogörelsen 2017 med projektpaket 2019

Teknik- och miljöförvaltningen presenterar löpande förslag till projekt i samband med en klimatanpassningsredogörelse som har till syfte att belysa nya riktlinjer för att förverkliga skyfallsplanens vision och dessutom ge en statusuppdatering av påbörjade och slutförda projekt.

Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att bidra till kunskap om hur städer kan klimatanpassas med hjälp av en skyfallsplan och hur det påverkar stadslandskapet. En ny typologi av begrepp och tillvägagångssätt inom den urbana stadsutvecklingen har vuxit fram vilket påverkar utformningen av staden. Detta är ett område som blir mer och mer aktuellt för landskapsarkitekten som därför bör ingå i kompetensen att gestalta hållbara miljöer.

Målet med detta arbete är att beskriva och förstå hur Köpenhamn har arbetat för att skapa en resilient stadsutveckling avseende regnvatten genom en litteraturstudie av forskningsfronten och en dokumentstudie av officiella dokument framförallt från Danmark.

Arbetet tar upp processen av Köpenhamns arbete från att ha upprättat en skyfallsplan till att påbörja konkretiseringen av dess implementeringar. Hur ter sig en övergripande skyfallsplan i verkligheten? Arbetet kan således inspirera till fortsatt forskning som utvärderar de mjuka och multifunktionella värdena, vilka har potential att bidra till utformandet av stadslandskapet vid skyfallsimplementeringar.

Frågeställning

I detta kandidatexamensarbete ska följande frågor undersökas.

Vad innebär skyfallshantering i ett stadsutvecklingsperspektiv?

Vilka åtgärder vidtar Köpenhamn för att klara av framtida skyfall?

Hur påverkas stadslandskapet i Köpenhamn av implementeringen av skyfallsplanen?

Material och metod

Förhållningssätt

Arbetet kommer att utgå från kvalitativ forskning för att upptäcka och förstå betydelsen av skyfallshantering och vad det innebär för stadslandskapet. En kvalitativ metod utövas genom att datainsamling och analys sker samtidigt, samt strävan efter att skapa en helhetsbeskrivning av frågeställningen (NE 2018). Inom kvalitativa studier utformas ofta en egen variant av metoden (Patel & Davidson 2011). Det sker i detta arbete genom att resultatet består av en litteraturstudie, dokumentstudie och platsbesök som vävs samman i diskussionen. Resultatet kompletteras av en dialog med en dagvattenforskare.

För att inte begränsa tillfället att utforska ytterligare aspekter av de studerade frågeställningarna hålls de öppna i sin formulering. Med inspiration av fallstudiemetoden som enligt Denscombe (2014, ss.91-93) utgår från ett specifikt fall, för att lyfta generella slutsatser, ser arbetet till förändringar i stadslandskapet som uppstår i samband med en skyfallsplan. En fallstudie grundas på empirisk data som studerar ett ämne i dess verklighetsbaserade kontext (Yin 2009, s.18). Denscombe (2014, ss.103-104) påpekar att det finns en osäkerhet kring att göra tillförlitliga generaliseringar utifrån en fallstudie men att det kan underlätta möjligheten att kombinera olika metoder och ge en helhetsbild av ett specifikt ämne.

Arbetet är explorativ (utforskande), en strategi som används då det finns luckor i kunskapsläget för ett specifikt ämne (Patel & Davidson 2011). Arbetet undersöker inledningsfasen av skyfallsplanens implementering, eftersom att det inte finns tillräckligt med underlag för att utvärdera skyfallsplanens inverkan i stort då mycket kvarstår att förverkliga. Att från början bedöma slutförda projekt kan förhoppningsvis ge erfarenheter och kunskap för kommande planering.

Metoden är även deskriptiv (beskrivande) då resultatet består av en beskrivande del av klimatförändringar, dagens skyfallsproblematik och skyfallshantering globalt, ett tillvägagångssätt som används för att beskriva några aspekter av skyfallshantering som en del av klimatanpassning (Patel & Davidson 2011). Detta gör det möjligt att dra paralleller och slutsatser gentemot frågeställningarna.

Det vetenskapliga förhållningssättet i arbetet bedrivs inom den empirinära forskningsansatsen genom att studera, bearbeta och analysera Köpenhamns skyfallsplan och implementering, både genom officiella dokument och platsbesök. Ansatsen kräver inte en teoretisk utgångspunkt om syftet är att induktivt (erfarenhetsmässigt) bidra med en platsbunden teori (i detta arbete baserad på Köpenhamn) som gäller för ett specifikt fall (Patel & Davidson 2011). Arbetet är följaktligen tänkt att ske induktivt, frågeställningarna studeras utifrån ett enskilt fall (Köpenhamns skyfallsplan) utan att ha förankrats i en bestämd teori och materialet grundar sig på empiriskt underlag. Resultatet kommer dock inte att formuleras till en allmängiltig teori som skulle gett högre reliabilitet och validitet, vilket Patel och Davidson (2011) benämner att induktiv forskning har som mål att uppnå. Eftersom Köpenhamns skyfallsplanering är i inledningsfasen av skyfallsimplementeringen kan det blir svårt att formulera en allmängiltig teori. Arbetet kan istället öppna upp för framtida kunskapssökande så att platser som åtgärdats enligt skyfallsplanen också ska kunna att bedömas utefter kvalitativa effekter, så som upplevelse och funktion. Anledningen till detta är att dessa effekter kommer att vara viktiga i stadsmiljön ända tills ett skyfall faktiskt

drabbar staden. En svaghet med det induktiva arbetssättet är dock, eftersom studien inte utgår strikt från en teori, att författarnas tidigare erfarenheter och kunskap kommer att påverka resultat och slutsats (Patel & Davidson 2011).

Datatriangulering sker i undersökningen genom att ett flertal metoder och informationskällor används (litteraturstudie, dokumentstudie, platsbesök och samtal med dagvattenforskare). Denscombe (2014, ss. 221-225) framhåller att flera datainsamlingsmetoder kan ge en validerad och varierad uppfattning av ämnet. Vidare menar författaren att triangulering inte måste uppnå en definitiv sanning, vilket det här arbetet inte har som syfte. Trianguleringsanalysen sker framförallt i den slutgiltiga analysen då resultatet av insamlat material från de olika tillvägagångssätten diskuteras utifrån frågeställningarna för att förstå begreppet ”skyfallshantering” ur olika perspektiv.

Litteraturstudie

Det empirinära förhållningssättet vävs samman med vetenskaplig litteratur som sammanställer delar ur forskningsfronten inom skyfallshantering som en del av klimatanpassning i städer. Det är främst vetenskapligt granskade och publicerade artiklar som använts för att förklara och förstå den nuvarande situationen av städers klimatanpassning och dagvattenhantering, kunskap som kan kopplas samman med dess betydelse för den urbana miljön. Även om detta arbete inte funnit vetenskapliga studier som direkt riktar sig mot hur stadslandskapet upplevs efter skyfallsinsatser, har de vetenskapliga studierna en väsentlig roll i diskussionen kring skyfallshantering. Klimatprognoser används för att beskriva bakgrunden till uppkomsten och behovet av en skyfallsplan.

Dokumentstudie

I arbetet används planeringsdokument från Köpenhamns kommun, trots att dokumentstudier enligt Justesen och Mik-Meyer (2011) se Lane (2017) inte är självklart för det empiriska tillvägagångssättet kan de användas. Dokument kan enligt Denscombe (2014, s. 319) likväl hanteras som en primärkälla, därför ses dokumenten som empirinära data i arbetet. Materialet sammanställs i en innehållsanalys, främst i diskussionen genom att beakta hur stor del av innehållet som riktas åt hur skyfallsimplementeringar kan skapa mervärden och hur stor del som koncentreras på tekniska aspekter i skyfallshanteringen. Detta presenteras genom en beskrivande sammanfattning. Utifrån frågeställningarna tillämpas i diskussionen en tolkning av hur dokumentens visioner kommer att påverka stadslandskapet utifrån ett mervärdesperspektiv och verkliga observationer.

Platsbesök och observationer

Genomförandet av detta arbetes platsbesök sker med deltagande observationer som baseras på upplevelser och intryck, utifrån tre valda aspekter: grönska, vistelsevärde and mobilitet. Registreringen av observationerna sker i form av fotografier, anteckningar och genom den för arbetet utarbetade Mervärdesmodellen (se nedan). Analyserna vid platsobservationerna utförs inte med användning av mätinstrument, utan av upplevelsebaserade intryck. Det innebär att resultatet till stor del blir subjektivt, vilket kommer att påverka resultatet och diskussionen.

Mervärdesmodell

Mervärdesmodellen är inspirerad av Ann Bergsjös modell för platsanalys (opublicerat 2014) och The Copenhagen Model. Köpenhamns kommun tillsammans med SLA Architects har tagit fram The Copenhagen Model som ska fungera som stöd/vision vid såväl stadsutvecklingsprojekt som vid urbana klimatanpassningsprojekt (SLA Architects et al. 2016, s. 22). Modellen baseras både på upplevelsevärden (amenity values) och nyttovärden (utility values) (ibid.).

Mervärdesmodellen som används för arbetet är förenklad och anpassad till aktuella platsobservationer. Modellen fylls i under platsbesöket, se Bilaga 1. Mervärdesmodell. Under platsobservationerna fylls modellen i, ju mer och kraftigare ifylld en parameter är, desto mer intensivt upplevs den på platsen. Beskrivningar och tolkningar vävs sedan samman med den teoretiska kunskapen som erhållits från vetenskapliga artiklar, skyfallsplanen och konkretiseringsdokument. För framtida studier kan det vara värt att beakta att om fler personer genomför Mervärdesmodellen ökar chansen att generella slutsatser kan dras. I framtiden kan dessutom användning av en mer utvecklad modell som är modifierad efter beprövad erfarenhet göra det enklare för den deltagande observatören att distansera sig från sig själv.

Modellen baseras på observation och beskrivningar av:

Grönska

- grönskans upplevda omfattning
- rumsskapande
- variation (art, uttryck, form)

Vistelsevärde

- estetiskt uttryck
- möjlighet till aktivitet
- möjlighet till rekreation

Mobilitet

- fördelning av gaturummet
- tempo

De tre aspekterna anses i litteratur- och dokumentstudien vara väsentliga för att ge mervärden åt platser som omgestaltas i samband med skyfallsimplementering.

Grönska

I klimatanpassningsplanen framhålls det att genom att göra Köpenhamn grönare blir staden också mer klimatanpassad och ges en större möjlighet att klara av framtida väderförhållanden. Samtidigt bidrar grönskan till att höja livskvaliteten i Köpenhamn. Gröna implementeringar kan ge multifunktionella lösningar som kan hantera skyfall, motverka värmeöar och gynna en variationsrik biodiversitet (Köpenhamns kommun 2011, s. 57).

Vistelsevärde

I skyfallsplanen och i konkretiseringarna av skyfallsplanen påpekas vikten av att Köpenhamns ytor behöver vara multifunktionella och att gatumiljön ska kunna ge möjlighet att vistas på, främja mänsklig interaktion och aktivering av människor (Köpenhamns kommun 2013, 2014; Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012).

Mobilitet

Köpenhamns skyfallsimplementering baseras på en infrastruktur som är uppdelad i en hierarki av skyfallsvägar, skyfallsboulevarder, gröna vägar, kanaler och rörlösningar m.m. vilka har olika funktioner för att hantera regnvattnet (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Skyfallsåtgärderna tar ofta befintliga gator i anspråk och därför kan det vara intressant att se till tempot och hastigheten runt platserna och fördelningen av gatuutrymmet för olika trafikslag.

Samtal med dagvattenforskare

Samtalet ses som ett komplement till litteraturstudie, dokumentstudie och platsbesök för att få en djupare förståelse för komplexiteten avseende skyfallshantering i städer.

Genom ett samtal med forskaren Anders Kristoffersson, lektor i företagsekonomi vid institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning, med bakgrund som civilingenjör väg och vatten. Samtalet var kvalitativt och semistrukturerat mot ostrukturerat och utgick från några uppräddade punkter som berör skyfallshantering. Samtalet hade en låg grad av standardisering och strukturering vilket betyder att Kristoffersson fick möjlighet att tolka frågorna och påverka resonemang och association i vidare frågor under samtalet. Samtalet spelades in och i arbetet kommer det att hänvisas till inspelad ljudfil.

Avgränsningar

Att klimatanpassa städer och urbana miljöer är ett alltför omfattande ämne för att i sin helhet bearbetas inom arbetets tidsram, därför fokuserar arbetet på hantering av skyfall i städer med utgångspunkt från Köpenhamn skyfallsplan.

Det framgår att en stadsomvandling som förändrar markanvändningen och ytan i ett område kan ske genom samarbete eller med samtycke från berörda boende (Engberg 2018, s. 140). Det är en komplex fråga att göra om städer och dess utrymmen. Liu och Jensen (2018) poängterar att det både behövs planering utifrån bottom-up och top-down för att kunna planera för en hållbar grönblå och urban vattenhantering. Det är dock en fråga som inte bearbetas i arbetet. Till framtida forskning vore det intressant att jämföra toppstyrd planering gentemot processer som kommer underifrån inom skyfallshantering för att se skillnaden i beslutsfattning, utförande och resultat. Kan det i högre grad resultera i multifunktionella platser med olika mervärden och användarvänlighet om de boende involveras?

Arbetet har bortsett från att gå djupare in på definitionen av skyfalls olika intensitet/återkomsttid och hur det förändras i och med klimatförändringar.

Enligt Klimatanpassningsredogörelsen 2017 med Projektpaket 2019 ska Teknik- och miljöförvaltningen anlägga ungefär 300 stycken kommunala skyfallsprojekt, varav ett femtiotal skyfallsprojekt har startat sedan 2011 och fyra stycken projekt är färdigställda (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2017a). Denna undersökning observerar de fullbordade skyfallsprojekten och den visionära helhetsbilden av Köpenhamn och Frederiksbergs kommuner. Däremot studeras inte pågående eller planerade projekt på platsnivå.

Litteraturstudie

I litteraturöversikten presenteras framtida klimatscenarier, problematiken kring hur dagens städer är utformade för skyfallshantering och forskningen kring skyfallsplanering i städer globalt sett. Mycket av materialet riktas dock mot Köpenhamn.

Framtidens klimatprognoser

Jordens klimat är i förändring och människans utsläpp av växthusgaser i atmosfären är en av de bidragande orsakerna (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change 2014). Effekterna av ett förändrat klimat är flera och det går inte att helt säkerställa framtidens klimat (a.a.).

Framtida klimatprognoser tyder på en ökning av extrema klimatförlopp med extrema väder som konsekvens (IPCC 2014). Jordens medeltemperatur stiger på grund av växthuseffekten, vilket orsakar en stigande havsnivå, sannolikheten av mer intensiva regn och en ökning av antalet värmeböljor (a.a.). Vidare menar rapporten att klimatförändringarna påverkar både naturens ekosystem och människors levnadsvillkor. Sannolikt kan områden belägna längre ifrån ekvatorn drabbas av en ökad nederbörd på grund av det fuktigare klimatet (Collins et al. 2013, s.1032), vilket gör att Skandinavien kan drabbas. Förenklat visar IPCC (2014) att det kommer att falla mer nederbörd på de platser där det är vått och att mängden regn förväntas minska på de torra delarna av jorden. Det blir en större risk för både översvämningar och torrperioder (SMHI 2015, ss. 36-42). Klimatförändringarna genererar temperaturförändringar som kan delas in i olika klimatscenarion med olika förväntade prognoser, vilket skapar ett intervall av möjliga utfall hur klimatet kommer att förändras (SMHI 2015, ss. 36-42). Oavsett vilken prognos som blir realitet förväntas medeltemperaturen att stiga, osäkerheten ligger i hur mycket den kommer att stiga (a.a.). Samma resonemang gäller för förväntad ökning av nederbörd, det är inte enbart regnmängden som ökar utan även intensiteten av regn under kortare tidsintervall (SMHI 2015, ss. 36-42).

Dagens stad - skyfallsproblematik?

Internationellt benämns skyfallshantering med termen *Cloudburst Management*, medan dagvattenhantering går under namnet *Stormwater Management*. Båda är aktuella begrepp inom stadsutveckling och involveras i arbetet eftersom det har uppstått en problematik kring dem i urbana miljöer.

Synen på vatten i staden har utvecklats från att främst ses som ett grundläggande behov av vattenförsörjning för att sedan byggas bort och osynliggöras i urbana miljöer (Wong & Brown 2009). Synsättet på vatten i stadsmiljö har åter förändrats till den så kallade "Water sensitive city" som innebär en hållbar vattenhantering som är motståndskraftig mot klimatförändringar, ses som en resurs och utnyttjar ekosystemtjänster för skyfallshantering i staden (a.a.). Att ställa om till en "Water sensitive city" är en process som går långsamt då det är flera parametrar som spelar in och behövs, så som övergripande åtgärder, en tvärvetenskaplig planering, en flexibel infrastruktur för vatten och allmänhetens förståelse av grönbå lösningar (Wong & Brown 2009).

Liu och Jensen (2018) har studerat fem städer (Berlin, Melbourne, Philadelphia, Singapore och Tianjin Eco-city) som arbetar med stadsvattenförvaltning och grön infrastruktur. Det framkom i studien att det kan uppstå svårigheter att uppnå en "Water sensitive city" på grund av att

utrymmet för grönblå implementering är begränsat, ekonomiska aspekter och yrkesöverskridande arbete. Enligt Liu och Jensens (2018) uppnår ingen av städerna alla kriterier som krävs för att få kalla sig en ”Water sensitive city”, en stad som ser till både framtida klimatförändringar och vattenförsörjning. Vidare menar författarna att det är brist på kunskap om kvantiteten och kvaliteten av olika typer av grön infrastruktur som behövs för att hantera regnvatten.

Stora delar av ytskiktet i urbana miljöer består av ogenomträngliga ytor, både genom att de hårdgjorts, vegetation avlägsnats och marken kompakteras (Whitford et al. 2001). Vidare menar författarna att det rubbar den naturliga vattencykeln som fångar upp, avdunstar, infiltrerar och lagrar vatten. Det leder till en ökad risk för översvämning tillsammans med en ökad intensiv regnmängd (Revi et al. 2014 se Zölch et al. 2017). Problematiken har gjort att naturbaserade (efterliknar naturen och innebär mindre hårdgjorda lösningar) och motståndskraftiga lösningar stöds allt mer av politiker (Eggermount et al. 2001). Zölch et al. (2017) betonar att kvantiteten av grön infrastruktur är viktig för att ytorna ska kunna ta emot skyfall och därmed fylla den tänkta tekniska funktionen. Under 50- och 70-talet försökte man lösa dagvattenproblematiken genom större rörledningar och brunnar, vilket har varit det traditionella sättet att hantera regnvatten (Persson et al. 1990).

Vid skyfall och kraftiga regn är föroreningsrisken extra stor (Persson et al. 1990). Marken blir vattenmättad så att vattnet ej kan infiltreras och rörsystemen blir överfulla så att avloppsvatten tillsammans med dagvatten svämmar över (a.a.). Stora orsaker till förorening av dagvatten är vägtrafik (a.a.) och att vägmateriell slits (Naturvårdsverket 2017, ss. 15-16).

I Naturvårdsverkets (2017) rapport framgår det att dagvatten i anknytning till bebyggelse och trafikerade vägar i högre utsträckning kan vara förorenat av farliga ämnen, både för miljö och hälsa. I och med de förväntade ökade nederbördsprognoserna (DMI 2018) förhöjs risken att skadliga och miljöfarliga ämnen transporteras med regnvattnet till recipienter (Naturvårdsverket 2017, s. 9). Vidare menar Naturvårdsverket att när dagvatten infiltreras lokalt, ges vattnet möjlighet att renas från föroreningar. Dagvatten kan utnyttjas för att bevattna grönytor istället för att ledas till reningsverk eller mottagare och genom infiltration höja grundvattennivån (ibid.).

Enligt Abunnasr et al. (2013) behöver kommuner och länder skapa resilianta stadsmiljöer för att klara av klimatförändringarnas effekter. Författarna fortsätter att beskriva klimatförändringsarbetets omfattning och tidsspann som ett hinder i planeringen. Köpenhamns arbete tas upp som ett exempel som enligt Abunnasr et al. (2013) liknar en klimatmodell som de har utvecklat utifrån ett ’Windows of opportunity’-perspektiv (där de utgår ifrån hur politiken och planeringen hanterar nya villkor). Enligt studien har Köpenhamns kommun visat att trots klimatförändringarnas ovisshet går det att planera för klimatanpassade stadsomvandlingsprojekt. Det uppstod ett ’Windows of opportunity’-tillfälle då kostnaderna efter Köpenhamns skyfall 2011 var så pass höga att de inte gick att ignorera utan åtgärder behövde vidtas (Abunnasr et al. 2013).

Att klimatanpassa staden genom grönblå infrastruktur som tål störningar kan vara ett sätt att skapa förutsättningar för att extrema väder ska bli mindre påfrestande på urbana strukturer (Abunnasr et al. 2013, s. 140). Locatelli et al. (2017) har kommit fram till att urbana områden som tillåter vatten att infiltreras istället för att ledas ner i rör möjliggör att vattenmängden fördelas jämnare i stadsmiljö.

Skyfallshantering inom stadsutveckling

Det traditionella avloppssystemet har som huvudsaklig uppgift att transportera bort vatten från staden, ett system som är omständigt att dimensionera om (Zhou 2014). Författaren framhåller att dagvatten ofta ses som en olägenhet och inte en möjlighet. SUDS-lösningar kan ta hand om vatten på ett flexibelt vis som utformas för att anpassas till framtida klimatförändringar (Zhou 2014). SUDS-lösningar utformas även utifrån andra aspekter, till exempel vattenkvalité, estetiska värden och multifunktionell användning (a.a.). Abunnasr et al. (2013) påpekar att en övergripande, långsiktig och flexibel skyfallsplanering som kan anpassas till nya klimatscenarioer och tekniska framsteg som tar lärdom av genomförda projekt kan behövas för en resilient skyfallshantering. Dock menar författarna att det finns svårigheter med den långsiktiga planeringen då drastiska åtgärder kan behöva implementeras för att skydda staden i fall ett skyfall sker. I Köpenhamns fall kan detta jämföras med implementering av skyfallstunnlar.

Zhou (2014) har gjort en litteraturoversikt och granskat forskning inom hållbar dagvattenhantering. Vidare beskriver författaren att det allmänna intresset för SUDS-lösningar har ökat då vattenkvaliteten förbättras och genom dess potential att förändra stadslandskapet genom kvantitativa och kvalitativa rekreationsytor. Genom SUDS-lösningar kan vattnet ses som en tillgång som inte längre byggs bort eller döljs i stadslandskapet. Vattnet och grönska får möjlighet att involveras i designen och bidra med visuella värden och mänsklig aktivitet (a.a.). Det gör att dagvatten inte endast ses som ett problem och något att bli av med utan har potential att öka biodiversitet, vattentillgångar och bättre mikroklimat i städer (Ashley et al. 2013). Tekniker inom SUDS kan vara genomsläppliga ytor, dammar, våtmarker, nedsänkningar där vatten kan infiltreras, förvaring av vatten, diken och skapa möjlighet att återanvända vattnet (Zhou 2014).

En forskningsstudie från Madsen et al. (2016) tar upp Melbourne och Köpenhamn som två städer vilka har fått uppmärksamhet för hur de bemöter klimatförändringarna och urbaniseringens påverkan på den urbana vattencykeln. Framsteg i arbetet med skyfallshantering hos båda städerna har visat sig vara att de har tydliga strategier, sektoröverskridande arbete och att frågan är prioriterad i stadsplanering (Madsen et al. 2016).

Köpenhamn använder benämningen LAR ”Lokal Användande av Regnvatten” (Vand i Byer 2015 se Fletcher et al. 2014). Tidigare stod förkortningen LAR för ”Lokal Avledning av Regnvatten” (Anthonisen et al. 1992 se Fletcher et al. 2014). Namnbytet skulle kunna indikera ett nytt sätt att se på dagvattenhantering. Tekniken som används i Melbourne benämns WSUD ”Water Sensitive Urban Design” (Madsen et al. 2016). Fletcher et al. (2015) menar att den grundläggande tekniken är likartad hos de båda städerna då de bygger på SUDS-lösningar med naturens sätt att hantera vatten genom fördröjning, avdunstning och infiltrering.

Australien och Köpenhamn har dock drabbats på olika vis av klimatförändringarna vilket inneburit att Melbourne har fokuserat på torka och att kunna ta tillvara på vattnet, då deras vattenförsörjning inte baseras på grundvatten utan regnvatten som måste samlas i ytvattenreservoarer (Madsen et al. 2016). Författarna påpekar att det har gjort att det inte finns några tvetydigheter om att vatten ska ses som en tillgång vid stadsplanering, emellertid saknas klimatanpassade översvänningsåtgärder i Melbourne. Köpenhamn har förlitat sig på vattenförsörjning från grundvattnet och inriktar sig därför i första hand på nederbördsorsakade översvämningar (a.a.).

Madsen et al. (2016) har kommit fram till att Köpenhamns skyfallshantering inte uppnått självklara normer som blivit naturliga i planeringen för implementering av LAR-lösningar men att de är på god väg. Anledningen är att det fortfarande finns meningsskiljaktigheter om vilken som

är den rätta strategin, teknologin och syftet med LAR (a.a.). En fråga som Madsen et al. (2016) lyfter är om LAR är ett system som har tillräckligt med kapacitet och är kostnadseffektivt för att ta emot skyfall. Enligt författarna finns det en risk att Köpenhamns skyfallssystem blir för diffus i planeringen då definitionen av LAR inte är tillräckligt tydlig. En syn är att LARs enda syfte och uppgift är att hantera skyfall, och att då behöva komplettera skyfallsimplementeringen med underjordiska skyfallstunnlar och skyfallsrör, kan förstärka tvivlen om att implementera LAR-lösningar (Madsen et al. 2016). Enligt Madsen et al. (2016) kan det leda till att multifunktionella fördelar med ett naturligt sätt att hantera vatten som gynnar biologisk mångfald och rekreation inte gestaltas för och inte blir en del av implementeringen. Debatten är kopplad till ekonomiska modeller för att påvisa ekonomisk effektivitet av olika lösningar att hantera skyfall (a.a.).

Även Zhou (2014) talar om tvivel som uppstått avseende SUDS-lösningar och tar upp Köpenhamn som exempel genom att lyfta en undersökning av två infiltreringsytor i centrala Köpenhamn under 90-talet. Undersökningen antydde att livslängden på SUDS-lösningen var kortvarig då infiltreringen blev sämre på grund av igensättning. Trots att detta var på 90-talet och tekniken har utvecklats sedan dess kan troligtvis forskning likt denna ligga till grund för osäkerhet kring SUDS-lösningar. Zhou (2014) pekar på att oro gällande SUDS-lösningar uppstår på grund av osäkerhet i drift och skötsel samt brist på reduceringen av vatten vid stora skyfall.

Liu och Jensen (2017) har tolkat Köpenhamn och Beijings skyfallshantering och kommit fram till att städerna arbetar med att fördröja vattnet, men de är beroende av traditionella tekniker för att snabbt avleda vattnet. Tendensen är att grönbå och hållbara lösningar åsidosätts och därmed gynnas inte bidragande effekter som till exempel biologisk mångfald och folkliv i staden (Liu & Jensen 2017). Vidare menar författarna att det beror på att drastiska beslut tas och att det är bristfälligt yrkesöverskridande samarbete och kunskap för att omforma tätbebyggda områden.

Arbetet med skyfallslösningar kan delas in i tre klassificeringar beroende på regnintensitet, en modell som kallas Three Points Approach (Brudler et al. 2016). Det är ett verktyg som har visat sig vara tillämpningsbart vid skyfalls- och dagvattenhantering (Fratini et al. 2012). Zhou (2014) lyfter också fram Three Points Approach som en integrerande strategi mellan olika yrkesprofessioner. Metoden inkluderar ett synsätt som ser regn som ett kommande problem men även som en tillgång (Fratini et al. 2012). Metoden används främst för att uppskatta kvantitativa vattenvolymer och risk för översvämning (Sørup et al. 2016).

De tre klassificeringarna består av:

- Översvämningsskydd (så som skyfallstunnlar som leds till skyfallsrecipienter) vid extrema skyfall, likt ett 100 års regn.
- Traditionella rörledningssystem, det traditionella sättet att hantera nederbörd.
- Implementeringar som i marknivå hanterar vardagligt regn. Lösningarna kan inkludera mervärden och gröna värden där vatten kan ses som en resurs. (Fratini et al. 2012; Lerer et al. 2017; Sørup et al. 2016).

Lerer et al. (2017) har sett till Köpenhamns skyfallsplan och utvärderat den utifrån Three Points Approach genom en detaljerad modell för att beräkna hur skyfallshantering kan se ut i exemplet Ydre Østerbro. Översvämningrisken beräknas utifrån fyra olika ambitiösa scenarier med olika många implementeringar av skyfallsförebyggande åtgärder vid samma regnmängd. Studiens resultat visar att användandet av det mest ambitiösa scenariot som fränkopplar 49 % av de hårdgjorda ytorna i det studerade området från det traditionella avloppssystemet är att föredra för att säkerställa en maximal översvämningnivå på 10 cm vid ett 100-års regn (dock finns det särskilt utformade platser vars funktion är att ta emot mer stående vatten). En fränkoppling på

30 % av de hårdgjorda ytorna (klimatanpassningsplanens riktlinjer) kan accepteras om LAR-lösningar läggs till (Lerer et al. 2017).

Yang et al. (2013) menar att det finns ett kunskapsgap inom empirisk forskning som ser till sociala värden hos miljövänligt utformade platser. De utförde en jämförande studie i USA som berörde dagvattenhantering, urbana värmeöar och en allmän acceptans av utformningen av platsen. En utmaning gällde allmän acceptans av naturligt designade miljöer (a.a.). Vidare menar författarna att gröna ytor inte alltid innebär något positivt, utan gestaltning och skötsel spelar en viktig roll. Multifunktionella utvärderingar har varit svåröverkomliga, naturbaserad design och användarvänlighet stämmer inte alltid överens med varandra (Yang et al. 2013).

Ett exempel på en modell som utvärderar SUDS-lösningar är Livscykelanalys (LCA) som används allt mer vid miljökonsekvensbedömningar av skyfallsimplementering (Loubet et al. 2015 se Brudler et al. 2016, s. 394). Brudler et al. (2016) baserade sin studie på Nørrebros konkretisering av Köpenhamns skyfallsplan. I studien kopplades en LCA-analys till Three Points Approach-metoden. Resultatet indikerar att LAR-lösningar har 71-92 % lägre miljöpåverkan än de traditionella underjordiska rörsystemen där materialframställandet av betong, stål och vägmateriel har störst påverkan (Brudler et al. 2016). Rekreation ses i samma studie som en sekundär effekt. Författarna nämner dock själva att det är värt att ha i åtanke att deras studie grundas på planeringsdokument.

Smit Andersen et al. (2017) uppmärksammar i sin forskning Köpenhamn och problematiken som kan uppstå när upplevelsevärden ställs mot nyttovärden vid skyfallshantering. Landskapsarkitektens (mjuka, svåråttbara värden) och ingenjörens (hårda, mätbara värden) infallsvinklar på dagvattenlösningar kan ha svårt att integreras med varandra, trots en gemensam problemställning (Smit Andersen et al. 2017). I författarnas slutsats framgår det att vid planering av dagvatten kan en design och utformning anpassas efter varje separat plats för att se till dess faktiska regnpåverkan, istället för att utformningen helt baseras på konstgjorda regnscenarion och modeller. Då kan naturbaserade och flexibla lösningar på ett bättre vis tillföra mervärden, ekosystemtjänster och multifunktionella platser i stadslandskapet (Smit Andersen et al. 2017). I och med den låga sannolikheten att en plats frekvent drabbas av ett skyfall kan det argumenteras för att faktiskt se till hur varje enskild plats drabbats av extremregn när platsen ska omformas, så att den nya designen främjar en plats som kan bidra till mervärden i stadslandskapet även då ett skyfall inte förekommer.

Zhou (2014) betonar att det finns svårigheter att efterlikna naturliga vattensystem och att genomförandet av SUDS-lösningar underskattas i sin komplexitet. Skyfallshantering är ett område som berör flera kunskapsområden, vilket i sin tur gör att ett mer tvärvetenskapligt tillvägagångssätt gällande SUDS-alternativ som integrerar traditionella lösningar kan behövas (Zhou 2014).

Ett flertal studier beräknar skyfallslösningarnas tekniska kapacitet och kvantifierar resultatet. Detta arbete vill därför bidra till att observera platser som omgestaltats inom skyfallsimplementeringen utifrån en upplevelsebaserad aspekt. Panduro et al. (2013) menar att rekreation ofta benämns ur kvalitativa aspekter vilket också görs i detta kandidatexamensarbete. Panduro et al. (2013) poängterar dock att om rekreativ värdets ekonomiska fördelar beräknas likt de tekniska lösningarna kan det skapas en större möjlighet att implementeringen av grönblå dagvattenhantering prioriteras (a.a.).

Dokumentstudie

I dokumentstudien presenteras Köpenhamns arbete med skyfallsplanering och skyfallsimplementering, främst utifrån dokumenten: Köpenhamns skyfallsplan, Konkretiseringar av skyfallsplanen och Klimatanpassningsredogörelsen 2017 med projektpaket 2019.

Köpenhamns skyfallsplan

Köpenhamns kommun tog 2011 fram en klimatanpassningsplan som utgår från stadens framtida klimatutmaningar och behov av framtida lösningar för att kunna bemöta ett mer frekvent extremväder (Köpenhamns kommun 2011). Kommunen har som mål att i samband med klimatanpassningsplanen skapa platser som är rekreativa, multifunktionella och som generellt kan bidra till ett förbättrat stadslandskap (Köpenhamns kommun 2011). I klimatanpassningsplanen framförs prognoser för framtida klimat som är i linje med DMIs prognoser för Danmarks framtida klimat (DMI 2018).

Köpenhamns avloppssystem har visat sig sakna kapacitet för att hantera de stora mängder regnvatten som kan falla vid skyfall (Köpenhamns kommun 2011). Delar av Köpenhamns avloppssystem är närmare 150 år gamla och dimensionerade för den tidens behov (a.a.). Det traditionella avloppssystemet är dimensionerat för att hantera volymerna från ett 10-års regn (Köpenhamns kommun 2011).

I efterdyningarna av det extrema skyfallet den andra juli 2011 togs en skyfallsplan fram för Köpenhamn och Frederiksbergs kommuner 2012 (Figur 1), med avstamp i Köpenhamns klimatanpassningsplan (Ziersen et al. 2017). Köpenhamns skyfallsplan är tänkt att vara en samlad strategi för hur Köpenhamn ska hantera nederbörd utan att infrastruktur och byggnader tar skada (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012).



Figur 1. Kommungräns för Köpenhamn och Frederiksberg.

Innan skyfallsplanen togs fram gjordes en analys av konsultföretaget COWI som ligger till grund för skyfallsplanen (COWI 2012). Dokumentet *Skybrudsplan og Strategi* togs fram för att utvärdera kapaciteten som behövs för skyfallshanteringen i Köpenhamn och Frederiksberg. Beräkningarna i dokumentet utgår från de ekonomiska insatserna i förhållande till de ekonomiska vinsterna som bedöms rimliga vid ett skyfall. I beräkningarna som COWI gjorde framgår att det är ekonomiskt lönsamt att skyfallssäkra kommunerna för motsvarande vad ett 100-årsregn innebär år 2110 (COWI 2012). Köpenhamns kommun och Frederiksbergs kommun valde att samarbeta i arbetet med att skyfallssäkra kommunerna för att se till lämpliga helhetslösningar (a.a.). Även värdet av att mindre regnmängder ska omhändertas i separata lösningar ämnade för skyfall framhålls, eftersom de då inte blandas med vatten i avloppsledningarna och behöver renas i reningsverk (COWI 2012, s. 14).

Lykke Leonardsen chef för Climate Unit på Köpenhamns kommun säger i *The Source Magazine - Practical intelligence for water professionals* att skyfallet 2011 gav det redan påbörjade arbetet med en skyfallsplan ett starkare politisk engagemang och större geografisk utbredning över hela Köpenhamn (International Water Association 2016). I tidningsartikeln av International Water Association (2016) nämns det dock att Köpenhamns skyfallsplan har fått kritik för att förlita sig för mycket på traditionella översvämningssystem som ska leda bort vattnet ut i vattendrag. En strategi som kan ha uppstått på grund av rädsla för mängden vatten, som var svår att ta hand om lokalt under skyfallet 2011 (International Water Association 2016).

Enligt Köpenhamns skyfallsplan är det mest ekonomiskt lönsamt att skyfallsproblematiken löses med kombinerade åtgärder av ett utvecklat vattenledningsnät under och över mark, med lösningar som fördröjer vattnet (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Avloppssystem är förenklat uppdelat i ett kombinerat eller ett separat rörsystem (VA SYD 2017c, s. 5). I det kombinerade systemet sammanförs spillvatten och dagvatten till ett gemensamt ledningssystem, i det separata systemet leds spillvatten via rörledningssystem till reningsverk (ibid.). Dagvatten leds via diken och rännor till en separat vattenmottagare eller via ett eget rörsystem till reningsverk (VA SYD 2017c, s. 5).

Enligt Stockholm Vatten et al. (2013) består Köpenhamns rörsystem till största del av ett kombinerat ledningssystem. Regnvattenvolymerna som tillförs i systemet vid ett kraftigt skyfall medför risk för översvämning (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012), vilket gör att orenat vatten sprids utanför systemet (Köpenhamns kommun 2011).

Köpenhamn kommuns mål är att hela kommunen ska vara skyfallssäkrad till ca 2030-2040 och kommunen har delats in i olika högt prioriterade områden för i vilken ordning insatser ska göras (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Prioriteringsordningen beror på hur stor risk det är för att ett område drabbas vid ett skyfall, svårighetsgrad att implementera lösningar och om utvecklingsprojekt är planerade, exempelvis vid vägrenovering (a.a.).

Kostnaderna för genomförandet av skyfallsplanen kommer till cirka 70 % att bekostas av Köpenhamns kommun i samarbete med det kommunala bolaget HOFOR (Carlander 2016). Med skattemedel kommer kommunen att bekosta genomförandet av skyfallslösningar, medan HOFORs del av implementeringen främst bekostas med VA-avgifter. Återstående del kommer att bekostas av privata investerare (Carlander 2016). VA-avgifter innebär betalning för vatten och avloppstjänster (VA SYD 17b).

Att skyfallssäkra Köpenhamn mot ett skyfall likt det som föll den andra juli 2011 skulle bli orimligt dyrt i förhållande till skadekostnaderna (Köpenhamns kommun & Teknik- och

Miljöförvaltningen 2012). I skyfallsplanen har två parametrar diskuterats för att få fram en rimlig dimensionering av vattennivåerna och det har gjorts mot en kostnadsnyttoanalys där genomförandet av skyfallsåtgärder vägs emot reparationskostnaderna (a.a.).

De två parametrarna är:

- Hur ofta är det accepterat att det får bli översvämning?
- Vilken vattennivå är accepterad vid översvämning?

Köpenhamns målsättning innebär att en vattennivå på 10 cm höjning är accepterat vid ett 100-års regn (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012).

I tätbebyggda områden är inte alltid fördröjningslösningar i marknivå möjliga utan vattnet ska då ledas bort direkt (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Det är tänkt att skapa ett sammanlänkat system för regnvatten som följer planerade flödesvägar och leds till olika vattenuptagningsområden som ska klara av så pass stora volymer att Köpenhamn och Frederiksberg blir skyfallssäkrade vid ett 100-årsregn (a.a.). Det blir likt ett infrastruktursystem för regnvatten av separata skyfallstunnlar och mindre skyfallsrör i marken där vatten både kan föras bort och magasineras i kombination med öppna ytliga dagvattensystem där nederbörd kan fördröjas, förvaras och transporteras (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Regnvattnet leds antingen i slutna eller öppna kanaler, rännor, diken eller tunnlar till större recipienter för infiltration, magasinering eller utlopp i hav eller sjö (a.a.). Vid kraftiga skyfall ska överflödigt vatten ledas bort direkt från de mest känsliga delarna av staden (Lerer et al. 2017).

LAR-lösningar utav grönområden, sjöar eller öppna avrinningar skall fungera som ett system vid normala mängder nederbörd, men är tänkta att agera som ett komplement vid extrema skyfall, och på så sätt öka den grönblå infrastrukturen över hela Köpenhamn (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012; Köpenhamns kommun 2013, 2014). Enligt skyfallsplanen kommer extrema skyfall att behöva avledas direkt till hamnen utan att infiltreras i grönblå skyfallslösningar eller reningssystem (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012). Det beror på att beräkningar har påvisat att Köpenhamn inte har tillräckligt med kapacitet för att temporärt kunna lagra de stora mängder vatten som faller vid kraftiga skyfall (a.a.). Det finns en medvetenhet kring den negativa inverkan detta kan ha på vattnets kvalitet (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2012).

Konkretisering av Köpenhamns skyfallsplan

Köpenhamn och Frederiksbergs kommuner har delats in i sju olika områden (Figur 2). För varje område har en konkretisering av skyfallsplanen utformats, där det mer i detalj framgår vilka potentialer och strategier de olika områdena har för ett förebyggande arbete vid skyfall. Konkretiseringarna kom till efter Köpenhamns skyfallsplan 2011 för att ytterligare förtydliga planeringen för implementeringen av skyfallsåtgärder som ett steg mot att klimatanpassa staden. (Köpenhamns kommun 2013, 2014).

Det framgick i konkretiseringarna att inget av de sju områdena hade ett tillräckligt stort avloppssystem för att hantera ett skyfall med en omfattning av ett 100-års regn (Köpenhamns kommun 2013b). I konkretiseringarna av skyfallsplanen har Köpenhamns kommun tagit fram gröna och blå principer tillsammans med rörlösningar för att göra om gator så att de kan hantera vattnet vid skyfall (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Den grönblå infrastrukturen kan

sammanlänka olika delar av Köpenhamn med varandra, såväl rekreativa områden som olika stadsdelar (a.a.).

Kortfattat bygger implementeringen på olika typer av ytbaserade väglösningar, fördröjningsytor (exempelvis parker med lågpunkter eller underjordiska behållare), LAR-lösningar och nedgrävda skyfallsledningar, vilka tillsammans skapar ett nät igenom staden för att skapa utrymme för den volym vatten som faller vid ett skyfall (Köpenhamns kommun 2013, 2014). I anknäytning till de ovanjordiska skyfallsimplementeringarna kopplas bassänger både som öppna lösningar och underjordiska fördröjningsmagasin som kan fyllas upp vid skyfall så att minimal skada uppstår (a.a.). Konkretiseringarna av skyfallsplanen presenterar två huvudprinciper för att omstrukturera vägar och gator som ska etableras i anknäytning till varandra och som kan kompletteras med rörlösningar (Köpenhamns kommun 2013, 2014).

Skyfallsvägarnas princip är att avleda och säkert transportera bort regn vid skyfall till recipienter och fördröjningsytor. De ska utformas så att vägarealen kan bli översvämmad utan att skada görs på omkringliggande byggnader och vägar, genom exempelvis nedsänkningar och kanter. (Köpenhamns kommun 2013, 2014)

Gröna vägar eller fördröjningsboulevarder/ vägars princip är att fördröja nederbörd, både regn som kommer från skyfallsvägar och regn på väg till fördröjningsytor och recipienter. Konkretiseringarna av skyfallsplanen påpekar att vid skyfall ska dessa ytor kunna svämmas över utan att orsaka skada på omkringliggande infrastruktur och byggnader. Fördröjningsytorna kan utgöras av regnbäddar och växtbäddar som dimensioneras så att de kan fyllas med vatten. På de större boulevarderna kan även parkstråk inrättas. (Köpenhamns kommun 2013, 2014)

Det framgår också i konkretiseringsdokumenten att det i samband med skyfallsimplementering ska ges möjlighet till att förbättra stadsrummet. Genom att etablera mer grönska och synliggöra vattnet i staden inbjuds människor till att använda platserna (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Skyfallsimplementeringen kan bli likt spridningskorridorer som förbinder grönområden, vilket underlättar och gynnar flora och fauna (Köpenhamns kommun 2011, s. 56). Nya utformningar kan bidra till att stadens ytor, som exempelvis parker och gator, kan tillföras sociala värden och vistelsekvalité som främjar stadslivet, samtidigt ha den primära funktionen att fördröja regnvatten (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Det presenteras i konkretiseringarna av skyfallsplanen att de grönbå vägarna, med en variation av lösningsmodeller, ska skapa möjlighet till att omhänderta olika stora volymer nederbörd beroende på intensitet och tid (a.a.). Samtidigt beskriver konkretiseringarna att de ska utgöra element som rekreativt och estetiskt omformar stadslandskapet på ett sätt som fungerar både vid torrt och vått väder.

Ett exempel på en lösning är att utforma en vattentunnel under cykelvägar där vatten leds ner genom rännor vid cykelvägens kant, vilket emellertid är en dyr lösning (Köpenhamns kommun 2013b). Ett annat förslag som presenteras i flera av konkretiseringarna av skyfallsplanen är att vägprofiler bomberas och att cykelbanorna på sidorna av vägarna sänks ned i förhållande till vägen vilket gör att cykelbanorna kan fyllas med regnvatten som sedan leds till en recipient exempelvis ett parkområde (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Det framgår dessutom att de gröna vägarna som ska fördröja vatten kan utformas av material som är genomträngliga för vatten så att det även kan ske infiltrering i ytan på gatan (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Utifrån konkretiseringarna framgår det att driftskostnaderna av de grönbå elementen kommer att vara dyrare än dagens hårdgjorda och underjordiska anläggningar i och med ökade skötselkostnader (Köpenhamns kommun 2013, 2014). Dock är de slutna, underjordiska systemen dyrare att anlägga än de grönbå systemen (a.a.). Slutna rörlösningar saknar dessutom möjlighet för flexibilitet i omdimensionering av vattenmängd (Köpenhamns kommun 2013, 2014).

Beskrivning av de sju konkretiseringarna av skyfallsplanen



Figur 2. Köpenhamns sju indelade skyfallsområden.

Amager och Christianshavn

I konkretiseringen av området framgår det att Amager och Christianshavn är relativt skyddade områden vid skyfall då de ligger nära havet till vilket kanaler mynnar ut (Köpenhamns kommun 2013a). Enligt konkretiseringen för området finns det goda möjligheter att hantera vattnet i marknivå lokalt istället för i rörledningar (Köpenhamns kommun 2013a). Det kan betyda att LAR-lösningar får ta plats i implementeringen.

Bispebjerg, Ryparken och Dyssegård

Genom att integrera befintliga parker i den grönblå strukturen kan stora volymer vatten hanteras vid skyfall (Köpenhamns kommun 2014a). Det kan dessutom bli ett mer naturpräglat stadslandskap med rekreativa värden som en bieffekt av skyfallsåtgärderna (a.a.).

I konkretiseringen framgår det att olika vägar kan utformas på olika sätt beroende på trafiksituation och omkringliggande bebyggelse (Köpenhamns kommun 2014a). Breda vägar har möjlighet att omhänderta vatten lokalt genom att inrätta vattenansamlade grönstråk (a.a.). Konkretiseringen tyder också på ett fokus som avser att kombinera öppna och slutna skyfallslösningar för att få en effektiv rening och infiltration av regnvatten med ett grönt stadsrum och en säker avledning av vatten till platser som inte riskerar att skada byggnader eller infrastruktur.

Indre by

Indre byn i Köpenhamn är ett av de högst prioriterade områdena (Köpenhamns kommun 2013b). Det är ett tätbebyggt område vilket gör det svårt att få utrymme till att etablera grönblå lösningar. Av den anledningen ska så mycket vatten som möjligt avledas och transporteras bort från området (a.a.). Konkretiseringen innebär dessutom att eftersom det kommer att krävas mycket nedgrävda och slutna lösningar så finns en risk för att det blir dyrt att skyfallssäkra området.

København Vest & Frederiksberg Vest

Det blir problem i Köpenhamn Vest och Frederiksberg Vest när området ska förtätas. Problematiseringen uppstår när skyfallsimplementeringarna ska utveckla och förbättra gaturummet och samtidigt ta emot en ökad nederbörd på mindre yta (Köpenhamns kommun 2014b). Platser i området ska få en grönblå karaktär där aktivitet och rekreation betonas (a.a.).

Ladegårdså, Frederiksberg Øst og Vesterbro

Ett område där mycket människor bor och där det planeras för en fortsatt förtätning. (Köpenhamns kommun 2014c). Detta i samband med än mer intensiva skyfall gör att det i konkretiseringen trycks på att implementeringarna i största möjlighet ska ge utrymme för ett förbättrat stadsrum i form av rekreativa, naturmässiga och ekonomiska värden (a.a.).

Delar av området är utfylld mark och ligger i samma höjd som havsnivån (Köpenhamns kommun 2014c). Det leder till att havsvattennivån pressar vattennivån uppåt i området och eftersom naturliga vattenvägar är omkonstruerade och reducerade i flödet så finns en risk att vattnet hamnar på oönskade platser (a.a.). Eftersom området är sluttande mot havet är lösningsprincipen på de högre liggande delarna att fördröja och förvara regnet, och i de lägre delarna att leda ut vattnet till recipienten havet via skyfallsboulevarder och vägar (Köpenhamns kommun 2014c).

Nørrebro

Området varierar mellan stora parker, stora infartsleder och tätbebyggda områden. Flera av infartsvägarna kan göras om till fördröjningsvägar, vilket dessutom kan frambringa en säkrare trafiksituation och grönska (Köpenhamns kommun 2013c).

Genom att leda vatten till de befintliga grönområdena och där förvara och fördröja vattnet i kombination med etablering av skyfallsvägar vilka säkerställer en god avledning av vattnet ska Nørrebro skyfallssäkras och skyfallsimplementeringen bidra till multifunktionella platser (Köpenhamns kommun 2013c).

Østerbro

Østerbro är också ett av de högst prioriterade områdena att skyfallssäkra. Området har ett naturligt fall mot havet som blir en naturlig recipient för att avleda vatten (Köpenhamns kommun 2013d). För att undvika stående vatten på de lägre delarna av Østerbro förespråkar konkretiseringen en kombinationslösning av nedgrävda rör och ytlig fördröjning (a.a.). I konkretiseringen framgår det även att på de högre liggande delarna av Østerbro bör det framförallt användas gröna lösningar som fördröjer regnet och möjliggör infiltration, medan de lägre delarnas lösningar består av rör under mark.

Klimatanpassningsredogörelsen 2017 med projektpaket 2019

Skyfallsarbetet ska enligt Köpenhamns kommun och Teknik- och Miljöförvaltningen (2017a) involvera gatulivet och urban vegetation för att berika stadsrummet, det vill säga ett helhetstänk där skyfallsprojekten har möjlighet att ge multifunktionalitet och samverka med andra byggnadsprojekt, till exempel cykel- och transportplanering (a.a.). Det framgår dessutom att utöver att säkerställa resiliens mot skyfall i staden ska implementeringen också ge mervärden.

Det finns sju kriterier för att lyfta mervärdenas potential vid skyfallsimplementering, vilka presenteras i nedanstående citat från Klimatanpassningsredogörelsen 2017:

“Stadsrum för mer och bättre stadsgrönska

- Stärker Köpenhamns karaktär.
- Stärker identitet i stadsdelar och/eller lokala kvarter.
- Skapar nya lokala gröna platser (från grått till grönt).
- Främjar biodiversitet (habitat för djur och växter, spridningskorridorer, artrikedom mm.).

Stadsrum för mer och bättre stadsliv

- Främja för upplevelse i stadsrummet.
- Främja sammanhang och trygghet (mobilitet och tillgänglighet).
- Främja för en lokal vistelse och lokalt uttryck.”

(Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2017a, s. 16, författarnas översättning)

Genomförandet av skyfallsplanen är indelat i tre huvudfaser. Arbetet har påbörjats med att anlägga fyra stora skyfallstunnlar och mindre skyfallsrör/kanaler för att garantera avledningen av vatten från större skyfall direkt ut till sjöar och havet. Projekt där vattnet kan tas hand om lokalt anläggs också under denna fas. Under fas två och tre är huvudfokus skyfallsvägar, rörlösningar, fördröjningsplatser och gröna vägar för att separera regnvatten från det tidigare avloppssystemet. (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2017b).

Tidigare beräknades lönsamheten för varje delområde (Konkretiseringarna av Köpenhamns skyfallsplan, se figur 2). Nya ekonomiska beräkningar innebär att varje enskilt skyfallsprojekt måste vara lönsamt. Är de inte lönsamma kan skyfallsprojektet genomföras tillsammans med

andra projekt som bedöms vara kostnadseffektiva, om de är placerade i anslutning till varandra. Dock tillkommer nya krav på att skyfallsprojekten ska avklaras inom en mer begränsad tidsram. Detta har i sin tur inneburit att implementeringstypen "grön väg" inte längre är kostnadseffektiv. Istället har typologin fått en ny benämning och ska hädanefter utföras som en spillvattenteknisk anläggning på ytan av HOFOR (gröna lösningar ska anläggas där möjligheten finns). (Köpenhamns kommun & Teknik- och Miljöförvaltningen 2017a)

Fyra skyfallsprojekt är enligt Köpenhamns kommun och Teknik- och Miljöförvaltningen (2017a) färdigställda. Dessa är: De Gamles By, Folehaven, Sankt Annæ Plads och Tåsinge Plads, vilka är de områden som observeras i detta arbete.

Platsbesök & Observationer

Under arbetet gjordes fyra stycken platsbesök där skyfallslösningar har implementerats. Platsbesöken ägde rum 26e april 2018. På grund av den omväxlande väderleken vid besöken kunde platserna beaktas under förhållanden med både sol och nederbörd.

De gamles by

Landskapsarkitekt: SLA A/S

De gamles by visar hur LAR lösningar integreras i bostadsområden (HOFOR et al. 2013, ss.32-33). Området består av äldreboenden och vårdhem där några av bostadsgårdarna har omgestaltats. De ska ta emot, hålla kvar och infiltrera nederbörd ner till grundvattnet från byggnadernas tak och intilliggande ytor (Figur 6). Det sker lokalt genom synliga eller dolda rännor mot nedsänkta regnbäddar (LAR-lösningar) för att avlasta det kommunala avloppssystemet. Vid extrema skyfall förs överflödigt vatten genom diken fram till avloppssystemet. Tidigare bestod den observerade gården främst av häck och gräsmatta. Befintliga häckar, träd och markbeläggning har integrerats i den nya designen. Utformningen är tänkt att gynna rekreation och på så vis främja livskvaliteten för de äldre som bor där. Bostadsgårdarna får ett naturligt uttryck med en variation av vegetation. De gamles bys skyfallsimplementeringar var färdigställda 2017. (OKNygaard 2017; Klimatilpasning 2017)

Grönska (Figur 7)

Det råder en artrikedom på gårdarna. Framförallt är det buskskiktet och marktäckarna som varierar i artval och binder samman platsen och skapar ett helhetsintryck (Figur 8). Häckarna skapar rumslighet, vilket möjliggör att brukarna kan umgås enskilt eller i grupp. De bryter dessutom av den vilt präglade växtligheten och passar ihop med de äldre husen.

På gatorna som ramar in kvarteret har det dessutom anlagts öppna dagvattenlösningar. Som avskiljare mellan körbana och trottoar är gräsbeklädda diken med björkar inrättade till vilka regnvatten från gata och trottoar leds (Figur 5). Detta gör att gatan som helhet blir grönare.

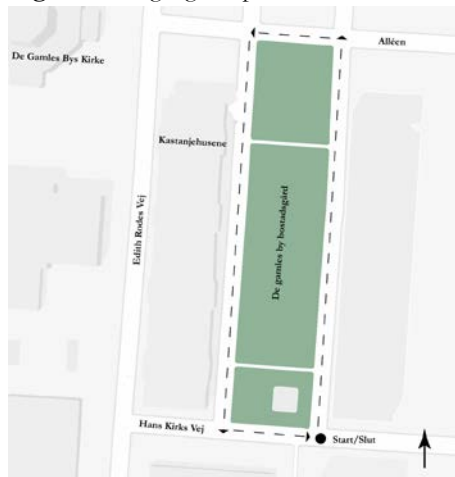
Vistelse (Figur 7)

Designen främjar syftet att skapa en plats som trots dess begränsade storlek skapar möjlighet till en promenad med element av vatten, sten, växter och gångar. Det finns både avskilda sittmöjligheter och större gemensamma vistelseytor med grill. (Figur 9)

Mobilitet (Figur 7)

Det var ett lugnt tempo på platsen. Kvarteret ligger några gator in från en större trafikerad väg och inga genomfartsvägar leds runt gårdarna. Det kör en del trafik på gatorna runt husen, dock i ett lugnt tempo. Stigarna och gångarna på platsen slingrar sig fram istället för att vara raka.

Figur 3. Gångväg vid platsobservationen.



Figur 4. Placering av De gamles by.

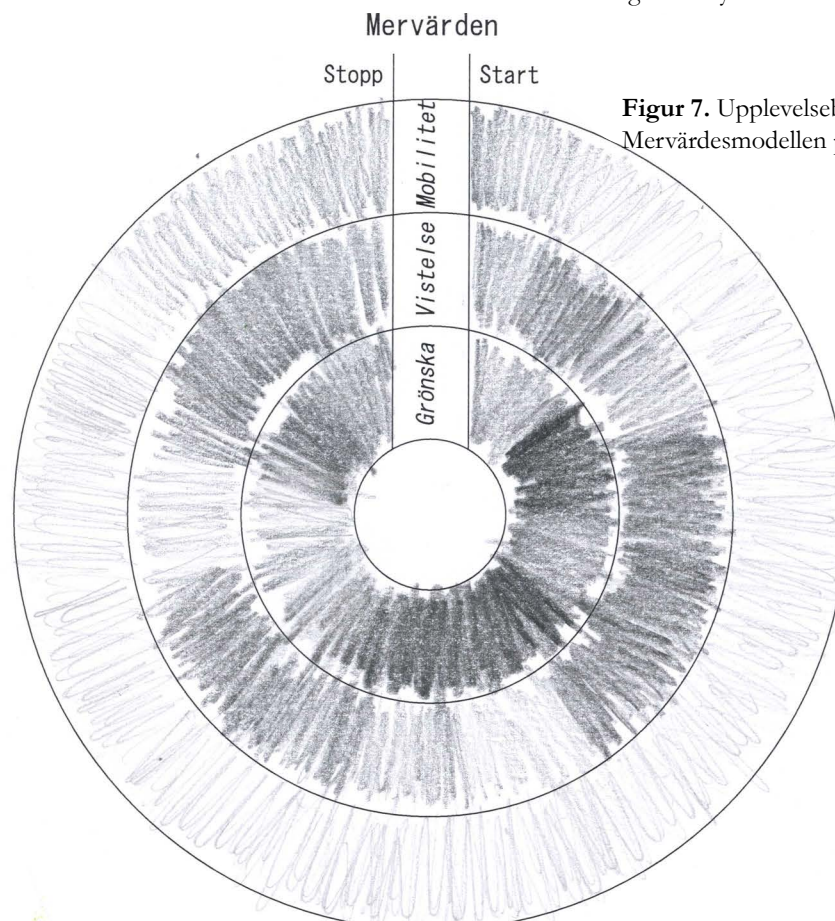




Figur 5. Intelligande väg utmed De gamles bys bostadsgårdar.



Figur 6. Nedsänkning som tar emot vatten från taket på ett av bostadshusen i De gamles by.



Figur 7. Upplevelsebaserad ifyllnad utefter Mervärdesmodellen på De gamles by.

Figur 8. Vegetation som integreras med befintliga element på en av De gamles bys bostadsgårdar.

Figur 9. Möjlighet till rekreation på en av bostadsgårdarna i De gamles by.



Folehaven

Landskapsarkitekt: Uppgift saknas

Folehaven är en infartsled till Köpenhamn, vilket gör att den är hårt trafikerad. Då vägen behövdes renoveras blev den en del av skyfallsimplementeringen. Projektet startade 2017. Vägen skulle ges ett starkt grönt uttryck med 15 stycken regnbäddar som samlar upp och fördröjer vattnet från trottoar och cykelväg tills det infiltreras ned till det gemensamma avloppet för regn- och avloppsvatten (Figur 16). Skyfallsbäddarna som anlagts har sammankopplats till underliggande skyfallsrör som i sin tur ska anslutas till skyfallsledning (när de har installerats cirka år 2021). (Valby Lokaludvalg 2017; Köpenhamns kommun & Teknik- och miljöförvaltningen 2016b)

Runt 120 parkeringsplatser planerades att tas bort för att ge utrymme åt växtbäddarna (Lindgreen 2016). Ett tjugotal nya träd har planterats (Köpenhamns kommun & Teknik- och miljöförvaltningen 2016a). I maj (2018) ska dessutom vägen beläggas med bullerreducerande asfalt för att minska bullret (Sammen om byen 2018).

Grönska (Figur 14)

En trädrad i mitten av vägen delar de två köriktningarna från varandra (Figur 12). Det finns träd i olika åldrar, de unga exemplaren kan i framtiden komma att bidra till ett grönare inslag på platsen. De nyinrättade regnbäddarna var gräsbeklädda diken som delade av cykelbanan och körfälten till vilka vatten från trottoaren leddes ner i (Figur 13). Det samlades mycket skräp i diken.

Vistelse (Figur 14)

Det är ingen plats att stanna och uppehållas vid utan en transportsträcka som kan bli trevligare i och med grönskan, beroende på hur växtligheten utvecklas.

Mobilitet (Figur 14)

Det var ett högt tempo längs med vägen och en hög ljudnivå trots boendebebyggelse runt om. Bilarna får köra i 60 km/h, cyklisten och den gående känner sig liten i den större skalan (Figur 15).

Figur 10. Gångväg vid platsobservationen.



Figur 11. Placering av Folehaven.

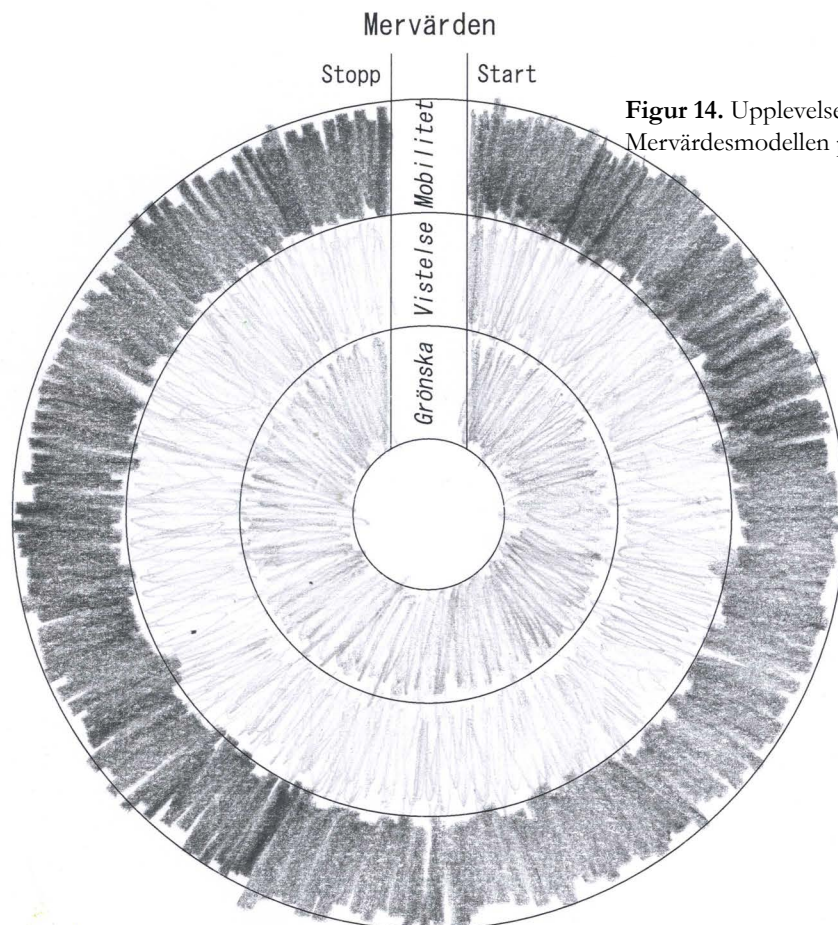




Figur 12. Mittrefug med träradplantering som avskiljer köriktningen på Follehaven.



Figur 13. Regnbädd som avskiljer cykelbana från bilväg på Follehaven.



Figur 14. Upplevelsebaserad ifyllnad utefter Mervärdesmodellen på Follehaven.

Figur 15. Trafiktempot på Follehaven.

Figur 16. Diken som består av regnbäddar som samlar upp vatten från cykel- och gångbana på Follehaven.



Sankt Annæ Plads

Landskapsarkitekt: Schönherr (Schönherr u.å.)

I samband med anläggning av en underjordisk parkering och gatuförnyelse omgestaltades Sankt Annæ Plads i centrala Köpenhamn för att bli en del av stadens skyfallsimplementering. Renoveringen av platsen stod klar i juni 2016. Gatan är skålformad och består av en skyfallsväg som leder bort regn på ytan ut i havet. Gatan kompletteras av underjordiska rör som vid extrema skyfall snabbt kan avleda vattenmassor. Det gröna mittenpartiet fungerar som en lågpunkt där vatten kan fyllas och fördröjas. (Klimatilpasning 2016; Realdania. u.å.)

Grönska (Figur 21)

I gräsmattan finns flera tillägg av cortenstålsinramade rabatter med strikt form och låg växtlighet (Figur 19). Platsen utgörs av en ensidig grönska av främst kortklippt gräs och lind.

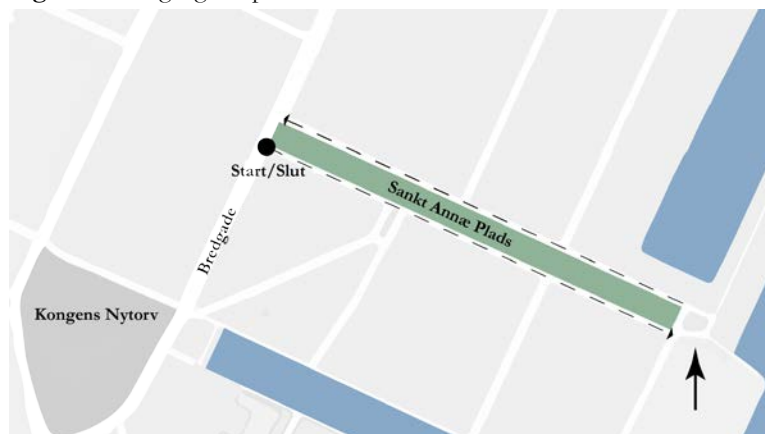
Vistelse (Figur 21)

Utformningen av platsen förhöjde de omkringliggande uteserveringarnas vistelsevärde (Figur 20). Centralt beläget finns lekredskap med moderna uttryck av gummiplast och stål placerade. Lekytorna bryter av mot platsens klassiska utformning som består av formklippta lindar och strikta linjer. På platsen finns bänkar utplacerade längs med gräsmattan. Trappsteg som omger grönytorerna kan anses för låga för att bruka som sittplats. (Figur 22)

Mobilitet (Figur 21)

Körfälten på var sida om platsen är runt 3 meter breda (efter uppstegning) vilket tillsammans med farthinder bidrar till trafikens lugnare tempo trots en omfattande rörelse av gående, cyklar och bilar (Figur 23). Ena kortsidan av platsen kantas av en betydligt mer trafikerad gata medan den andra leder mot hamnen. Tempot sänks drastiskt så fort besökaren leds in till Sankt Annæ Plads.

Figur 17. Gångväg vid platsobservationen.



Figur 18. Placering av Sankt Annæ Plads.

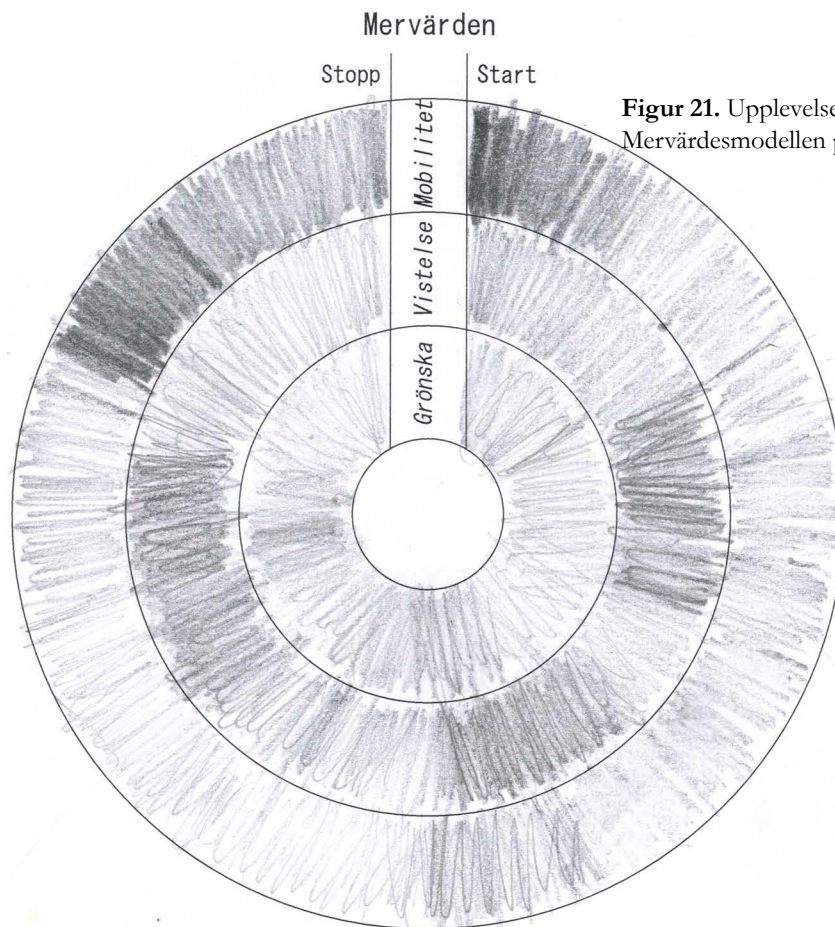




Figur 19. Cortenstålsinramade planteringar i platsens centrala mittenparti på Sankt Annæ Plads.



Figur 20. Grönska som kan ha effekt på uteserveringarna på Sankt Annæ Plads.



Figur 21. Upplevelsebaserad ifyllnad utefter Mervärdesmodellen på Sankt Annæ Plads.

Figur 22. Olika typer av vistelsezoner på Sankt Annæ Plads.



Figur 23. Det stora mittenpartiet som sänker gatans hastighet på Sankt Annæ Plads.



Tåsinge Plads

Landskapsarkitekt: GHB Landskabsarkitekter (GHB u.å.)

På Østerbro i kvarteret Sankt Kjelds ligger Tåsinge Plads, Københavns første klimatanpassede stadsdelsfornyelse, en kvartersgrønning i kvartersstadbebyggelse. Efter skyfallet den anden juli 2011 bestemtes det tillsammans med de boende att platsen skulle inriktas på skyfallshantering. Omgestaltningen av Tåsinge Plads ägde rum mellan 2013-2015. (Klimakvarter et al. u.å.)

Utformningen beskrivs som en grön oas i Köpenhamn med grönska som ska ge inspiration till en dansk regnskog. Platsen är utformad med en hög- och lågpunkt vilket ger en lutning där växtvalen anpassats till olika fuktiga förhållanden och åstadkommer en artvariation som klarar av både torra och fuktiga förhållanden (Figur 26; Figur 27). Målet med platsen är att vatten ska kunna hanteras på ett naturligt vis och samtidigt ge sociala värden och skapa en mötesplats för de boende i området. (Klimakvarter et al. u.å.)

Grönska (Figur 28)

Marktäckarnas täckningsgrad var bristfällig, vilket kan bero på att de har haft svårigheter vid etablering, slitage eller att det vid platsbesöket var tidigt på växtsäsongen och perennerna inte har växt till sig. En relativt stor artrikedom kan beskådas, arkitekterna har arbetat med olika arter av träd, buskar och marktäckare. Vegetationen har ett naturligt och dynamiskt uttryck i två till tre skikt på platsen. Intilliggande grönska som ramar in platsen utgjordes av ett ensidigt växtval.

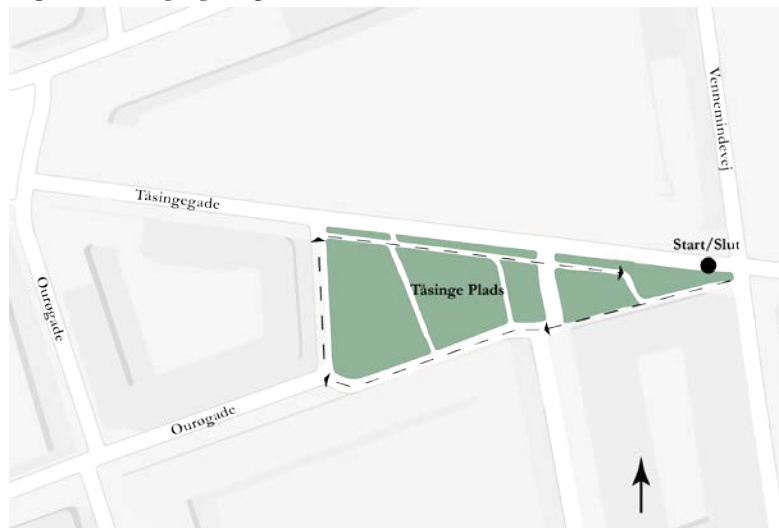
Vistelse (Figur 28)

Pizzakartonger låg slängda i en av rabatterna och två trädgårdsstolar var utställda, vilket kan tolkas som att platsen tas i anspråk och möbleras av de som brukar den. Tåsinge Plads fungerar att använda vid torrväder och dess utformning förstärks vid regn då de specialdesignade vattenlekredskapen går att utnyttja (Figur 30). Utformningen ger dessutom upphov till sekundära sittplatser i de nedsänkta planteringarna, som kan brukas när de inte står i vatten.

Mobilitet (Figur 28)

Platsen sammanknyter gatornas sidor med varandra. Gångarna är utformade utesfater entréerna till husen på båda sidorna av gatan. Platsen går att passera förbi på cykel, gåendes och med bil, det är dock en plats som sänker tempot och inbjuder till att stanna upp på ett flertal ställen. Det är enbart bilväg längs med ena lång- och kortsidan av platsen där en regnbädd placerats (Figur 29).

Figur 24. Gångväg vid platsobservationen.



Figur 25. Placering av Tåsinge Plads.

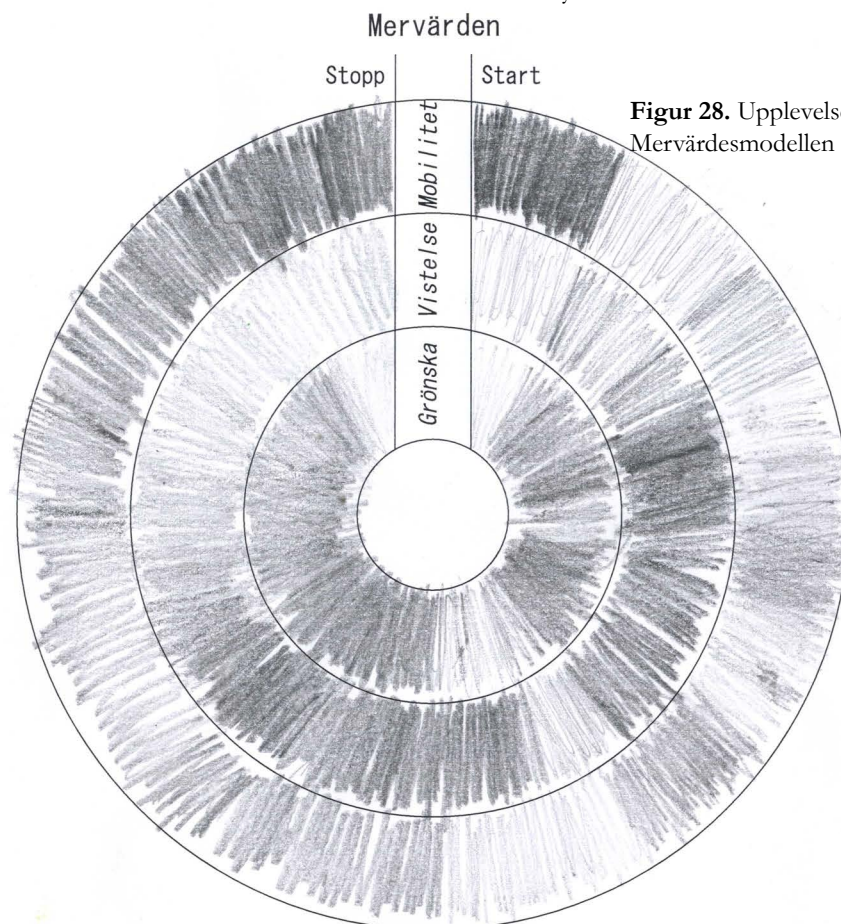




Figur 26. Utsikt över Tåsinge plads “Regnskoven” som ska lagra vattnet.



Figur 27. Tåsinge Plads högpunkt, “Solskrænten” där regn infiltreras i mark. Vid skyfall rinner vattnet ner mot “Torvet” och “Regnskoven”.



Figur 28. Upplevelsebaserad ifyllnad utefter Mervärdesmodellen på Tåsinge Plads.

Figur 29. Regnbädd som avskiljer gång- och bilväg på Tåsinge Plads.



Figur 30. Vy av gång som leder mot “Torvet”, syns i bakgrunden, vilket är ett torg med vattenlek som lutar mot “Regnskoven”.



Reflektion av platsbesök

De gamles by

Det är en attraktiv och varierad design av gårdarna där vegetationens artrikedom berikar platserna och möjliggör vistelsevärde för de äldre. Dock var växtligheten svagt utbredd då bar mark kunde skådas. Under platsbesöket kom en kvinna som arbetar med omvårdnad i De gamles by fram och hon berättade att gårdarna var uppskattade för att ta promenader i en lummig grönska. Kvinnan påpekade att grönskan ännu inte var så vacker som den kommer att vara när perennerna blommar. De gamles by är ett exempel på hur lokalt omhändertagande av vatten kan utformas och samtidigt skapa en bostadsgård som lockar till vistelse och ökar biodiversiteten med ett vildare uttryck. Det kan vara intressant att se hur platsen omhändertar skyfall med riklig nederbörd, kommer merparten av vattnet att ledas till omkringliggande röranläggningar eller fördröjas på plats?

Folehaven

Trädraden i mitten av vägen var upphöjd istället för nedsänkt vilket gör att vatten har svårt att föras dit, det var dock ingen regnbädd. Det regnade vid besöket och vatten samlades på trottoaren och cykelbanan. Skräpiga diken och ett intensivt tempo av tung trafik drog ner helhetsintrycket av platsen. Dikena kan bli svåra att sköta om det är tänkt att vara beklädda med lågt växande gräs på grund av dess lutning. Vidare funderingar är om ett annat växtval, exempelvis högre gräs som skärmar av trafiken eller marktäckare som inte upprepade gånger behöver klippas kan vara att föredra.

Gatuparkeringen längs med vägen som togs i anspråk för att ge utrymme åt regndikena kan ha gett positiv effekt för gatans helhet då bilarnas påverkan för gående och cyklister reducerades. Dock skulle det gröna kunnat utformas så att det blev mer påtaglig i gaturummet och hastigheten sänkts ytterligare. Den ljuddämpande asfalten kan komma att förbättra gatumiljön och omgivande bebyggelse, frågan är i hur stor utsträckning. Förändring av vägar i samband med skyfallsimplementeringar har möjlighet ändra vägförhållandena då andra funktioner behöver ta plats, vilket i sin tur kan leda till att fler hållbara trafikslag används. Det gröna kan sänka hastigheten och bidra till en säkrare trafiksituation (Jansson et al. 2013, s. 24), frågan om Folehaven påvisar detta kan diskuteras.

Sankt Anna Plads

Rören under gräset är svåra att omdimensionera, är platsen då ett exempel på en flexibel lösning trots den gröna utformningen? Platsens utformning är i samklang med omgivningens uttryck, vilket gör gatan och husen till en helhet. De formklippta träden och den nedsänkta gräsmattan gav ett relativt strikt formspråk. Utan skyltar som förklarar att det är välkommet att vistas på gräsmattan hade troligen platsen blivit mer svåränvänd. Det regnade under delar av besöket med skiftande solsken, det bildades vattenpölar på gångbanorna runt om gräsnedsänkningen vilket tyder på att utformningen kanske inte är tillräcklig vid vardagligt regn. De inramade rabatterna i gräsmattan skapar en rumsindelning, det blir däremot oklart om de inbjuder till att flera oberoende sällskap kan utnyttja gräsmattan eller inte. Vid platsbesöket var grönskan lågvuxen och inte fullt utvecklad, vid högre vegetation kan möjligtvis rabatterna skapa mjuka och tydligare rumsskapande inslag i en annars strikt grönska. Mittenpartiet av platsen bestod av marktäckare och träd. Detta gör att det kan bli svårt att skiljas av från gatan trots att besökaren befinner sig på gräset. Ett faktum som både kan generera trygghet då det är en plats som är lättöverskådlig men också gör att platsen förlorar vistelsevärde.

Platsens strama utseende, likt en paradrbatt kan göra det svårare att ta platsen i anspråk och forma den efter eget användande. Det är en plats vars bestämda, programmerade funktioner utgör hur platsen används. Designen har dock sett till platsens egenvärde och uppnått kriteriet att stärka platsen karaktär. Trots att platsen ligger i centrala Köpenhamn blir det i och med skyfallsimplementeringen en relativt lugn gata, ett andrum bland andra intensivt trafikerade vägar där utrymme ges till cykel, gång och vistelse. Frågan är om det på grund av att motortrafiken tvingas att hålla ett lägre tempo som gör att andra trafikslag tillåts att ta mer utrymme? Trottoaren är nästan dubbelt så bred som körbanan och gör att platsen trots flervåningshus får en mer mänsklig skala.

Tåsinge Plads

Jämfört med tidigare foton som kan beskådas på informationsskyltar vid platsen utgjorde den nya utformningen av platsen ett tydligt lyft för kvarteret och skapade en upplevelse av gaturummet till skillnad från tidigare gräsmatta och parkering. Inrättning av grönska och skyfallsrabatter kräver skötsel, vilket platsen indikerar då ogräs och nedskräpning var påtagligt och platsen kunde upplevas som ovårdad. En faktor som tidigare konstaterats av (Yang et al. 2013) under rubriken Skyfallshantering och forskning är att medborgarnas inställning till mer naturlig grönska kan hänga ihop med skötselnivån. Rabatterna kan ha använts till lek då vissa partier tydligt saknade vegetation och det kan tyda på vistelsevärde. Det problematiserar dock de grönbå lösningars slitage- och skötselbehov. Grönskan förhöjde upplevelsen med rekreativa inslag och en omväxlande miljö trots synligt slitage av gräsytor och avsaknad av perenner i rabatter. Det gröna inslaget av platsen gjorde att bilarna blev mindre påtagliga trots att det var gatuparkering längs med platsen.

Samtal med dagvattenforskare

Nedan presenteras en sammanfattning av samtalet med dagvattenforskare Anders Kristoffersson som ägde rum 2018-05-08, Alnarp som hänvisas till inspelad ljudfil (63.44 min). Samtalet handlade bland annat om komplexiteten och olika yrkesrollers synsätt på skyfallshantering.

Kristoffersson (2018, 01.58) beskriver att enskilda lokala dagvattenhanteringar i stadsmiljön har begränsad effektivitet och blir därmed ekonomiskt kostsamma sett till priset per renad kubikmeter vatten i jämförelse med större fördröjningsmagasin som kan anläggas utanför städer. Däremot kan enskilda lokala anläggningar, trots deras begränsade förmåga att hantera skyfall, vara en del av en större grönbå infrastruktur som bidrar till resiliens mot fler klimatförändringar, till exempel genom att sänka temperaturen (Kristoffersson 2018, 03.00). Kristoffersson (2018, 03.00) menar att om skyfallslösningar ses som enskilda lösningar och inte som en del av ett långsiktigt helhetssystem, kan det innebära att färre lösningar blir grönbå då de inte anses som ekonomiskt hållbara. Det kan vara av vikt att skyfallsarbetet byggs in i olika stadsutvecklingsprojekt för att få en tydligare inverkan på stadslandskapet (Kristoffersson 2018, 07.03). Köpenhamns intention att uppnå ett helhetssystem som involverar flera mindre skyfallsimpliceringar kan ha tvingats till att ta ett steg tillbaka. Detta eftersom det i klimatanpassningsredogörelsen presenterades förändrade förutsättningar av ekonomiska beräkningar för att se till varje skyfallsprojekt ekonomiska lönsamhet (Kristoffersson 2018, 05.44). Ifall de ”gröna vägarna” bedöms ekonomiskt utifrån ett kostnadseffektivt och tekniskt perspektiv blir det svårare att motivera att de ska implementeras (Kristoffersson 2018, 29.50). Kristoffersson (2018, 33.56) betonar att det inte är illvilja när gröna lösningar inte inrättas, utan att det handlar om vad som är möjligt. Det blir dock komplext när rationella aspekter sätts emot andra värden (Kristoffersson 2018, 34.00).

Det finns ett dilemma om hur mjuka värden kan värderas (Kristoffersson 2018, 14.00). Grönskan kan generera effekter som bidrar till gemensamma samhällsbesparingar, exempelvis minskade sjukvårdskostnader osv. (Kristoffersson 2018, 15.15). Det blir dock problematiskt då dessa ekonomiska vinster eller besparingar inte innebär lägre kostnader för VA-sidan eller gatukontoret som står för anläggnings- och skötselkostnader, utan snarare ökade kostnader (Kristoffersson 2018, 15.45). Kristoffersson (2018, 40.00) framhåller att det kan finnas svårigheter i att kvalitativa aspekter värderas ekonomiskt. Istället kan kvalitativa aspekter beskrivas i verbala termer för att inte tappa sin betydelse och sitt värde. Kristoffersson (2018) påpekade att metoder som kvantifierar kvalitativa mervärden kan ge låga kvantitativa resultat eftersom de ofta utgår från höga grundvärden som blir svåra att uppnå (Kristoffersson 2018, 37.57).

Förutom tekniska problem kring grönbå lösningar kan höga kostnader uppstå ifall det skulle bli en ökad efterfrågan av grönbå implementeringar från allmänheten, vilket kan bli svårt att motivera ekonomiskt då det är dyrt i förhållande till kapaciteten (Kristoffersson 2018, 10.00). Skötselkostnader tillkommer vid grönbå implementering till skillnad från rörlösningar som är relativt underhållsfria (Kristoffersson 2018, 12.00). Vidare menar Kristoffersson (2018, 20.03) att det kan bli ett dilemma om grönskan inte uppnår den ”trädgårdsstandard” folk är vana vid i stadsmiljö. Grönblå lösningar medför därmed högre krav på samarbete mellan park- och gatusidan (Kristoffersson 2018, 13.00). Arkitekten och ingenjören kan ha olika sätt att ta sig an dagvattenhantering trots att de utgår från samma problematik. VA-teknik, målfokusering och ekonomisk nytta kan generaliserat förknippas med ett ingenjörsmässigt perspektiv (Kristoffersson 2018, 0.58; 1.40).

Kristoffersson ställde en fråga: Vid ett stadsutvecklingsperspektiv, var finns ytorna som kan lagra vattnet vid skyfall? Därpå fördes resonemanget kring att ta en större andel av gatan i anspråk för grönbå lösningar (Kristoffersson 2018, 08.35). Kristoffersson (2018, 09.30) förtydligade att det är svårt att hantera vatten i marknivå i en stad som har en redan befintlig struktur av vägar och byggnader utan stora insatser. Att finna plats för nederbörds mängder vid ett skyfall i städerna är problematiskt (Kristoffersson 2018, 25.00).

Det är en ständig fråga hur fördelningen av nederbörd ska omhändertas, i marknivå eller under mark (Kristoffersson 2018, 44.20). I slutändan är det inte möjligt att leda ner för stora vattenvolymer under mark (Kristoffersson 2018, 46.32), det är inte heller möjligt att komma ifrån ett arbete med underjordiska rörledningar (Kristoffersson 2018, 55.37). Det handlar om att använda sig av olika strategier likt Three Points Approach (Kristoffersson 2018, 47.00). Det är viktigt att förstå för vilken nederbördssituation (vardagsregn eller skyfall) som planeras för, så att skyfallsimplementeringen kan fylla sin tänkta funktion beroende på platser (Kristoffersson 2018, 51.14).

Om det sker ett skyfall som innebär att vattensystemen måste breddas, alltså rinna över utan att renas, kan mycket föroreningar ledas ut till recipienter (Kristoffersson 2018, 23.30), framförallt om detta sker tidigt på våren (first flush), då mycket föroreningar finns på vägarna efter vintern (Kristoffersson 2018, 24.25). Om dagvatten leds till ett reningsverk konkurrerar det med spillvatten om reningsverkets kapacitet, vilket kan orsaka översvämning vid skyfall och risken för att orenat vatten sprids ökar (Kristoffersson 2018, 30.58). Dagvatten kan ses som lågförorenat jämför med spillvatten, vilket innebär att det kan bli dyrt att leda allt dagvatten till reningsverk (Kristoffersson 2018, 32.44). Det är inte ekonomiskt försvarbart att byta ut det kombinerade avloppssystemet till ett separerat system för avlopp- och dagvatten (Kristoffersson 2018, 31.40). Att ha i beaktning är Köpenhamns topografi som lutar mot havet, och därmed blir havet en naturlig recipient (Kristoffersson 2018, 26.23).

Kristoffersson avslutar samtalet med att påpeka att intentioner och verklighet inte alltid går hand i hand (2018, 60.35) och att det inom skyfallshandtering inte finns några självklara problem utan en komplexitet i problemställningen (Kristoffersson 2018, 59.33).

Metodreflektion

Flertalet av de officiella dokumenten är skrivna på danska, vilket har försvårat processen rent språkligt, feltolkning är därav att ha i beaktning. I arbetet har enbart sammanfattningar av konkretiseringarna studerats på grund av tidsbrist eftersom hela Köpenhamn valdes att studeras istället för en fördjupande studie i ett av områdena. Det innebär en förenkling av varje områdes planering gällande deras skyfallsåtgärder. Huvudrapporterna för varje område kan ha ett djupare resonemang kring skyfallsimplementeringens påverkan av stadslandskapet.

I början av arbetsprocessen var ambitionen att få kontakt med både en berörd aktör i planeringsprocessen och gestaltungsprocessen för att få en djupare insikt i hur stadslandskapet i Köpenhamn omformas utefter en skyfallsplan. En e-mailintervju skickades till en kontakt på Köpenhamns kommun och flera försök att få kontakt med Rambøll gjordes utan resultat. Möjligen kan samtalet med en utomstående part, dock kunnig inom skyfallshantering ha givit mer objektiva svar angående Köpenhamns arbete inom skyfallshantering. Skulle däremot ett samtal med en part från Köpenhamns kommun ägt rum hade möjligtvis ytterligare information kunnat erhållas. Detta hade kunnat få till följd att viss ifrågasättning som uppstått under arbetet angående Köpenhamns kommuns skyfallshantering klargjorts.

Samtalet med dagvattenforskaren Anders Kristoffersson var givande och utvecklade resonemanget för vad skyfallsimplementeringar kan innebära för stadslandskapet. Samtalet gav även förståelse kring vissa oklarheter som uppstått kring ekonomi och tekniska aspekter angående skyfallshantering. Det ökade förståelsen för hur komplex skyfallshanteringen är i ett stadsutvecklingsperspektiv. Det är många parametrar och avvägningar som måste ske och det kan innebära att det finns en osäkerhet kring hur skyfallsimplementeringarna faktiskt kommer att påverka stadslandskapet. Då samtalet kom in sent i processen hade en viss kunskap om skyfallshantering tillförts, vilket underlättade diskussionen.

Landskapsarkitektens roll är att se till skyfallsimplementering ur både ett socialt och ett tekniskt perspektiv, vilket försvårar processen att applicera en redan befintlig och utarbetad metod. Metoder som ser ett problem eller fenomen utifrån både ett samhällsvetenskapligt och naturvetenskapligt perspektiv är begränsat. Platserna utvärderades med Mervärdesmodellen som underlag och utifrån observatörernas erfarenhet och kunskap, vilket påverkar resultatet av hur platserna upplevs. Modellen ger ett subjektivt kvalitetsvärde av platsupplevelsorna vilket kan ge ett resultat som blir svårare att generalisera. Det gjordes enbart ett besök per plats, om det däremot hade gjorts återkommande besök vid olika tidpunkter och väderförhållanden skulle resultatet stärkas, eftersom upplevelsen av platserna varierar beroende på förutsättning. Mobiliteten på platserna skulle förslagsvis kunnat variera beroende på tidpunkt, något som det inte togs hänsyn till i modellen. Om platser som ska genomgå en skyfallsimplementering besöks och analyseras innan omgestaltning kan troligtvis ett mer verifierat resultat tillhandahållas.

Under arbetets gång har det undersökts om det finns en färdig modell att utgå ifrån vid bedömningen av skyfallsimplementering. Någon passande modell som kan appliceras på den skiftande skalan som de fyra platserna utgörs av, har inte hittats, inte heller en modell för platsanalys baserad på upplevelse och observation, som inte tolkar platsen ur ett hermeneutiskt synsätt eller en kvantitativ aspekt.

The Copenhagen Model (tidigare nämnt som inspiration till Mervärdesmodellen) kan komma att användas av Köpenhamn vid utvärdering av skyfallsimplementeringar för att se om de två värdena (upplevelse och nytta) har getts samma utrymme och prioritet i stadsutveckling.

Mervärdesmodellen är fortfarande outvecklad och exempelvis bedöms parametern Grönska utifrån iakttagelser av variation, rumsskapande och grönskans upplevda omfattning. I modellen ges ingen skillnad på de tre värdena utan de slås ihop till ett gemensamt resultat, vilket kan vara missvisande och göra modellen än mer subjektiv. Samma resonemang gäller för parametrarna Vistelse och Mobilitet. Det är en kvalitativ modell som utgår ifrån besökarens upplevelse av platsen och inte en modell som är till för att kvantitativt mäta funktioner på en plats.

Det uppstod en oavsiktlig kvantifiering av de tre bedömda parametrarna i Mervärdesmodellen då de i resultatet går att jämföra. Det visade sig vara svårt att hålla isär kvantitativa och kvalitativa sätt att bedöma en plats. Fortsatt forskning för att ta fram tydliga modeller som antingen riktar sig mot kvalitativa eller kvantitativa aspekter av skyfallsimplementering kan behöva upprättas.

Mervärdesmodellen utvecklades för att kunna presentera och beskriva upplevelsen av de fyra platserna på ett likartat sätt. I samband med platsobservationen uppstod ett analyserande förhållningssätt istället för att endast ha modellen som underlag för att presentera platserna utifrån de förvalda parametrarna. Kanske påverkades detta av att observatörerna har landskapsarkitektens synsätt som utgångspunkt. Det visar dessutom på problematiken som uppstår när en plats ska upplevas utifrån bestämda riktlinjer. Farhågan blir att observatören blir ifrågasättande och lösningsorienterad vilket tar fokus från upplevelsen.

I undersökningen förespråkas ett tvärvetenskapligt arbetssätt, dock utgår studien främst från en kvalitativ och upplevelsebaserad aspekt. Om arbetet dessutom hade tagit hänsyn till och kompletterats med kvantitativa metoder som utvärderar platsens fysiska funktioner, till exempel volymen regn som skyfallslösningarna kan hantera, hade resultatet och diskussionen kunnat vidgas. Förståelsen för hur en skyfallsimplementering påverkar stadslandskapet och dess komplexitet hade då kunnat fördjupas.

Det har under arbetets gång mestadels varit givande att arbeta två stycken, framförallt genom möjlighet för diskussion och ett ständigt driv för processens framåtskridande. Arbetet inleddes med insamling av data som delades upp och bearbetades av var och en, för att sedan sammanställas till ett gemensamt dokument.

Kommunikationen med varandra gällande frågeställningen och vad som undersökts har varit viktig då båda har haft egna tolkningar av undersökningen och dess syfte. När platsobservationerna utfördes sammanställdes bådars åsikter till ett gemensamt resultat, vilket påverkar slutresonemanget då var och en av oss delvis hade egna upplevelser av platsbesöken. Att arbeta tillsammans i par har varit bra då det möjliggjort diskussion kring relevansen av insamlat material och observationerna kring de fysiska platserna, även psykiskt välmående har främjats under processen gång. Det har uppstått ansträngande situationer på grund av oenighet av formulering och innehåll, vilket däremot har vidareutvecklat tankegångarna. De olika personlighetsdragen har kompletterat varandra. Framförallt produktivitet från ena hållet till noggrannhet från det andra, vilket har gjort att arbetet hela tiden har drivits på och inte kommit för långt ifrån frågeställningen.

Diskussion

Arbetet har fokuserat på förändringen av stadslandskapet i samband med skyfallsimplementering och vad skyfallshantering innebär ur ett stadsutvecklingsperspektiv. Köpenhamn är enbart i inledningsfasen av implementeringarna för att skyfallssäkra staden, vilket gör att det i nuläget är svårt att avgöra hur stadslandskapet kommer att förändras i samband med Köpenhamns förändring till en klimatrezilient stad. Utifrån litteraturstudien, dokumentstudien och platsbesök kan emellertid vissa tendenser inom hållbar skyfallshantering antydas.

Med skyfallsplanens implementeringar kan en grönare stad förväntas utifrån Köpenhamns vision och vad forskning antyder. Det kan få till följd att vattnet synliggörs och hanteras med hjälp av grönytor och öppna dagvattenlösningar. Det kan på så vis sägas att hållbar skyfallshantering inte längre ses som en del för sig, utan inkorporeras i urbana förnyelse- och omgestaltningsprojekt. Dessa projekt ska innehålla en rad olika funktioner för att vara resilienta mot klimatförändringar. Ett exempel på hur skyfallshantering kan involveras är att anlägga ett genomsläppligt bärlager vid en vägrenovering. Möjligen visar detta på att skyfallshandlingen kan bli en självklar och naturlig del i stadsutvecklingen och en del av ett helhetsperspektiv som har möjlighet att skapa gröna och flexibla miljöer. Å andra sidan påvisar både forskning och officiella dokument i arbetet att det finns en risk att grönbå lösningar inte kommer att prioriteras på grund av ekonomisk ineffektivitet, brist på utrymme och den stora nederbördsmängden som ett skyfall genererar. Grönblå lösningars primära funktion kommer kanske egentligen inte att vara att hantera skyfall, utan rörlösningar som exempelvis skyfallstunnlar utgör skyfallssäkringen av Köpenhamn. Det kan få till följd att möjliga övergripande och synliga grönbå effekter som förändrar stadslandskapet försummas.

Madsen et al. (2016) nämner att Köpenhamn har ett tydligt sektorsöverskridande arbete gällande skyfallsplanering, Liu och Jensen (2017) påpekar dock att det finns brister i det yrkesöverskridande arbetet. Kanske har en otydlighet kring vad skyfallsarbetet ska innehålla och hur det kan påverka staden uppstått på grund av osäkerheten kring hur mycket vatten som kommer att behöva hanteras. Därtill försvåras förståelsen för skyfallshandlingens komplexitet när dess implementering ska vara multifunktionell för att den blir sektorsöverskridande. Kanske kan Three Points Approach öka förståelsen mellan olika discipliner genom att förtydliga arbetet av olika vattenmängder och intensitet och hur dessa kan hanteras. Wong och Brown (2009) och Liu och Jensen (2018) är några som har nämnt att ett tvärvetenskapligt förhållningssätt ofta är viktigt för att genomföra en hållbar skyfallshantering. Möjligen visar detta arbete på att både arkitekten och ingenjören olika sätt att ta sig an problemen kan vara väsentligt för att utveckla en ekonomiskt hållbar, socialt hållbar och resilient skyfallshantering. Detta kan få till följd att det behövs ett tydligare samarbete parterna emellan och fortsatt forskning kring hur arbetet mellan olika discipliner inom skyfallshantering är uppbyggt och kan utvecklas.

Lärdomar för skyfallshantering kan erhållas av Köpenhamn för att de har utvecklat en typologi för att hantera vatten beroende på olika vattenvolymer och ser till ett föränderligt klimat. Köpenhamns strategier, vilka fokuserar på att leda bort vattenmängderna vid skyfall för att motverka översvämning, skulle å andra sidan kunna ta lärdom och inspireras av Melbournes strategier för återanvändning av vattnet i ett tydligare kretslopp. Problem med låga nivåer av grundvatten ses inte som ett problem som förväntas drabba Danmark (van Hattum, et al. 2016, ss. 39-40). Å andra sidan beskriver Klimatanpassningsplanen att det kan komma att bli skillnader i grundvattennivåerna om ca 100 år (Köpenhamns kommun 2011, s. 46), och därmed kan det bli viktigt att i framtiden ta vara på vattnet då dess fördelning över året kan komma att förändras och vattenbrist kan uppstå under torra perioder. Detta genererar följdfrågan om det vore värt att i

förebyggande syfte utveckla Köpenhamns skyfallsplan så att regn kan användas för bruk (till exempel bevattning och dricksförsörjning) när det är torrt, så att Köpenhamn kan bli en "Water sensitive city". En följd kan bli att skyfall ses som en resurs och inte enbart något som behöver ledas bort. Å andra sidan framhäver klimatanpassningsplanen dilemmat kring att ett mer intensivt regn leder till att nederbörden får svårare att infiltreras (Köpenhamns kommun 2011, s. 46). Att ha i åtanke är dessutom att länder har olika förutsättningar för att implementera en grönblå skyfallshantering. Faktorer som troligtvis spelar en signifikant roll kan vara jordartens permeabilitet, obebyggd yta i staden och möjlighet att leda vattnet till större grönytor.

Forskare som presenterats i arbetet lyfter grönblå lösningars möjlighet att naturligt rena och fördröja regnet innan det leds till recipienter, exempelvis Zhou (2014). Köpenhamn har tidigare haft problem med förorenat vatten i hamnområden, något som staden har arbetat med att åtgärda så att vattnet ska kunna användas till rekreation och aktivitet (Haghighatafshar et al. 2014). Köpenhamns kommun och Kristoffersson (2018) uttrycker att det vid ett skyfall är näst intill oundvikligt att inte avleda vattenvolymer från ett skyfall direkt till havet. Det skulle kunna betyda att efter ett skyfall är vattnet i havet runt Köpenhamn otjänligt för rekreation och aktivitet, men att det är en risk som kommunen är tvungen att ta. Kan det innebära problem för framtida möjlighet att tillgängliggöra den blå infrastrukturen för stadens invånare? Framförallt då den framtida regnintensiteten kan komma att öka och att mycket regnvatten inte kommer att genomgå en reningsprocess. Skyfallstunnlar och rör visar på lösningar som inte är flexibla och föränderliga som bland annat Abunnasr et al. (2013) nämner är av vikt för framtida planering.

I skyfallsplanen påpekas att det är av vikt att se till grönblå lösningar vid genomförandet av skyfallsimplementeringen. Dock är det enligt skyfallsplanen inte möjligt med grönblå markbaserade lösningar i områden som är tätbebyggda. I konkretiseringen för centrala Köpenhamn (Indre by) framhålls platsbrist som ett hinder för att implementera öppna grönblå lösningar. Gatorna i centrala Köpenhamn är präglade av mycket trafik. Skulle det kunna motiveras att göra om vägarna än mer, genom att ta mer utrymme av körbanor i anspråk för att inrätta flexibla dagvattenlösningar? Som argument framförs att trafiken både upptar yta och är en av orsakerna till föroreningar i dagvattnet. Det betyder i sin tur att transportsystemet behöver förändras och bli mer yteffektivt. Platsbristen i urbana miljöer kan vara ett faktum vid skyfallshantering, då det är så pass stora volymer vatten som faller och ska omhändertas som gör att yta krävs. Det gör att det krävs en avledning av vattnet även om delar av vattenvolymen skulle kunna fördröjas.

I ett stadsutvecklingsperspektiv skulle ett första steg kunna bli att inrätta rörlösningar som leder bort vattnet till havet. En traditionell lösning, för att snabbt implementera en åtgärd för att säkerställa avledning av skyfall. Det kan anses som ett drastiskt beslut att inrätta en statisk och icke flexibel lösning. Ifall de traditionella rörlösningarna anses tillförlitliga för att säkra staden mot kommande skyfall kan det bli svårt att motivera en långsiktig implementering av flexibla och grönblå lösningar, trots deras möjlighet till mervärden i stadslandskapet. Hur flexibel en skyfallslösning kan bli beror på hur pass möjligt det är att omdimensionera den för att anpassas till framtida klimatscenarier.

Vad som generellt gäller för samtliga konkretiseringar av skyfallsplanen är att ett stort fokus läggs på olika tekniska lösningsprinciper och analyser. Konkretiseringarna utvecklar inte resonemanget kring hur de grönblå implementeringarna eller skyfallslösningarna ska bidra till mervärde i stadslandskapet, vilket skapar frågetecken om vad det är i de grönblå lösningarna som egentligen skapar mervärde. En ny typ av urbana landskap kan komma att träda fram i stadsutvecklingen. Vissa frågor återstår att besvara: vad är det egentligen för uttryck dessa platser kommer att ha?

Vad medför deras bidragande effekter egentligen (så som olika ekosystemtjänster, upplevelsevärden och multifunktionalitet) för stadsrummet?

Det kan diskuteras om det är rimligt att alla omgjorda platser ska förseas med mervärden och multifunktionalitet? Platser med en ensidig bestämt och riktad funktion kan ha en betydelse i stadslandskapet. Det märktes vid bedömningen av platserna i arbetet att utgångspunkten för vad som ger mervärde och upplevelsevärden till en plats kan ha varit för hög och det finns en risk för att platserna blivit för hårt bedömda av observatörerna i arbetet. Kan det bli så att en landskapsarkitekt blir för kritisk i bedömningen om en plats inte maximeras med mervärde och multifunktionalitet? I studien av Panduro et al. (2013) påpekas att rekreation kan beräknas ur ett ekonomiskt perspektiv för att grönbå lösningar ska gynnas. Å andra sidan lyfter Kristoffersson (2018) problematiken att sätta ett ekonomiskt värde på upplevelsebaserade faktorer. Jansson et al. (2013) och Staden och hälsan (2017) påpekar också problematiken som uppstår då det är svårt att mäta ekonomiska vinster av positiva samhällseffekter som satsningar på ett grönbått stadslandskap kan bidra till.

Som tidigare nämnts i arbetet innebär skyfallssäkrandet av Köpenhamn att platser i stadslandskapet görs om så att de har kapacitet att hantera regnvolym vid skyfall. Dock är scenariot skyfall till största sannolikhet det avvikande medan vardagsregn och torrväder utgör det mer förväntade väderförhållandet. Därmed kan det vara viktigt att skyfallsimplementeringens utformning inte enbart är designad för hantera skyfall utan att designen skapar en plats i stadslandskapet mellan skyfall. Detta är något som betonas i konkretiseringsdokumentens vision och kan tolkas som att staden ska bli grönare med flera kvalitéer i stadsrummet, vilket kan få till följd att skyfallshantering blir än mer komplex och problematisk att utföra.

En metod likt Mervärdesmodellen är ett sätt att se om platserna får fler funktioner än att hantera dagvatten. De fyra platserna som besöktes i detta arbete har fått ett mervärde i samband med skyfallsimplementeringarna. Designen av platserna upplevs inte enbart uttänkta för att kunna hantera regnvatten, utan snarare kan regnet vara ett inslag som förhöjer upplevelsen av platserna. Framförallt Tåsinge och De gamles by har designats så att regnvatten snarare har möjlighet att förstärka helhetsintrycket av platsen. Båda platserna gav även upplevelsevärden i torrt väder. Sankt Annæ Plads uppfattades ha en design som kan förväntas fungera vid torrväder då gräsmattan kan brukas och vistas på, samt hantering av skyfall som fördröjs i den skålförmade gräsmattan. Om designen däremot möjliggör ett användande av platsen mellan skyfall och torra förhållanden är mer oklart. Regnbäddarna på Folehaven skapar en avgränsare mellan bilväg och cykelbana som kan ge ett grönare uttryck. Infiltreringsmöjligheten kan anses extra viktig i anslutning till den trafikerade vägen vid skyfall så att regnvattnet får möjlighet till en första rening. Regnbäddarna skulle dock ha kunnat utformas med ett förhöjande vistelsevärde genom ett annat växtval för att skapa mervärde vid torrväder. Samtidigt är det en transportsträcka med relativt hög hastighet, vilket gör att det kanske inte är ekonomiskt försvarbart att designen innehåller en detaljrikedom, då det gör sig bäst i ett långsammare tempo.

Vilken typ av kvalité och kvantitet som krävs för att uppnå ett mervärde av grönskan i stadslandskapet uppfattas emellertid inte som lika starkt definierat. I Moviums rapport *Hela staden - argument för en grönbå stadsbyggnad* sammanfattas forskning och kunskap inom ämnet grönbå stadsbyggnad. Enligt författarna finns forskning som påvisar de positiva effekterna av grönbå inslag i urban miljö. Trots ett gemensamt resonemang finns en stor risk att grönbå infrastruktur inte prioriteras i stadsbyggnadsutveckling (Jansson et al. 2013, s.36). En farhåga kan finnas då det ofta är en hög standard och intensiv skötsel av grönska i urbana miljöer för att bibehålla ett välskött utseende. Skyfallsimplementering kan resultera i att fler grönytor inrättas vilket medför en ökad omfattning av skötsel och därmed ökade skötselkostnader. Det skulle kunna innebära att

den höga skötselstandarden inte går att bibehålla utan att grönytor tillåts få ett mer vildvuxet och naturligt uttryck av vegetationen. Detta kan få till följd att designen behöver vara mer naturbaserad och resurseffektiv. En vidare fundering är vilken grad av skötselstandard som kan accepteras av Köpenhamns invånare. Det kanske inte längre är möjligt att ha lika hög skötselstandard och att normen om hur grönytor i staden ska se ut behöver förändras. Vidare uppstår frågor kring hur vistelsevärdet kommer att påverkas av en mer vild grönska i staden, ett ämne att utforska mer.

Det har framgått i arbetet att det finns en tveksamhet kring kostnaderna och de grönbå lösningarnas effektivitet för att hantera skyfall, då de kan fungera bättre vid vardagsregn och som en kompletterande åtgärd vid skyfall. Detta kan få till följd att grönbå implementering begränsas och därmed minskas dess inverkan på stadslandskapet. Frågan är vad den nya definitionen för "grön väg" till "spillvattenteknisk anläggning på ytan" och de nya kraven på kostnadseffektivitet, vilka presenteras i Klimatanpassningsredogörelsen 2017, kommer att ha för betydelse för stadslandskapets upplevelsevärden. Kan det innebära att Köpenhamn i framtiden går ifrån helhetsgreppet av klimatanpassningen av kommunen och att grönbå multifunktionella och flexibla lösningar reduceras om fler ekonomiska begränsningar inrättas?

Ett flertal vetenskapliga artiklar och officiella dokument, vilka presenterats i detta arbete, nämner rekreation som en effekt av grönbå skyfallsimplementering. Detta kan vara en ytterligare motivering till varför grönbå skyfallsimplementering är en av lösningarna i skyfallsstrategin som kan prioriteras. Stadslandskapet kan ges multifunktionella användningsområden och upplevelsevärden genom att skapa grönare gator med synligt vatten som förbättrar gatumiljön enligt konkretiseringarna av skyfallsplanen. Detta nämns endast ytligt i skyfallsplanen. Skyfallsplanen består till största del av tekniska och ekonomiska lösningar med förslag som lägger grunden för en strategi för att skydda staden mot skyfall. Det är först i klimatanpassningsredogörelsen som mervärdernas betydelse och funktion faktiskt utvecklas. Men hur ska till exempel upplevelsevärdet främjas? Skulle tydligare direktiv beträffande kriterier som skapar attraktion, rumslighet och vegetationsskikt underlätta så att upplevelsevärden stärks?

Kristoffersson (2018) påpekar, som tidigare nämnts, att det är dyrt att implementera LAR-lösningar i förhållande till volymen vatten de kan hantera. Därmed kan det ifrågasättas om det är ekonomiskt möjligt att implementera LAR-lösningar. Madsen et al. (2016) och Zhou (2014) ifrågasätter de grönbå lösningarnas kapacitet att hantera stora mängder regn. Detta kan vara en förklaring till varför det är svårt att faktiskt implementera grönbå lösningar, trots att forskning som nämnts i arbetet förespråkar grönska i staden. Trots detta kan det vara av värde att uppmärksamma hur den rekreativa infallsvinkeln inkorporeras och utvärderas i framtiden för att skyfallsimplementering ska uppfylla multifunktionella kriterier.

Slutsats

I detta arbete framgår det att upprätta en skyfallsplan innebär ett omfattande arbete som behöver vara yrkesöverskridande med en tvärvetenskaplig utgångspunkt. Både upplevelsevärden och nyttovärden kan behöva prioriteras. Ett tydligt ramverk för skyfallsimplementeringarnas utformning kan behövas för att mervärden ska synliggöras. Samtidigt behövs en platsspecifik och anpassningsbar utformning. Hållbar skyfallshantering kan behöva bli mainstream i stadsplanering för att den urbana miljön ska klara av de kommande klimatförändringarnas intensivare skyfall. Dessutom utgör grönblå skyfallsplanering en resiliens mot andra faktorer som påverkas av klimatförändringarna, till exempel värmeö-effekt, vilket gör att staden generellt kan bli mer klimatanpassad.

Köpenhamn vidtar kommunövergripande åtgärder för att skyfallssäkra staden, både grönblå marklösningar som främst ska fördröja vardagligt regn och underjordiska rörlösningar där vattnet ska avledas direkt vid skyfall. Köpenhamns arbete utvecklas och specificeras kontinuerligt genom konkretiseringar och redogörelser.

Det är svårt att vid inledningsfasen av skyfallsimplementeringen dra generella slutsatser om hur stadslandskapet kommer att påverkas. Stadslandskapet kan på samma yta innehålla flera funktioner av både mjuka och hårda värden. Detta kan i slutändan leda till ett stadslandskap där naturen integreras som en given del i gestaltningen av stadens ytor. Vattnets flöden kan tas upp till ytan istället för att ledas under mark, vilket i sin tur kan bidra till ett landskap som ger utrymme åt ekosystemtjänster. Det kan innebära att stadslandskapet får fler små gröna ytor, vilket ökar omfattningen av skötsel och utmanar skötselstandarden. Det finns också en risk att stadslandskapet inte blir så grönblått och visuellt förändrat om kostnaderna för LAR-lösningar inte är ekonomiskt försvarbara och tillräckligt effektiva för att hantera skyfall utan endast vardagligt regn och separata underjordiska rörsystem implementeras istället.

Avslutande kommentar

Möjligen visar Köpenhamns skyfallsplan på att det behövs en katastrof för att vidta övergripande åtgärder med stora insatser. Trots den höga ambitionen att implementera många projekt som strukturerar om staden, var det sju år sedan Köpenhamn drabbades av det extrema skyfallet och fyra platser i staden har skyfallsanpassats. En ambition som kan vara svår att upprätthålla på grund av ekonomiska aspekter, sektorsöverskridande samarbete och brist på yta i staden. Det är å andra sidan många projekt som ska vara färdigställda i Köpenhamn de kommande åren och att klimatanpassa staden är en långsam process på grund av dess komplexitet.

Detta arbete fastställer inte generella slutsatser om vad en skyfallsplan och dess implementering kommer att betyda för stadslandskapet, utan öppnar upp för vidare diskussioner kring om stadens infrastruktur faktiskt kommer att bli mer grönblå eller falla tillbaka på traditionella lösningar efter inrättandet av en skyfallsplan. Fortsatt forskning skulle kunna fokusera på att ta fram tydliga riktlinjer och syften för vad en hållbar skyfallshantering mer specifikt bör innehålla och vad som är rimligt för olika regnscenarion och platser. Är det möjligt att tillsammans med andra strukturella åtagande i stadsplanering långsiktigt inrätta många mindre grönblå implementeringar som tar hand om skyfall och gör stadslandskapet mer resiliert, eller bör det tydliggöras att grönblå implementeringar är lösningar som hanterar vardagsregn och inte skyfall?

Vidare forskning kan utveckla metoder för att sätta ekonomiska värden på mjuka parametrar för att det lättare ska vara möjligt att jämföra och sätta upplevelsebaserade värden och nyttovärden i relation till varandra inom skyfallshantering. Kanske kan metoder som framhåller att det inte går att jämföra upplevelsevärden och nyttovärden istället utarbetas. Metoder som separat ser till nyttovärdenas respektive upplevelsevärdenas syften. Detta för att upplevelsevärdenas betydelse inte ska förminska. För att ytterligare motivera val av grönblå skyfallsåtgärder skulle framtida forskning kunna utveckla metoder för hur man kan mäta skyfallsimplementeringars vinst och samhällsbesparing, och på så vis underlätta för ett framtida samarbete mellan olika aktörer i samhället och insikt i hur samhällsmedel kan fördelas sektorsöverskridande.

Både Zölch et al. (2017), Zhou (2014) och Kristoffersson (2018) nämner att kvantiteten av grönblå infrastruktur har betydelse för möjligheten att kunna hantera skyfall. Det öppnar upp för vidare forskning kring hur förtätning (mindre gräyta/person) ska möjliggöras samtidigt som plats ges till grönblå infrastruktur, ett dilemma som Köpenhamn kan stå inför då staden ska förtätas enligt flera konkretiseringar. Frågor kring att ta yta i anspråk för att tillgängliggöra grönblå ytor som tar hand om skyfall som förväntas återkomma en gång på hundra år kan då bli svårt att försvara. Framförallt när det ställs emot andra funktioner som behövs i staden. Å andra sidan är klimatförändringarna oförutsägbara och skyfall kan komma mer frekvent än förväntat.

När skyfallsimplementeringarna är genomförda kan forskning utvärdera totala upplevelsevärden och mervärden i förhållande till tekniska aspekter för att se om de olika infallsvinklarna har givits samma tyngd vid implementeringen. Det kan dessutom tydliggöra om Köpenhamns sju uppdelade skyfallsområden kommer att skilja sig åt i vald implementeringsstrategi beroende på deras olika förutsättningar att använda grönblå lösningar. Framtiden avgör om det kommer att skapas nya typer av urbana platser med både klimatrelianta och sociala kvalitéer där tillgängligheten till vatten och grönska ökar.

Referenslista

Aabling, T., Gabriel, S., Arnbjerg-Nielsen, K. (2011). *Dimensionering af LAR-anlæg*. Spildevandskomiteens Skrifter (Ed.). Danmark: Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark. Tillgänglig: <http://www.laridanmark.dk/dimensionering-af-lar-anlaeg/31582> [2018-04-18].

Abunnasr, Y., Hamin, E., Brabec, E. (2013). Windows of opportunity: Addressing climate uncertainty through adaptation plan implementation. *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 58(1), ss.135-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2013.849233>

Anthonisen, U., Faldager, I., Hovgaard, J., Jacobsen, P., and Mikkelsen, P.S. (1992). *Lokal afledning af regnvand*. Copenhagen: Miljøstyrelsen (Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, 36). Tillgänglig: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/1992/87-7909-271-3/pdf/87-7909-271-3.pdf> [2018-04-23].

Arnbjerg-Nielsen, K., Willems, P., Olsson, J., Beecham, S., Pathirana, A., Bulow Gregersen, I., Madsen, H., Nguyen, V.-T.-V. (2013). Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: a review. *Water Science & Technology*, vol. 68 (1), ss.16-28. DOI: 10.2166/wst.2013.251

Brudler, S., Arnbjerg-Nielsen, K., Zwicky Hauschild, M., Rygaard, M. (2016). Life cycle assessment of stormwater management in the context of climate change adaptation. *Water Research*, 106, ss. 394-404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.024>

Carlander, F. (2016). *Skyfallsförebyggande åtgärder - Exempel från arbete i Köpenhamn och Frederiksbergs kommuner*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (Publikationsnummer, MSB1018 – augusti 2016) Tillgänglig: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28191.pdf> [2018-04-03].

Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichefet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver and M. Wehner. (2013). Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change, 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

COWI. (2012). *Skybrudsplan og Strategi*. Danmark: Köpenhamns kommun, Teknik- och Miljöförvaltningen, Frederiksberg kommun, Bygge-, Plan- og Miljøafdelningen. (Dokumentnummer, 27427-2, version 2) Tillgänglig: <https://udbud.dk/Handlers/File.ashx?fileid=8144> [2018-04-09].

Denscombe, M. (2014). *Forskningshandboken – För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. 3:2. uppl. Lund: Studentlitteratur.

DMI (Danish Meteorological Institute). (2018). *Denmark's future climate*. Tillgänglig: <http://www.dmi.dk/en/climate/the-future-climate/denmark/#> [2018-04-02].

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J.M.N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Le Roux, X. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *Gaia -Ecological Perspective for Science and Society*, vol. 24 (4), ss. 243–248. DOI: <http://dx.doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>

Engberg, LA. (2018). *Climate Adaptation and Citizens' Participation in Denmark: Experiences from Copenhagen*. i S Hughes, EK Chu & SG Mason (red), *Climate Change in Cities : Innovations in Multi-Level Governance*. Springer International Publishing, The Urban Book Series.

European Commission. (2015). *Toward an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*. Luxembourg: Directorate-General for Research and Innovation, Directorate I — Climate Action and Resource Efficiency, Unit I.3 — Sustainable Management of Natural Resources. (Final Report of the Horizon 2020, Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities, B-1049 Brussel).

Fink, N. (2014). *Climate change adaptation to extreme rain case Copenhagen*. IWA European Utilities Management Conference. Oslo, May 15th 2014.

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.-L., Mikkelsen, P.S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more — The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban water journal*, vol. 12(7), ss. 525–542. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>.

Fratini, C., Geldof, G., Kluck, J., Mikkelsen, P. (2012). Three Points Approach (3PA) for urban flood risk management: A tool to support climate change adaptation through transdisciplinarity and multifunctionality. *Urban Water Journal*, vol. 9(5), ss. 317-331. DOI: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2012.668913>

GHB. (u.å.). *Tåsinge plads - en grøn oase - et sundt fællesskab*. Tillgänglig: <https://ghb-landskab.dk/projekter/taasinge-plads> [2018-04-24].

Gregersen, I.B., Sunyer Pinya, M., Madsen, H., Funder, S., Luchner, J., Rosbjerg, D., Arnbjerg-Nielsen, K. Past. (2014). *Present and Future Variations of Extreme Precipitation in Denmark*. Lyngby: DTU Enviroment (Technical Report 2014:1, Kgs). Tillgänglig: http://orbit.dtu.dk/files/101027420/TechnicalReport_Rainfall_in_a_future_climate.pdf [2018-04-23].

Haghighatafshar, S., Jansen JC., Aspegren, H., Lidström, V., Mattsson, A., Jönsson, K. (2014). Storm-water management in Malmö and Copenhagen with regard to climate change scenarios. *Journal of Water Management and Research*, vol. 70, ss. 159-168.

HOFOR, Köpenhamns kommun, RAMBØLL A/S. (2013). *Hovedrapport- Konkretisering af skybrudsplan Nørrebro*. Tillgänglig: kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1190_NKYu7zrAyv.pdf [2018-04-06].

International Water Association. (2016). Copenhagen unveils first city- wide masterplan for cloudburst. *Source – Practical intelligence for water professionals*. Tillgänglig: <https://www.thesourcemagazine.org/copenhagen-unveils-first-city-wide-masterplan-for-cloudburst/> [2018-03-01].

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Jansson, M., Persson, A., Östman, L. (2013). *Hela staden: Argument för en grönblå stadsbyggnad*. Alnarp: MOVIUM, SLU (Stad & land 2003:183) [2018-04-19].

Jiang, Y., Zevenbergen, C., Ma, Y. (2018). Urban pluvial flooding and stormwater management: A contemporary review of China's challenges and "sponge cities" strategy. *Environmental Science and Policy*, vol. 80, ss. 132-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.016>

Justesen, L., Mik-Meyer N. (2011). *"Kvalitativa metoder – Från vetenskapsteori till praktik"*, Lund: Studentlitteratur.

Keane, Å., Stenkula, U., Wijkmark, J., Johansson, E., Philipson, K., Hård af Segerstad, L. (2014). *Ekosystemtjänster i stadsplanering - en vägledning*. [Broschyr]. Stockholm, Malmö: c/o White arkitekter AB, VINNOVA.

Klimakvarter, Teknik- och Miljöförvaltningen, Byens Fysik. (u.å.). *Tåsinge Plads - Copenhagen's first climate-adapted urban space*. Tillgänglig: <http://klimakvarter.dk/en/projekt/tasinge-plads/> [2018-04-23].

Klimatilpasning. (2016). *Sankt Annæ Plads*. Tillgänglig: <http://www.klimatilpasning.dk/cases-overview/byfornyelse-og-klimatilpasning-gaar-haand-i-haand-ved-sankt-annae-plads.aspx> [2018-04-23].

Klimatilpasning. (2017). *Skybrudssikring i De Gamles By*. Tillgänglig: <http://www.klimatilpasning.dk/aktuelt/nyheder/2017/februar/skybrudssikring-i-de-gamles-by.aspx> [2018-04-23].

Köpenhamns kommun. (2011). *Copenhagen Climate Adaptation Plan*. Köpenhamn: (Copenhagen Carbon Neutral 2025, Miljø metropolen) Tillgänglig: http://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaption_plan.pdf [2018-04-04].

Köpenhamns kommun (2013, 2014) består av de sju nedanstående dokumenten

- Köpenhamns kommun (2013a). *Resumé - Konkretisering af skybrudsplan Amager & Christianshavn*. Tillgänglig: <http://www.e-pages.dk/tmf/20/html5/> [2018-04-10].
- Köpenhamns kommun. (2013b). *Resumé - Konkretisering af skybrudsplan Indre By*. Tillgänglig: https://blivhoert.kk.dk/sites/blivhoert.kk.dk/files/forslag/Indre%20by_resum%C3%A9_FINAL_LAV.pdf.pdf [2018-04-06].
- Köpenhamns kommun. (2013c). *Résumé - Konkretisering af skybrudsplan Nørrebro*. Tillgänglig: <https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/51d1b3b3-ef12-48eb-b447-94b3292b1ea3/2cf1df8c-c357-44a4-beaa-a3bdd970214a/Attachments/10436762-10289639-1.PDF> [2018-04-10].
- Köpenhamns kommun. (2013d). *Résumé - Konkretisering af skybrudsplan Østerbro*. Tillgänglig: <http://www.klimatilpasning.dk/media/641597/vandopland-oesterbro.pdf> [2018-04-06].

- Københavns kommun. (2014a). *Resumé - Konkretisering af skybrudsplan Bispebjerg, Ryparken & Dyssegård*. Tillgänglig: <https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK EwjWwM6527TbAhXBoCwKHVrjAo8QFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.kk.dk%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fedoc%2F00d135d0-52e7-476b-94b8-0e09e0cfef8c%2F44a0b63c-b0eb-49de-a617-5d7c299efb12%2FAttachments%2F10928852-11003751-1.PDF&usq=AOvVaw3C51ZVH3DuZxasjGn5uJDn> [2018-04-06].
- Københavns kommun. (2014b). *Resumé - Konkretisering af skybrudsplan København Vest & Frederiksberg Vest*. Tillgänglig: <https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/a3228d6b-9cfc-49f2-a69b-732b073e3fce/7205c545-94b9-404e-b8b0-766643157cf9/Attachments/10635029-10553444-1.PDF> [2018-04-11].
- Københavns kommun. (2014c). *Resumé - Konkretisering af skybrudsplan Ladegårdså, Frederiksberg Øst & Vesterbro*. Tillgänglig: <https://www.hofor.dk/wp-content/uploads/2017/12/skybrudskonkretiseringsplan.pdf> [2018-04-06].

Københavns kommun, Frederiksbergs kommun, HOFOR, Frederiksberg Forsyning, Rambøll, Atelier Dreiseitl. (2013). *Konkretisering af skybrudsplan København Vest og Frederiksberg Vest*. Tillgänglig: kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1186_rp4XquX5Xp.pdf [2018-05-07].

Københavns kommun & Teknik- og Miljøforvaltningen. (2012). *Cloudburst Management Plan 2012*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun. (Miljø metropolen, København co2 neutral 2025) Tillgänglig: http://en.klimatilpasning.dk/media/665626/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf [2018-03-23].

Københavns kommun & Teknik- og miljøforvaltningen. (2016a). *Bilag 2 - Nedlæggelse af p-pladser på Folehaven*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun, Teknik- og miljøforvaltningen. (Klimatilpasning og skybrudssikring af Folehaven - nedlæggelse af parkeringspladser, Valby, 2016-0339218) Tillgänglig: <https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/94a3bbdb-5e13-4b26-a8fd-77095a032217/3c263d76-62e8-4e97-b38f-c688ef1c3921/Attachments/16230037-20528540-1.PDF> [2018-04-23].

Københavns kommun & Teknik- og miljøforvaltningen. (2016b). *Klimatilpasning og skybrudssikring af Folehaven - nedlæggelse af parkeringspladser*. Valby (2016-0339218). Tillgänglig: <https://www.kk.dk/indhold/teknik-og-miljoudvalgets-modemateriale/21112016/edoc-agenda/94a3bbdb-5e13-4b26-a8fd-77095a032217/f24197fa-0d86-4fd3-9fdb-870071e47f75> [2018-04-23].

Københavns kommun & Teknik- og Miljøforvaltningen. (2017a). *Klimatilpasningsredegørelsen 2017 med forslag til igangsættelse af ni skybrudsprojekter*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun. (Klimatilpasningsredegørelsen 2017 med forslag til igangsættelse af ni skybrudsprojekter, 2017-0356675, Bilaga 1) Tillgänglig: <https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/10fdc631-b405-47f7-8e7f-3f91d1abec1/ead41bef-b6d5-4a73-ab3f-f18a182edaf2/Attachments/19278394-25394456-10.PDF> [2018-04-12].

Københavns kommun & Teknik- og Miljøforvaltningen. (2017b). *Rækkefølgeplan for skybrudsprojekter 2017*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun. (Klimatilpasningsredegørelsen 2017 med forslag til igangsættelse af ni skybrudsprojekter, 2017-0356675, Bilaga 3) Tillgänglig:

<https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/10fdc631-b405-47f7-8e7f-3f91d1abecc1/ead41bef-b6d5-4a73-ab3f-f18a182edaf2/Attachments/19285007-25394478-5.PDF> [2018-04-12].

Lane, J. (2017). *Stad under vatten: Skyfall, ett window of opportunity för klimatanpassning?* Blekinge Tekniska Högskola. Fakulteten för teknikvetenskaper, Institutionen för fysisk planering. (C-Uppsats, Fm1473, Fp14).

Lerer, SM., Madsen, HM., Andersen, JS., Rasmussen, H., Danielsen, HJ., Arnbjerg-Nielsen, K., Mikkelsen, PS. (2016). Applying the “WSUD potential”-tool in the framework of the Copenhagen Climate Adaptation and Cloudburst Management Plans. *Proceedings of 9th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management (NOVATECH)*. Lyon, Frankrike 28/06/2016 - 01/07/2016. Tillgänglig: [http://orbit.dtu.dk/en/publications/applying-the-wsud-potentialtool-in-the-framework-of-the-copenhagen-climate-adaptation-and-cloudburst-management-plans\(346e3614-5fc0-4c56-acd6-541b05edc867\).html](http://orbit.dtu.dk/en/publications/applying-the-wsud-potentialtool-in-the-framework-of-the-copenhagen-climate-adaptation-and-cloudburst-management-plans(346e3614-5fc0-4c56-acd6-541b05edc867).html) [2018-04-20].

Lerer, SM., Righetti, F., Rozario, T., Mikkelsen, PS. (2017). Integrated Hydrological Model-Based Assessment of Stormwater Management Scenarios in Copenhagen’s First Climate Resilient Neighbourhood Using the Three Point Approach. *Water*, vol. 9 (11), s. 883. DOI: doi:10.3390/w9110883

Lindgreen, S. (2016). *Bilag 3 - Parkeringsredogørelse, Folehaven*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun, Teknik- och miljöförvaltningen. (Klimatilpasning og skybrudssikring af Folehaven - nedlæggelse af parkeringspladser, Valby, 2016-0339218), (Dokumentnummer , 2015-0109548-32) Tillgänglig: <https://www.kk.dk/sites/default/files/edoc/94a3bbdb-5e13-4b26-a8fd-77095a032217/3c263d76-62e8-4e97-b38f-c688ef1c3921/Attachments/16230037-20214011-11.PDF> [2018-04-23].

Liu, L. & Jensen, M. B. (2017). Climate resilience strategies of Beijing and Copenhagen and their links to sustainability. *Water Policy*, vol. 19, ss. 997–1013. DOI: <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2017.165>.

Liu, L. & Jensen, M.B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, vol. 74, ss.126-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.11.013>

Locatelli, L., Mark, O., Mikkelsen, P.S., Arnbjerg-Nielsen, K., Deletic, A., Roldin, M., Binning, P.J. (2017). Hydrologic impact of urbanization with extensive stormwater infiltration. *Journal of Hydrology*, vol. 544(C), ss. 524-537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.11.030>

Loubet, P., Roux, P., Bellon-Maurel, V. (2015). WaLA, a versatile model for the life cycle assessment of urban water systems: formalism and framework for a modular approach. *Water Research*, vol. 88, 69-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2015.09.034>.

Madsen, H., Brown, R., Elle, M., Steen Mikkelsen, P. (2016). Social construction of stormwater control measures in Melbourne and Copenhagen: A discourse analysis of technological change, embedded meanings and potential mainstreaming. *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 115, ss. 198-209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.003>

Miljödepartementet. (2013). *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster*. Stockholm: Statens offentliga utredningar (Sammanfattning av SOU, 2013:68).

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystem and Human Well Being – Synthesis*. Washington DC: Island. Tillgänglig: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> [2018-03-27].

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2013). *Resiliens – Begreppets olika betydelser och användningsområden*. Karlstad: Försvarsdepartementet. (MSB569 – 2013) Tillgänglig: <https://www.msb.se/sv/Produkter--tjanster/Publikationer/Publikationer-fran-MSB/Resiliens-Begreppets-olika-betydelser-och-anvandningsomraden/> [2018-04-11].

Naturvårdsverket. (2017). *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken*. Stockholm: (Redovisning av regeringsuppdrag, Ärendenummer, NV-08972-16) Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/analys-kunskapslaget-dagvattenproblematiken.pdf> [2018-04-17].

NE - Nationalencyklopedin. (2018). *Kvalitativ metod*. Tillgänglig: <http://www.ne.se.ezp.sub.su.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/kvalitativ-metod> [2018-04-10].

OKNygaard. (2017). *Skybrudssikring i de gamles by*. Tillgänglig: <https://oknygaard.dk/nyheder/skybrudssikring-i-de-gamles-by/> [2018-04-23].

Panduro, T.E., Zhou, Q., Jellesmark Thorsen, B., Arnbjerg-Nielsen, K. (2013). Adaption to Extreme Rainfall with Open Urban Drainage System: An Integrated Hydrological Cost-Benefit Analysis. *Environmental Management*, vol. 51, ss. 586–601. DOI: 10.1007/s00267-012-0010-8

Patel, R. & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning* (4., [uppdaterade] uppl. ed.). Lund: Studentlitteratur.

Persson, B., Bucht, E., Lind, B., VA-forsk (FoU-projekt). (1990). *Plats för regn*. Alnarp: MOVIUM och svenska vatten- och avloppsverksföreningen (VAV). (Stad & land 1990:86).

Realdania. (u.å.). *Sankt Anna Projektet*. Tillgänglig: <https://realdania.dk/projekter/sankt-annae-projektet> [2018-04-23].

Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, D., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Solecki, W. (2014). Urban areas. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA.

Ryen, A. (2004). *Kvalitativ intervju – från vetenskapsteori till fältstudier*. 1:1. uppl. Malmö. Liber.

Sammen om byen. (2018). *Genopretning 2017 Folehaven*. Köpenhamn: Köpenhamns kommun, Teknik- och Miljöförvaltningen. Tillgänglig: <https://www.kk.dk/nyheder/genopretning-af-vejene-fortsatter-i-2017> [2018-04-24].

Schönherr. (u.å.). *Sankt Anna Plads*. Tillgänglig: <http://schonherr.dk/projekter/sankt-annae-plads/> [2018-04-24].

SLA Architects, Köpenhamns kommun, Teknik- och miljöförvaltningen. (2016). Development catalogue - Climate adaptation and Urban Nature. Köpenhamn: Köpenhamns kommun. Tillgänglig: https://issuu.com/sla_architects/docs/bynatur_booklet_uk_small [2018-04-18].

SMHI. (2017a). *Vad är klimatanpassning?* Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/om-oss/vad-ar-klimatanpassning-1.7783> [2018-05-07].

SMHI. (2017b). *Återkomsttid för extremt väder.* Tillgänglig: <https://www.smhi.se/professionella-tjanster/professionella-tjanster/statistik-och-data/aterkomsttider-for-extremt-vader-1.14134> [2018-04-04].

SMHI. (2018). *Återkomsttider.* Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/aterkomsttider-1.89085> [2018-04-14].

SMHI, Andersson L., Bohman A., van Well L., Jonsson A., Persson G. och Farelus J. (2015). Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat. Norrköping: SMHI. (Klimatologinummer, 12) Tillgänglig: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.86329!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Klimatologi%20Nr%2012.pdf [2018-03-28].

Smit Andersen, J., Lerer, S.M., Backhaus, A., Bergen Jensen, M., Danielsen Sørup, H.J. (2017). Characteristic Rain Events: A Methodology for Improving the Amenity Value of Stormwater Control Measures. *Sustainability*, vol. 9(10), 1793. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9101793>

Staden och hälsan (2017). Stadspodden. [Podd-program]. Dome of Vision.

Stockholm Vatten, H2 Oslo, Göteborgs Stad, VA SYD, HRM, HOFOR. (2013). *Vatten- och avloppsekonomi, Vatten- och avloppsledningsnät.* (Nyckeltalsrapport 2013) Tillgänglig: <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1735353> [2018-05-02].

Sørup, H.J.D., Lerer, S.M., Arnbjerg-Nielsen, K., Mikkelsen, P.S., Rygaard, M. (2016). Efficiency of stormwater control measures for combined sewer retrofitting under varying rain conditions: Quantifying the Three Points Approach (3PA). *Environmental Science and Policy*, vol. 63, ss. 19-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.010>

VA SYD. (2017a). *Ordlista för vatten och avlopp.* Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Om-VA-SYD/Ordlista-for-vatten-och-avlopp> [2018-05-04].

VA SYD. (2017b). *Taxa för vatten-, avfall- och avloppshantering.* Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Taxor/Taxor> [2018-04-02].

VA SYD. (2017c). *Åtgärdsplan för Malmös avloppsledningsnät 2017.* Malmö. Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/-/media/Documents/Broschyrer/Vatten-och-avlopp/Atgardsplaner-for-avlopp/tgrdsplan-Malm-Avloppsledningsnt-2017.ashx?la=sv-SE&hash=A9DB8977F919A384672670DFE2E84A40B8860231> [2018-04-02].

Valby Lokaludvalg. (2017). *Folehaven får grønne bede og støjdæmpende asfalt.* Tillgänglig: <https://www.valbylokaludvalg.kk.dk/folehaven-faar-groenne-bede-og-stoejdampende-asfalt/> [2018-04-23].

van Hattum, T. Blauw, M., Bergen Jensen, M., de Bruin, K. (2016). *Towards Water Smart Cities - Climate adaptation is a huge opportunity to improve the quality of life in cities*. Wageningen Environmental Research (Rapportnummer, 2787) Tillgänglig: <http://edepot.wur.nl/407327> [2018-04-05].

Vand i Byer - Innovationsnetværk for klimatilpasning. (2015). *LAR i Danmark*. Tillgänglig: <http://www.laridanmark.dk> [2018-04-23].

Whitford, V., Ennos, A.R., Handley, J.F. (2001). “City form and natural process” – indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, vol. 57 (2), 91–103. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00192-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00192-X).

Wong, T. & Brown, R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Science & Technology*, vol. 60(3), ss. 673-682. DOI: 10.2166/wst.2009.436

Yang, B., Ming-Han, L., Shujuan, L. (2013). Design-with-nature for multifunctional landscapes: Environmental benefits and social barriers in community development. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 10(11), ss. 5433-5458. DOI: [doi:10.3390/ijerph10115433](https://doi.org/10.3390/ijerph10115433)

Yin, R. (2009). *Case study research : Design and methods* (4.th ed., Applied social research methods series, 5). London: SAGE.

Zhou, Q. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. *Water*, vol. 6(4), ss. 976-992. DOI: 10.3390/w6040976

Ziersen, J., Clauson-Kaas, J., Rasmussen, J. (2017). The role of Greater Copenhagen Utility in implementing the city’s Cloudburst Management Plan. *Water Pract. Technol*, vol. 12(2), ss. 338–343. DOI: 10.2166/wpt.2017.039

Zölch, T., Henze, L., Keilholz, P., Pauleit, P. (2017). Regulating urban surface runoff through nature-based solutions – An assessment at the micro-scale. *Environmental Research*, vol. 157, ss. 135-144. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.023>

Bilaga

Bilaga 1. Mervärdesmodell

