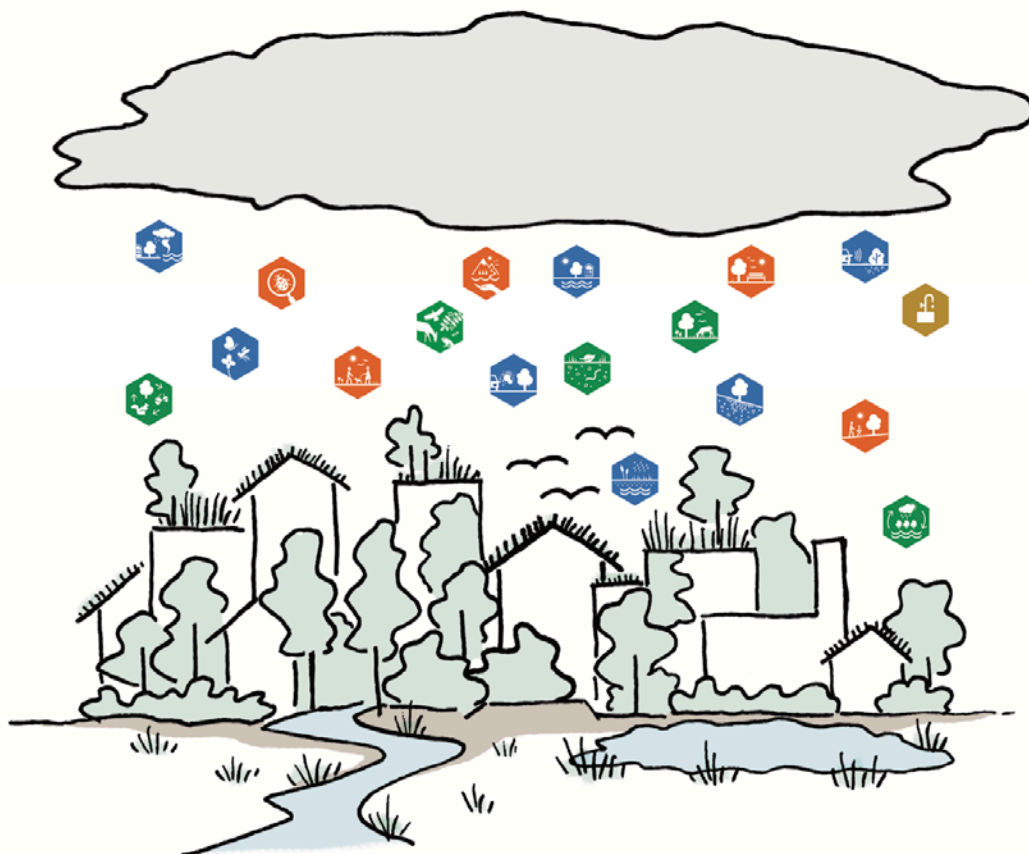




Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap



RUSTA FÖR KLIMATKRIS OCH PLANERA FÖR FRAMTIDEN

Hur stadens grönbå lösningar kan hantera dagvattnet och samtidigt ge positiva effekter på klimatet i framtiden

Amanda Freng Blümke

Självständigt arbete • 15 hp

Landskapsarkitektprogrammet • Alnarp 2019

RUSTA FÖR KLIMATKRIS OCH PLANERA FÖR FRAMTIDEN

- Hur stadens grönbå lösningar kan hantera dagvattnet och samtidigt ge positiva effekter på klimatet i framtiden

PREPARE FOR CLIMATE CRISIS AND PLAN FOR THE FUTURE

- How the green blue solutions in the city can handle the daily water management and at the same time give positive effects of the future climate

Författare: Amanda Freng Blümke

Handledare: Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Matilda Alfengård, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0845

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Illustration: Amanda Freng Blümke. Ikoner med ekosystemtjänster från boverket.se, för licens se sida 19.

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

Nyckelord: dagvattenhantering, klimatförändringar, ekosystemtjänster, ESTER, Monbijougatan, Tåsinge plads, Rosendal, hållbar utveckling, SuDS, LOD

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap.

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts inom ramarna för kandidatexamenskursen EX0845 på 15 hp. Arbetet har utförts under tredje året på landskapsarkitektutbildningen år 2019 vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Alnarp.

Under mina tre på landskapsarkitektutbildningen har klimatförändringarna ständigt varit en påminnelse om vad vi människor gör med vår planet och vad vi måste göra i framtiden. Därför har kandidatarbetets inriktning formats kring det landskapsarkitekten skulle kunna bidra med för att både förhindra att vår vackra värld går till spillo, men också skapa en möjlighet för människan att minska de negativa effekterna hon haft på klimatet. Arbetet har tagit en spännande riktning i och med de trevliga samtal jag haft och med inspiration från olika håll.

Jag skulle vilja börja med att tacka min handledare Åsa Bensch för spännande diskussioner i den mjuka fåtöljen, för alla de röda markeringar som gett tips och stöd i skrivandet och för den vägledning och tid jag fått under arbetets gång. Jag vill även passa på att tacka min klasskamrat Josefin Ågren för inspiration i början av arbetet och för att genom ett enkelt samtal fått mig på rätt bana. Tack till Millicent Skogsmyr för inspiration och trevligt sällskap under konferensdagen, samt tack till Lisa Persson från Naturskyddsföreningen, Tim Delshammar från Malmö stads gatukontor, Anders Bäckman från Uppsala kommun och Edge Arkitekter för användandet av material och ritningar som gett större förståelse under arbetets gång. Slutligen vill jag tacka min sambo Tomasz för emotionellt stöd i frustrerande stunder och matlådor i hungriga sådana.

Trevlig läsning!

Amanda Freng Blümke, Malmö 2019

SAMMANDRAG

En varmare värld och klimatförändringar är något som människan kan komma att se mer av i framtiden. I bland annat Skandinavien är kraftiga och/eller långvariga regnfall en av konsekvenserna av ett förändrat klimat, där människan ses som den största orsaken till problemet. Tillsammans med en ökad mängd hårdgjorda ytor i den urbana miljön som inte har förmåga att infiltrera dagvatten, samt med ett överbelastat vattensystem under mark är översvämningar en "klimatkris" som redan orsakat och kan komma att orsaka flera samhällsproblem om inga åtgärder tas.

I detta arbete ligger därmed fokus på hantering av dagvatten och kraftiga regnfall i urban miljö där ett historiskt perspektiv skildrar de lösningar som tidigare använts och de utmaningar som städerna står inför gällande nutida och framtida stadsplanering och dagvattenhantering. Olika öppna grönblå lösningar undersöks på grund av dess omtalade mångfunktionalitet och förmåga att på ett hållbart och naturligt sätt rena, infiltrera och fördröja dagvatten. I samband med detta undersöks även begreppet ekosystemtjänster för att i ett senare stadie studera lösningarnas omfattning i mångfunktionalitet och för att se om de kan bidra till positiva effekter på klimatet, inte bara rusta inför framtida kraftiga regnfall.

Arbetet har utförts med hjälp av litteraturstudier och platsbesök, vilket resulterat i en utvärdering av tre projekt, ämnade för att hantera stora mängder dagvatten, i Malmö, Köpenhamn och Uppsala. Utvärderingen och studien av projekten har utförts för att ge större förståelse för dagvattenhantering som kvantitativ, kvalitativ, social och biologisk lösning. Målet är att med denna studie utvärdera vilka ekosystemtjänster som respektive projekt bidrar med för att på så sätt förstå vad en grönblå dagvattenlösning kan ge människan, staden och naturen mer än att bara förhindra översvämningar.

Studien resulterade i att projekt med större omfattning gällande öppen dagvattenhantering genererade fler ekosystemtjänster än de med mindre omfattning, vilket i sig genererar positiva effekter på klimatet. Stadens dagvattenhantering kan behöva ett system där grönblå lösningar med naturens hjälp kombineras med grå ingenjörsmässiga lösningar för att på så sätt komplettera varandras brister och generera så många fördelar som möjligt. Mångfunktionalitet är alltså ett måste då staden förtätas och bör genomsyra allt ifrån arbetssätt till tekniska lösningar.

ABSTRACT

A warmer world and climate change is something that the human kind can expect more from in the future. For instance, in Scandinavia powerful and/or long-lasting rainfalls are one of many consequences regarding a changed climate, where the human kind could be seen as the biggest cause of the problem. Together with an increased number of paved surfaces in the urban environment that doesn't have the capability of infiltrating rainwater and with an overloaded drainage system under ground, floods are a "climate crisis" that has already caused and could be causing more society problems if nothing is going to be done.

Thereby, this thesis will focus on managing large amounts of rainwater in the urban environment. An historical perspective will describe solutions that have been used in the past but also the challenges that the cities are and will be facing regarding stormwater management. Different solutions of sustainable drainage systems will be investigated because of their multifunctionality and ability to clean, infiltrate and detain rainwater in a sustainable and natural way. In addition, the concept of ecosystem services will also be investigated. This is to, in a later stage, study the drainage system solution's extent in multifunctionality and to also see if the solutions can contribute positive effects on the climate and not only prepare for powerful future rainfalls.

The thesis has been made by literature studies and visits of different projects, which resulted in an evaluation of three projects, made to manage big amounts of rainwater, in Malmö, Copenhagen and Uppsala. The evaluation and the study of the projects have been made to give a bigger understanding for stormwater management as a quantitative, qualitative, social and biological solution. The objective of the study is to evaluate what kinds of ecosystem services each project contributes to. This is to understand what a sustainable drainage system can do for people, cities and nature than just prevent floods.

The study resulted in a conclusion that projects with larger extent regarding stormwater management generated more ecosystem services, which in itself also generates positive effects on the climate. Stormwater management in the cities might need a solution where sustainable drainage systems are combined with engineered solutions and in that way complete each other's lacks and generate as many benefits as possible. When the space in the cities is getting smaller, multifunctionality is a must and should be used in every stage from planning to final construction.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
BAKGRUND	1
MÅL OCH SYFTE	3
FRÅGESTÄLLNING	3
METOD OCH MATERIAL	3
AVGRÄNSNINGAR	4
2. URBAN DAGVATTENHANTERING IGÅR, IDAG OCH IMORGON	5
DAGVATTENHANTERING I HISTORIEN	5
Den antika dagvattenhanteringen	5
Den medeltida dagvattenhanteringen och framåt	5
Den industriella dagvattenhanteringen	6
Den kombinerade dagvattenhanteringen	6
Den separerade dagvattenhanteringen	7
DAGENS OCH FRAMTIDENS HÅLLBARA DAGVATTENHANTERING	7
Vattnets naturliga kretslopp och människans inverkan	7
Naturen som hjälpmedel	9
Kvantitet, kvalitet, gestaltning och biologisk mångfald	9
Den öppna dagvattenhanteringen	11
Exempel på grönbå öppna dagvattenlösningar i stadsmiljö	13
3. EKOSYSTEMTJÄNSTER - EN PLANERINGSSTRATEGI FÖR MÄNNISKAN ATT MOTVERKA KLIMATFÖRÄNDRINGARNA	17
EKOSYSTEMTJÄNSTER OCH DESS GRUNDFÖRUTSÄTTNINGAR	17
EKOSYSTEMTJÄNSTER I STADSPLANERING	18
ESTER 1.0 - BOVERKETS REDSKAP FÖR ATT KARTERA OCH ANALYSERA EKOSYSTEMTJÄNSTER	19
Stödjande ekosystemtjänster	20
Försörjande ekosystemtjänster	22
Kulturella ekosystemtjänster	24
Reglerande ekosystemtjänster	26
4. TRE GRÖNBÅ EXEMPEL PÅ HÅLLBARA DAGVATTENLÖSNINGAR	29
REGNBÄDDAR PÅ MONBIJOUGATAN I MALMÖ	29
KLIMATKVARTERET TÅSINGE PLADS I KÖPENHAMN	32
HÅLLBARA STADSDELEN ROSENDAL I UPPSALA	36

5. VAD GER DE TRE EXEMPLENS DAGVATTENLÖSNINGAR FÖR EKOSYSTEMTJÄNSTER?	40
REGNBÄDDAR PÅ MONBIJOUGATAN I MALMÖ	41
KLIMATKVARTERET TÅSINGE PLADS I KÖPENHAMN	42
HÅLLBARA STADSDELEN ROSENDAL I UPPSALA	43
	43
6. DISKUSSION OCH REFLEKTION	44
ETT HÅLLBART LÅNGSIKTIGT ARBETE	44
VILKA EKOSYSTEMTJÄNSTER BIDROG DE TRE DAGVATTENLÖSNINGARNA TILL OCH VILKA SAKNAS?	45
METOD OCH ARBETSPROCESS	47
KÄLLKRITIK	47
FORTSATTAS STUDIER	48
LITTERATURFÖRTECKNING	49
BILDFÖRTECKNING	54

1. INLEDNING

BAKGRUND

Bernes (2016) beskriver i Naturvårdsverkets publikation "En varmare värld" hur människan och världen vi lever i står inför stora utmaningar gällande klimatförändringar. I Sverige, till skillnad från många andra länder, är konsekvenserna ännu relativt lindriga, men framtiden talar för fler och mer komplicerade utmaningar. När världen blir allt varmare påpekar Berns (2016) att inte bara klimatet påverkas, som ses som ett genomsnitt av temperatur, vind och olika väderdata från ett specifikt område. Vi kan även förvänta oss förändrade väderförhållanden, vilket kan innebära intensiva stormar och ökade mängder nederbörd och skyfall. I en studie om extrem korttidsnederbörd i Sverige beskriver Jonas Olsson (2013), forskare i hydrologi, hur en varmare atmosfär kan innehålla mer vattenånga. Detta kan i sin tur ge förutsättningar för extremare nederbörd i framtiden med en möjlig regnökning på 20–30 % i Sverige vid nästa sekelskifte.

Samtidigt strävar städer efter en allt tätare struktur vilket ger en ökad mängd hårdgjorda ytor. De hårdgjorda ytorna förhindrar infiltration av vatten ner i marken. Detta kombinerat med kraftiga regnfall under korta perioder, menar Hall (2015) kan resultera i översvämningar då dagens ledningsnät inte är tillräckligt rustade för att ta emot eller leda bort de stora vattenmängderna. Översvämning och bräddning, vilket är tillfälliga utsläpp av förorenat spillvatten, blir inte bara en kostnadsfråga för samhället, utan även en hälsofråga då orenat och miljöfarligt vatten väller ut i våra källare och på våra gator, samt att reningsverken får problem med vattenreningen (Hall 2015).

Ett exempel som bland annat ledde till dessa problem är det kraftiga regnfallet över Malmö den 23 augusti 2014. Enligt uppgifter från SMHI (2014) ska Malmö under 24 timmar ha tagit emot 100,1 mm regn. Detta motsvarar mängderna för ett 100-årsregn, vilket betyder att nederbördsvolymen i millimeter jämfört med regnvaraktigheten i minuter var tillräckligt stor för att beräknas ha en återkomsttid på 100 år (Bäckman 2018). De stora vattenmängderna kunde inte hanteras. Infiltrationsytorna blev mättade och ledningsnätet överbelastades eftersom det i många delar av staden bestod av ett kombinerat system där spillvatten (avloppsvatten), förorenat vatten från hem och industri, och dagvatten (regn- och smältvatten) transporteras i samma ledning (VA syd 2018). Detta ledde till översvämning av ytor som inte var menade att stå under vatten, med följder som trafikstörningar i hela regionen, minst 3000 skadade byggnader och skadesiffror på runt 600 miljoner kronor. (Svenska Dagbladet, 2014; Nord 2016).

Dessa extrema regnfall kan också påverka stabiliteten i jorden med följder som ras och skred (Hall 2015). I Munkedal 2016 orsakade en lång period av regn ett skred som förstörde stora delar av motorväg E6, samt järnvägsspår och el- och teleförsörjning. Det förekom inga dödsfall, men stora infrastruktur- och miljöskador (Krisinformation 2014).

Världen är därför redo för en omställning och en upprustning inför de kommande klimatförändringarna. I Svenskt Vattens publikation P110 för "Avledning av dag-, drän- och spillvatten" från 2016 (s. 7) skriver de om följande lösning på problemet. *"Om man fördröjer och hanterar lokalt de första 10 mm av varje regntillfälle så innebär detta att hela 75% av årsvolymen hanteras. Om 15 mm fördröjs och hanteras motsvarar detta hela 85% av årsvolymen av dagvatten"*

Bäckman (2018) skriver i tidskriften Stadsbyggnad att allt fler kommuner och regioner världen över tar tillbaka naturen som hjälp för att avlasta städernas vattenledningssystem under mark. Detta genom att infiltrera, fördröja och rena lokalt istället för att transportera dagvattnet till närmsta recipient, exempelvis ett vattendrag. Här spelar de grönblå lösningarna en stor roll, vilket kan ge uttryck i så kallade SuDS (Sustainable Drainage Systems) eller LOD (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten).

Vi kan alltså med hjälp av olika hållbara lösningar motverka klimatförändringarnas negativa påverkan på naturen, människan och världen. Samtidigt som staden måste rustas skriver Boverket (2019b) att det i första hand är människan som är själva orsaken till problemen, där bygg- och fastighetsbranschen är en av de stora miljöbovarna. År 2016 stod de nämligen för 21 % av Sveriges utsläpp av växthusgaser. Branschen har därför stora krav på sig att minska utsläppen och Boverket (2016) har därför tagit fram riktlinjer och regler för byggbranschens framtida arbete. Riktlinjerna utgår ifrån Agenda 2030 där de hållbara målen står i fokus inom de uttalade målen Hållbara städer och samhällen, Bekämpa klimatförändringarna och Ekosystem och biologisk mångfald (Regeringskansliet 2015).

Ekosystemtjänster som Andersson et al (2019) skrivit om i boken "Urbana ekosystemtjänster", rör alla de tre hållbarhetsmålen som nämndes ovan, och många fler. Tjänsterna går, enligt Andersson et al (2019), att applicera på allt från lokal till regional stadsplanering och är viktiga gällande planetens och mänsklighetens framtid.

Förenta Nationerna skapade 1994 regelverket UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Regelverket innefattar bland annat ett strategiskt gemensamt arbete för anpassning och upprustning inför kommande klimatförändringar, men också för att motverka orsakerna. Genom att hitta lösningar som rustar för kommande klimatförändringar och samtidigt ger positiva effekter på framtidens klimat kan arbetet drivas framåt i rätt riktning mot en bättre värld (Nybeck & Sandahl 2016).

MÅL OCH SYFTE

Målet med arbetet är att undersöka olika grönblå lösningar som kan minska effekterna av kraftiga regnfall i staden och som samtidigt kan ge positiva effekter på klimatet i framtiden. Målet är också att genom tre exempel på projekt med grönblå lösningar visa just vilka ekosystemtjänster som varje lösning bidrar till och diskutera där kring.

Syftet med arbetet är att få en bättre förståelse för dagvattenhanteringen i staden, vad ekosystemtjänster kan bidra till i stadsplaneringen och vad som händer om man kombinerar olika hållbarhetsstrategier. Syftet är också att utforska vad landskapsarkitekten har för roll i frågan om en urban klimatanpassning, samt att möjligtvis inspirera andra till att också använda ESTER-verktyget i sina projekt, som beskriv i kapitel 3.

FRÅGESTÄLLNING

För att uppnå syfte och mål kommer följande huvudfråga att besvaras:

Vilka urbana grönblå dagvattenlösningar används idag för att hantera kraftiga skyfall och dagvattenvolymer och vilka ekosystemtjänster kan dessa lösningar tillföra för att ge positiva effekter på klimatet och den urbana miljön?

För att ge bättre förståelse och en bättre introduktion till huvudfrågan kommer även följande delfrågor att besvaras:

Hur har dagvattenhanteringen fungerat genom tiderna?

Hur påverkar klimatförändringarna och kraftiga regnfall dagens dagvattensystem?

Hur fungerar ekosystemtjänster och hur kan de implementeras i stadsplaneringen?

METOD OCH MATERIAL

Denna uppsats är en sammanställning av information som framkommit vid en litteraturstudie och föreläsningar från konferensen "Stan är full av vatten" den 4 april 2019 i Malmö. Litteraturstudien har till största delen utgått från sökmotorer som Primo, Scopus och Google Scholar med ett så brett val som möjligt av både svenska och internationella artiklar. Boverkets ESTER-verktyg kommer också att användas för att beskriva och diskutera hur olika grönblå dagvattenlösningar kan generera ekosystemtjänster, även om verktyget inte helt och hållet kommer användas på det sätt som det är tänkt. Besök på platser med

grönblå dagvattensystem kommer att genomföras med syfte att studera hur de fungerar på plats, hur de upplevs och för att samla beskrivande och förtydligande bildmaterial till uppsatsen.

AVGRÄNSNINGAR

Arbetet och avsnitt 2 om urban dagvattenhantering kommer endast att hantera problematiken angående kraftig nederbörd och behandlar därav inte havsnivåhöjningar, som också kan bidra till problem som översvämningar, erosion, farliga utsläpp etc. Andra klimatförändringar som också är relevanta angående städernas och människans framtid nämns mycket kortfattat i avsnitt 3 om ekosystemtjänster.

De utvalda ekosystemtjänsterna är anpassade efter Boverkets verktyg, ESTER, vilket gör att andra uppdelningar eller andra typer av ekosystemtjänster inte har använts. Tillämpningen av ESTER-verktyget är också begränsad i detta arbete då analys-verktyget, i form av en Excel-fil inte använts på det sätt det är menat till. Detta eftersom de projekt som studeras redan är anlagda eller påbörjade och inte rör projekt i ett tidigt stadium som Boverket rekommenderar. Arbetet har därför inte tagit hänsyn till vilka ekosystemtjänster som gått förlorade i själva anläggandet av platsen. Det har heller inte skett något urval av vilka ekosystemtjänster som ska beaktas i arbetet tillsammans med andra yrkesgrupper inom området. Detta ska vara till fördel enligt Boverket, vilket gör att detta arbete innehåller begränsande kunskaper om ekosystemtjänster och hade kunnat innehålla fler givet en större tidsram. I valet av ekosystemtjänster i respektive projekt behandlas endast de delar som rör dagvattenhantering. Andra delar av projekten som inte rör dagvattenhantering kan generera andra och fler ekosystemtjänster.

Uppsatsen beskriver endast skandinaviska projekt i Malmö, Köpenhamn och Uppsala vilket gör att all information och alla lösningar måste anpassas efter varje enskilt projekt med unika ståndort och unika klimat- och biologiska förhållanden.

2. URBAN DAGVATTENHANTERING IGÅR, IDAG OCH IMORGON

DAGVATTENHANTERING I HISTORIEN

Den antika dagvattenhanteringen

Människan har alltid haft en stark kontakt till vattnet och det ofta av ren överlevnadsstrategi. Stockman (2008) menar att den tidigt skapat möjligheter till en bättre levnadsstandard och på grund av dess breda användningsområde har många samhällen vuxit upp i anslutning till vatten på ett eller annat sätt. I boken ”



Water Centric Sustainable Communities- Planning, retrofitting and building the next urban environment” beskriver Novotny, Ahern och Brown (2010) vattenanvändningens långa historia hela vägen fram till hur den fungerar idag. Anspråkstagandet och utnyttjandet av vattnets kapacitet tar oss tillbaka till Aten 500 år f.Kr. Publika och privata brunnar anlades för att komma åt det drickbara grundvattnet och ytvattnet användes till nödvändigheter som bevattning, transport och tvätt. Kunskaperna fördes sedan vidare ut i världen och kan fortfarande gå att finna i vissa samhällen idag (Novotny, Ahern & Brown 2010).

Den medeltida dagvattenhanteringen och framåt

Från medeltiden och framåt påstår Stockman (2008) att någonting hände. Fler flyttade in till städerna och trycket på en fungerande vatteninfrastruktur ökade. Samtidigt skriver Novotny, Ahern och Brown (2010) att ingenjörstekniken utvecklades vilket skapade fler möjligheter att tämja vattnet med hjälp av avlopp under och ovan mark eller på taken.



I Rom på 300- och 400-talet var man tidigt ute med att utveckla ibland 400 km långa akvedukter och tankar som kunde rymma 800 000 till 900 000 kubikmeter vatten, medan det i andra delar av världen dröjde länge innan man kunde utföra en sådan teknik. När

ekonomin i städerna blev bättre började man satsa på handel och militär. Därför anlades kanaler i många städer som försvar och till transport, samtidigt som de välbärgade fick tillgång till toalett och andra vattenbaserade bekvämligheter. De fattiga i staden hade det mindre bekvämt och avfall slängdes rätt ut på den jordbelagda gatan och fördes förhoppningsvis vidare med regnvattnet ner i närmsta vattendrag. Det man inte visste då var att många sjukdomar, som kolera, var vattenburna, vilket med hjälp av det smutsiga klimatet i staden skapade många dödliga epidemier i Europa och världen (Novotny, Ahern & Brown 2010).

Den industriella dagvattenhanteringen

Novotny, Ahern och Brown (2010) skriver att industrialiseringen kan beskrivas som den tredje paradigmen i dagvattnets historia. När den tog fart i västvärlden på 1800-talet behövdes arbetskraft i städerna, vilket utlöste ytterligare en urbanisering. Men industrierna som tidigare drevs av vattenkraft, drevs nu mera av ånga och fossila bränslen vilket bidrog till en mängd utsläpp rätt ut i vattendragen. Massiva investeringar gjordes i att utveckla avloppssystemet i städerna och i slutet av 1800-talet upptäcktes sambandet mellan förorenat vatten och sjukdom (Novotny, Ahern & Brown 2010). I Stockholm år 1858 började man bygga stadens första vattenverk med rörledningar importerade från England. Detta gav invånarna tillgång till rent dricksvatten och en bättre folkhälsa. Men det smutsiga spillvattnet släpptes fortfarande ut orenat i sjöar och vattendrag och bidrog till många skador på naturens kretslopp (Stockholm vatten och avfall 2015).



Den kombinerade dagvattenhanteringen

I slutet av 1800-talet introducerades i Europa kombinerade avloppssystem, där avloppsvatten och regnvatten i gemensamma rör forslades till närmsta recipient. Samtidigt ökade andelen hårdgjorda ytor och på 50 till 100 år begravdes nästan alla naturliga vattendrag i den urbana miljön (Novotny, Ahern & Brown 2010).

Kombinationen av dessa två konstruktioner innebär, enligt Stahre (2004), att dagvattnet inte infiltreras genom marken, utan rinner istället snabbt av ytan och vidare ner i det kombinerade systemet till närmsta recipient. Samtidigt förs avfall och spillvatten i samma rör tills det når samma recipient (Stahre 2004).



På den tiden trodde ingenjörerna att recipienten skulle kunna rena sig själv, men när fiskar dog och sjöarna blev övergödda bevisades motsatsen (Novotny, Ahern & Brown 2010).

Den separerade dagvattenhanteringen

Det skulle dock dröja till fram till 1930-talet innan människor började få upp ögonen för vattnets biologiska värde. Aktivister protesterade, miljörörelsen växte sig starkare, reningsverk byggdes och lagar skrevs (Novotny, Ahern & Brown 2010). År 1969 skrevs Sveriges Miljöskyddslag som är ett regelverk gällande farliga utsläpp och föroreningar i mark, vatten och luft (Sveriges riksdag, 1969). På 1960-talet påbörjades utbyggnaden av ett så kallat duplikatsystem där dag- och spillvatten går skilda vägar, men fortfarande har äldre stadsdelar ofta kvar det kombinerade systemet (Stahre 2004). Idag är till exempel 20–25 % av Sveriges ledningar kombinerade, vilket sätter systemet och naturen i fara för översvämningar och farliga utsläpp så fort det överbelastas (Svenskt vatten 2005).



DAGENS OCH FRAMTIDENS HÅLLBARA DAGVATTENHANTERING

Vattnets naturliga kretslopp och människans inverkan

Myndigheten SGU, Sveriges geologiska undersökning (u.å), beskriver vattnet som ständigt cirkulerande, se bild 1. Dess naturliga kretslopp serverar människan dagligen och gör det möjligt för oss att konsumera rent vatten rätt ifrån kranen. Värme från solen gör att vatten från hav och sjöar evaporerar, det vill säga avdunstar ut i atmosfären. Samtidigt transpirerar växter, vilket innebär att vatten från dess klyvöppningar avges som vattenånga ut i atmosfären. Vattenångan kyls sedan ner och kondenseras till vätska igen i form av regn eller snö som faller till marken. En del av vattnet tas upp av växtligheten och dess rötter, medan resten långsamt filtreras genom jorden och ner till grundvattnet och ut till närmsta recipient (SGU u.å). Det som skapar avbrott i vattnets kretslopp är när människan tar upp vattnet från recipienten. Vattnet transporteras till ett vattenverk där det renas och sedan förs in i ledningsnätet och slutligen ut i våra kranar, toaletter och duschar. Spillvattnet rinner sedan ut i avloppets ledningsnät vidare till reningsverk där det renas i flera steg innan det åter igen returneras till naturens kretslopp (Barré 2018).

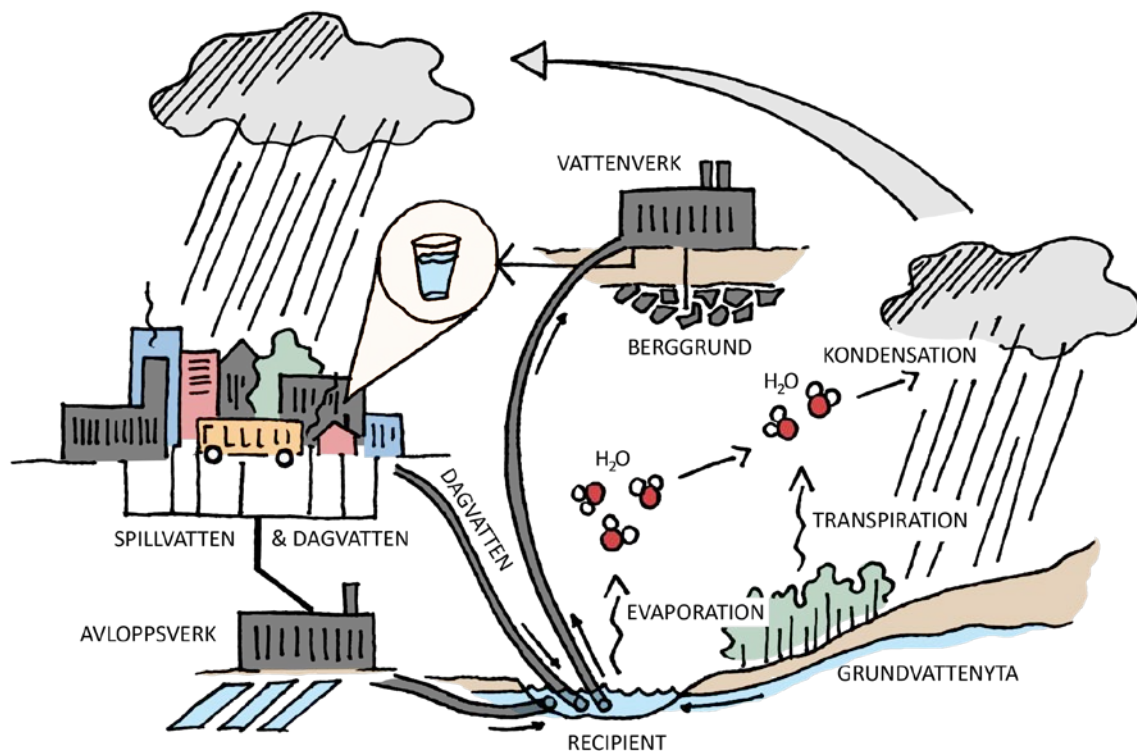


Bild 1. Vattnets naturliga kretslopp och det människan skapat. Efter Svenskt vatten (2005) och SGU. (u.å).

När naturligt grundvatten inte är ett alternativ beskriver SGU (u.å) tekniken att skapa konstgjort grundvatten. Detta görs med hjälp av stora bassänger fyllda av grus och sand. Pumpat vatten från sjöar och vattendrag transporteras genom grus- och sandlagren för att på så sätt efterlikna den naturliga filtreringen. Om vattnet är förorenat och ingen av dessa processer är lämpliga får andra medel tas till hjälp, men dessa processer är mer tidskrävande och komplicerade (SGU u.å).

Vattnet och dess reningsprocess är livsviktigt för människan. Som tidigare nämnt hårdgörs städerna allt mer och det naturliga kretsloppet sätts ur spel, vilket utsätter dagvattensystemen för överbelastning vid kraftigare regnfall (Hall 2015). Griffith (2017) beskriver i sin artikel *"Sustainable Urban Drainage"* hur dagens grå lösningar fungerar. Grå lösningar innebär att man via rännor, sänkor och höjdsättning i rätt riktning så snabbt som möjligt transporterar dagvattnet från upptagningsområde till utlopp för att på så sätt säkra byggnader och dylikt från eventuella vattenskador. Stahre (2004) förklarar systemets nackdelar. De äldre delarna av staden har fortfarande ofta ett kombinerat system som genom snabb avrinning och vid större flödestoppar överbelastas. När kapaciteten hos systemet inte är tillräcklig, som vid större regnfall, kan översvämning och bräddning uppstå vilket ger en rad negativa följder som farliga utsläpp i grundvattnet, vattenskador och hälsofara. Bräddning innebär förorenat dag- eller avloppsvatten som tillfälligt släpps ut då systemet överbelastas. Enligt uppgifter från Svenskt vatten finns även risk för torka på

Gotland och i sydöstra Sveriges, vilket gör att grundvattnet inte fylls på och det blir ont om dricksvattnen (Barré 2018).

I ett antal artiklar i tidskriften *Stad och Land* beskriver Persson redan år 1990 problemen med dagvattnet i den allt tätare staden. Han valde att i den första artikeln, "*Regnvattnet blir miljöhot*", fokusera på de kemikalier och miljögifter som dagvattnet för med sig då det avleds från våra smutsiga vägar, parkeringsplatser och industriområden till recipienter utan att renas. Det handlade alltså, enligt Persson (1990), om en strategi att leda bort vattnet snarare än att studera naturen och låta området lokalt ta hand om dagvattnet och använda en naturlig reningsprocess.

Naturen som hjälpmedel

Med naturen som hjälpmedel kan människan, enligt Bäckman (2018), motverka de negativa följderna som skapats av de snabba avledningsmetoder vi tidigare använt oss av. Han menar att det handlar om att utnyttja naturens infiltrerings- och fördröjningsprocesser för att på så sätt hantera stora skyfall, minimera utsläpp av dagvattenföroreningar, bilda grundvatten och motverka sättningar etc. Stahre (2004) skriver även han om naturens sätt att lösa människans dagvattenproblem, men påpekar även vikten av att använda både grå och grönbå lösningar. Det gäller att använda naturen så långt det går, men eftersom dagens städer just är så pass hårdgjorda krävs också att man utvecklar och utökar det duplikatsystem och de ingenjörsmässiga reningsprocesser som människan redan skapat. Kombinationen av dessa två lösningar ses inte bara som positivt för miljön och människan, utan ses också som ekonomiskt hållbar (Stahre 2004). Det nämner även Holgersson, Pauleit och Bergen Jensen (2008) då de diskuterar frågan om vattnets kvalitet i Gröna fakta-bladet "*Stadsplanering i klimatförändringens spår*". Då tungmetaller och organiska mikro-föroreningar avleds från stadens smutsiga gator till vattendragen måste kvaliteten säkerställas innan detta kan ske. Därför menar författarna att en kombination mellan naturliga och ingenjörsmässiga metoder bör användas då vatten från till exempel industriområden kan behöva en kraftigare rening än den marken kan erbjuda.

Kvantitet, kvalitet, gestaltning och biologisk mångfald

Som tidigare nämnt var dagvattenhanteringen och planeringens traditionella syfte att hantera mängden (kvantiteten) av vatten och antingen utnyttja den eller avleda den från platsen så fort som möjligt. I *Svenskt vatten* (2011), illustrerat i bild 2, talar man om hur man från det traditionella tankesättet gått över till den långsiktigt hållbara dagvattenhanteringen där både **kvantitet**, **kvalitet** och **gestaltning** är av samma värde i planeringen. I Ciria's handbok för hanterandet av så kallade Sustainable Drainage Systems (SuDS) från 2015 tar de även upp vikten av att använda sig av **biologisk mångfald** i planeringen av hållbar dagvattenhantering, något som framtiden kan vänta sig mer av.

TRADITIONELL
DAGVATTENPLANERING



LÅNGSIKTIGT HÅLLBAR
DAGVATTENPLANERING

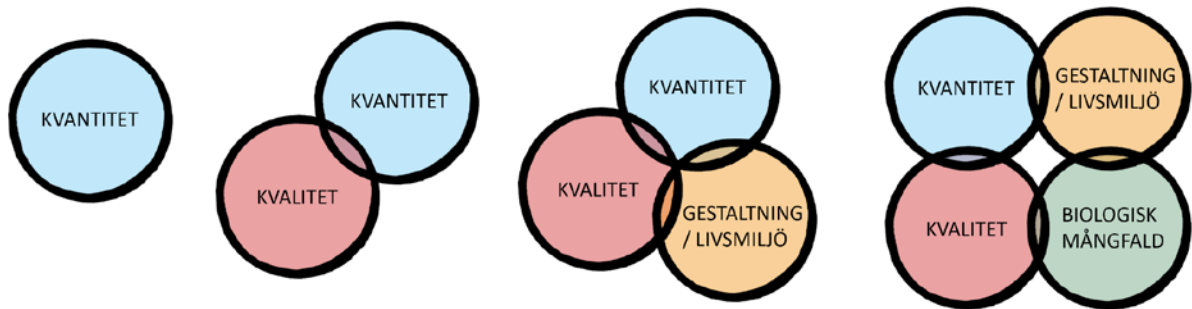


Bild 2. Från traditionell till långsiktigt hållbar dagvattenplanering, efter Svenskt vatten 2011 och Ciria 2015

Sustainable Drainage Systems är det internationella namnet på hållbara dagvattenlösningar och är utvecklade för att kunna hantera stora mängder dagvatten lokalt och därav inte överbelasta ledningsnätet, samt tillföra följande viktiga värden (Ciria 2015).



“Designing for water quantity - Control the quantity of runoff to support the management of flood risk and maintain and protect the natural water cycle” (Ciria 2015, s. 36).

I design av dagvattenlösningar som ska kunna hantera **kvantiteten** av dagvatten måste det kontrolleras hur snabbt vattnet rinner och hur mycket, det vill säga den maximala avrinningshastigheten, respektive avrinningsvolymen. Systemen ska vara kapabla att hantera kraftiga regnfall så att översvämningsrisk och risk för erosion reduceras. De ska vara designade för att skydda vattnets naturliga kretslopp och transporten till grundvatten (Ciria 2015).



“Designing for water quality - Manage the quality of runoff to prevent pollution” (Ciria 2015, s. 50).

När **kvalitet** av vattnet ska uppnås krävs att urbana föroreningar tas om hand och renas innan vattnet når recipienten och dess omgivning. Det gäller att skydda vattenkvaliteten från både kortsiktiga akuta föroreningar, som tillfälligt spill, men också från långvariga föroreningar från till exempel städernas bilvägar och parkeringar (Ciria 2015).



“Designing for amenity - Create and sustain better places for people” (Ciria 2015, s. 66).

Gestaltningen och människans **livsmiljö** i staden är viktig att ha i åtanke i dagvattenlösningarnas design. Genom att anlägga karaktärsrika, gröna, mångfunktionella platser, som stödjer människors hälsa, rekreativsmöjligheter och fantasi osv, blir staden mer attraktiv, behaglig och användbar. Det gör att människan kan leva hållbart och samtidigt få ett bättre liv (Ciria 2015).



“Designing for biodiversity - Create and sustain better places for nature” (Ciria 2015, s. 80).

Att designa dagvattenlösningar med **biologisk mångfald** kan ge människan en stor mängd ekosystemtjänster (mer om ekosystemtjänster går att läsa om i kapitel 3). Det krävs att olika yrkesgrupper samlas för att hantera dessa åtgärder som kan skapas i allt ifrån små privata projekt till storskaliga infrastrukturprojekt. Ju större dagvattenhanteringsyta, desto större positiv inverkan på den biologiska mångfalden. Det handlar om att med hjälp av dagvattenlösningar skapa nya levnadsmiljöer för olika arter, att skapa spridningsvägar mellan dessa och att systemen ska kunna bli egenförsörjande. Samtidigt handlar det om att få människan att förstå sig på naturens alla möjligheter (Ciria 2015).

Genom att kombinera dessa fyra designverktyg kan en långsiktigt hållbar dagvattenhantering och planering uppnås där människan värnar om de kvaliteter som vattnet har att erbjuda (Ciria 2015).

Den öppna dagvattenhanteringen

Öppen dagvattenhantering har länge ansetts vara en av lösningarna på människans urbana dagvattenproblematik. Stahre (2004) talar om fyra kategorier i en avrinningskedja, illustrerade i bild 3, som transporterar vattnet från regndroppe till recipient med hjälp av olika åtgärder. Första kategorin är **lokalt omhändertagande av dagvattnet**, så kallat **LOD**, där dagvatten på privat mark tas omhand lokalt och fördröjs eller infiltreras i till exempel gräsytor eller gröna tak. Vid **fördröjning nära källan** fördröjs vattnet på allmän platsmark med hjälp av bland annat diken eller genomsläppliga beläggningar. Med **trög avledning** menas ofta öppna lösningar på allmän platsmark som långsamt transporterar vattnet till recipienten eller ledningsnätet, till exempel svackdiken eller kanaler. På vägen till recipienten eller ledningsnätet kan vattnet hinna infiltreras eller avdunsta. Sist men inte

minst en **samlad fördröjning** där vattnet på allmän platsmark tas omhand från större avrinningsområden till anläggningar likt dammar eller vårmarker (Stahre 2004).

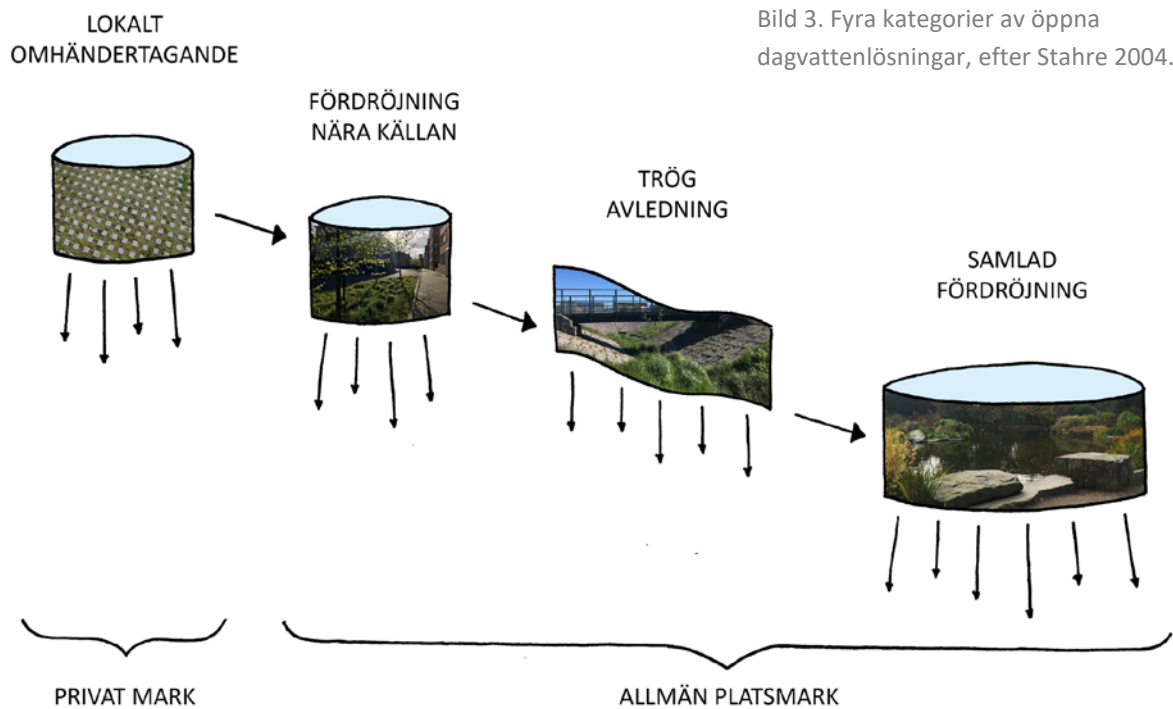


Bild 3. Fyra kategorier av öppna dagvattenlösningar, efter Stahre 2004.

Redan år 1990 tar Persson upp vikten av att använda LOD som dagvattenhanteringsalternativ i stadsplaneringen. LOD började diskuteras på 70-talet, men metoden handlade då om tekniska lösningar och hur man lokalt kunde leda vattnet ner i marken till underjordiska magasin. Lösningen var inte så effektiv som man trodde och magasinerna sattes ofta igen i användandet av geo-textil snarare än makadam som materialskiljande lager. På 90-talet började man istället tänka biologi snarare än teknik. Att förstå vattnets naturliga kretslopp skapade förutsättningar för människan att hitta enklare lösningar på dagvattenproblematiken i staden. Samtidigt är det enligt Lützen och Okholm (1994) inte alltid så enkelt som man tror. Det krävs stor kunskap inom ämnet då det finns vissa situationer där LOD inte är ett alternativ. Ett exempel på det är då grundvattnet ligger högt och kan riskera att förorenas eftersom reningsprocessen från markytan till grundvattnet inte är tillräcklig. Ett annat exempel är vid områden med hög lerhalt som riskerar att bli övermättade och ett tredje är om infiltreringen sker för nära hus och kan fuktskada socklar och källare.

Exempel på grönblå öppna dagvattenlösningar i stadsmiljö

Dagvattenkanaler

Denna lösning ger, förutom transport av dagvatten, en trevlig livsmiljö för invånarna i staden, biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster. Lösningen kräver en hel del skötsel då kanalen lätt täpps till med löv eller annat avfall (Stahre 2004).

Diken och bäckar

Dessa lösningar är långsträckta och har ofta en permanent vattenyta. De används för att fördröja, dränera eller transportera dagvatten och på grund av dess utformning kan de lätt växa eller slamma igen, vilket kräver en del skötsel (Jordbruksverkets vattenenhet 2014). Det är enligt Strahe (2004) viktigt att inte kulvertera eller överbelasta diken och bäckar vid exploatering.

Fördröjningsdammar

Lösningar med vatten permanent på platsen som både fördröjer, samlar och infiltrerar dagvatten. Det finns alltid risker vid permanent vatten, vilket kräver en hel del skötsel. Med vissa tillägg kan dammen fungera bättre. Rundpump kan bättra vattenomsättningen, hårdgjord botten gör det lättare för tömning, inloppsdamm kan avskilja grövre material, fontän kan öka syreinnehållet och spolposter kan fylla på med nytt vatten. Vassväxter kan verka som biologiskt filter mot närsalter och träd kan minska solinstrålningen. I staden kan fördröjningsdammar placeras i parker, grönområden eller på stora bostadsgårdar (Stahre 2004).



Bild 4. Dagvattenkanal. Foto: Christer 2012



Bild 5. Öppet dike. Foto: Bysmon 2015



Bild 6. Fördröjningsdamm. Foto: Amanda Freng Blümke 2017

Genomtränglig beläggning

Det finns enligt Ciria (2015) två olika typer av genomtränglig beläggning, porös och genomsläpplig. Den porösa infiltrerar dagvatten och mättar hela materialet, som till exempel singel, naturgrus och genomsläpplig asfalt. Den genomsläppliga består av ett ogenomträngligt material som mellan fogarna kan infiltrera dagvatten, till exempel naturstensytor eller gräsbetong. Stahre (2004) menar även att man med en genomsläpplig underbyggnad tillfälligt kan magasinera vattnet tills det avdunstar.



Bild 7. Armerad gräsyta som exempel på en genomtränglig beläggning av typen genomsläpplig. Foto: Amanda Freng Blümke 2018

Gröna tak

Ett grönt tak består av en vegetationsbeklädd takyta anpassad för att lokalt bromsa upp avrinningen, samt hålla kvar regnvatten i jordlagret och med hjälp av interception fånga upp nederbörd med hjälp av vegetationen (Ciria 2015). Gröna tak finns, enligt Ciria (2015), av två typer; extensiva och intensiva. De extensiva har grundare och därmed lättare växtbäddar, på vilka mer torktåliga växter med låg skötselnivå klarar att växa. Enligt Stahre (2004) passar växter som sedum, gräs, mossor, taklök och fetknoppsväxter bra till dessa typer av tak. Ciria (2015) fortsätter förklara hur de intensiva gröna taken, eller takträdgårdarna, har djupare och tyngre bäddar, vilket gör växtvalet bredare, men skötseln mer krävande. Stahre (2004) menar att mindre regn helt och hållet tas upp av dessa tak och att större eller längre regn tas upp till hälften. Samtidigt bidrar de till större biologisk mångfald och en trevligare och grönare livsmiljö för stadens invånare.



Bild 8. Grönt extensivt tak i Malmö. Foto: Amanda Freng Blümke



Bild 9. Grönt intensivt tak. High line park, New York. Foto: David Berkowitz

Regnbädd / Biofilter

Regnbäddar är till för att infiltrera, fördröja och rena dagvatten och på så sätt minska överbelastning på ledningsnätet vid normala till extrema regnfall. Regnbäddarna kan antingen vara designade att infiltrera och behålla dagvattnet på egen hand som sedan evaporeras eller transpireras. De kan också innehålla olika lösningar där dräneringsrör finns tillgängligt om bädden skulle bli mättad. Jordvolymen är uppbyggd för att vara rik på syre och är torr större delen av tiden för att sedan blötläggas. Där av krävs växtval av torktåliga arter (Ciria 2015). Mer information om regnbäddar finns i kapitel 4.



Bild 10. Regnbädd i Portland, USA. Foto: EmilyBlueGreen 2013

Svackdiken

Svackdiken beskrivs av Ciria (2015) som grunda, vegetationsbeklädda, öppna kanaler som har som funktion att transportera dagvatten från avrinningsområdet. De avvattnar oftast vägar, parkeringsplatser och industriområden och går, enligt Ciria (2015), att finna av tre olika typer. De kan vara transporterande svackdiken som med en grund och vegetationsbeklädd gestaltning samlar och transporterar vidare vattnet till nästa steg i avrinningskedjan. En annan typ av svackdiken är torra svackdiken som på samma sätt fungerar som de transporterande men inkluderar en filterbädd under vegetationen som är till för att vattnet ska infiltreras till ett dräneringssystem i botten. En tredje typ är våta svackdiken med en permanent vattennivå. Den används när marken är för plan eller då jorden inte passar för dränering.



Bild 11. Svackdike. Foto: Amanda Freng Blümke

Tillfälliga översvämningssytor

Dessa ofta mångfunktionella ytor är till för att tillfälligt översvämmas vid kraftiga regnfall. Ciria (2015) kallar dem antingen on-line eller off-line, då on-line fylls på så fort det börjar regna, medan off-line börjar fyllas på först när regnmängden nått ett visst värde. Översvämningssytorna är vanligtvis torra och kräver därför ett växtval av torktåliga arter. Dessa typer av ytor är ofta hårdgjorda i dagens stadsmiljö.



Bild 12. Tillfällig översvämningssyta. Foto: Jeffrey Beall 2010

Träd och växter

Träd kan hjälpa staden och människan på många sätt och att hantera dagvattenavrinning är en av dem. Genom transpiration avdunstar trädet vatten, som det tagit upp från jorden, ut genom klyvöppningarna i bladen. Genom interception lagrar träden vatten på blad och grenars ytor innan det avdunstar ut i atmosfären. Ökad infiltration sker då växternas rötter luckrar upp jorden och kretsloppen hålls igång. Genom fytoremidering kan träd och växter, i processen när de tar upp vatten från jorden, även binda kemikalier och tungmetaller vilka sedan omvandlas till mindre skadliga (Ciria 2015).



Bild 13. Träd och växter i bebyggd miljö. Foto: Amanda Freng Blümke 2018

3. EKOSYSTEMTJÄNSTER - EN PLANERINGSSTRATEGI FÖR MÄNNISKAN ATT MOTVERKA KLIMATFÖRÄNDRINGARNA



EKOSYSTEMTJÄNSTER OCH DESS GRUNDFÖRUTSÄTTNINGAR

Enligt Nationalencyklopedins beskrivning (2019) är ekosystem "ett ekologiskt system innefattande allt levande och dess livsmiljö inom ett område." Det handlar alltså om en gränsfri bit av naturen där olika arter, stora som små, är beroende och lever av varandra samtidigt som de är beroende av omgivande ekosystem eller till och med ekosystem på andra sidan jorden (Centrum för naturvägledning, 2017). Exempelvis skulle ett ekosystem kunna innebära allt ifrån en bokskog längs den Blekingska kusten, till skogs slänten där vitsipporna blommar om våren, till den lilla vattenfyllda klippskrevan vid skogs släntens överkant. Allt beror helt på vad man vill studera.

Ekosystemen beskrivs i Gilla naturen (2016) bestå av två viktiga komponenter. Den biotiska som består av levande organismer som djur, svampar, växter och mikroorganismer och den abiotiska, den "icke levande miljön" som består av till exempel markförhållanden, luft och olika vattenelement. De levande organismerna lever av varandra och/eller samarbetar, vilket gör att de tillsammans bildar en näringsväv och ett kretslopp i användandet av resurser.

Den stora grundförutsättningen för att ett ekosystem ska hålla sig vid liv är, enligt Centrum för naturvägledning (2017), solenergin. Tätt efter det följer den biologiska mångfalden som är variationen och artrikedomen av olika sorters levande organismer. Ett exempel på detta är Malmö stads trädplan, skriven av Wirén (2005), där kommunen strävar efter att ha så många trädarter som möjligt för att förhindra att artspecifika sjukdomar slår ut stora, enartade trädbestånd och för att bidra till att Malmöborna får en trevlig levnadsmiljö i framtiden. Människan är helt och hållet beroende av det som ekosystemen bidrar med och alla dess tjänster, påpekar Centrum för naturvägledning (2017). Därav kommer begreppet ekosystemtjänster, vilka Boverket (2017) menar är till nytta och livsviktiga för människan och samtidigt något ekosystemen ger oss bara genom att existera.

"Ekosystemen är vår levande gröna infrastruktur och är minst lika viktig för våra samhällen som vår skapade bebyggelse och infrastruktur" (Boverket 2019a).

Ekosystemtjänsterna är uppdelade i fyra kategorier; stödjande, försörjande, kulturella och reglerande, som alla bidrar till att ekosystemen hålls i rullning och att människan kan leva så som hon gör idag, se bild 14. Dessa kategorier beskrivs mer ingående med början på sida 20.



Bild 14. Sammanfattande bild över de fyra kategorierna av ekosystemtjänster. Källa: Naturskyddsföreningen 2018

EKOSYSTEMTJÄNSTER I STADSPLANERING

”Ekosystemtjänster är grunden för vår välfärd. Ändå tar vi dem ofta för givna. Genom en ökad medvetenhet om och värdering av ekosystemtjänster kan vi påverka vår framtida välfärd och livskvalitet” (Malmaeus et al, Naturvårdsverket 2015).

Det bedrivs nu mera mängder med forskning och projekt världen över om hur ekosystemtjänsterna ska få en tydligare roll i dagens stadsplanering och hur de ska gå att implementera i olika processer. En forskningsgrupp från Naturvårdsverket arbetade 2015 med hur man i MKB (miljökonsekvensbeskrivningar) och SKA (samhällsekonomiska konsekvensanalyser) kan stärka ekosystemtjänsternas roll genom att omformulera olika frågor och tillägga ny information (Malmaeus et al, 2015). I PBL (Plan- och bygglagen) läggs även här stort värde på grönska och natur, men det finns vissa glapp i regelboken som gör att hållbara lösningar begränsas, vilket i framtiden kan komma att behöva justeras (Boverket, 2018). Det gäller alltså att få så många som möjligt att förstå människans beroendeställning till naturen och att den faktiskt har ett värde. Det är ännu viktigare att faktiskt använda sig utav naturens ekosystemtjänster i planering. Men för att företag ska ta till sig information och vidta åtgärder behövs ett värde som går att räkna på tillsammans med andra samhällsfunktioner (Görlin et al, 2017).

Många anser det vara omöjligt att prissätta naturen och dess ekosystemtjänster, bland annat Thomas Hahn, forskare i ekonomisk ekologi på Stockholms universitet som i en radioprogrammet *”Hur prissätts naturen?”* blir intervjuad av Studio 1 (2017). Han menar att man inte kan prissätta hur mycket till exempel en promenad i det gröna kostar för människan eller hur mycket det kostar att ta ett dopp i en sjö. Många tjänster är helt enkelt alldeles för komplexa. Samtidigt forskar Bengt Steen, professor vid Chalmers tekniska

högskola, nu mera om hur man kan göra en prislista utifrån ekosystemtjänsterna. Han påstår, i intervjun med Studio 1 (2017) att ”det är ett sätt för naturen att prata samma språk som företagen” vilket ska kunna skapa ett mervärde och göra så att företagen ser vinningen i naturen och väljer den gröna vägen.

ESTER 1.0 - BOVERKETS REDSKAP FÖR ATT KARTERA OCH ANALYSERA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Boverket (2019c) strävar, tillsammans med andra myndigheter, efter en hållbar utveckling och ett hållbart samhällsbyggande. De har därför, i samarbete med Riksdagen, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen, olika kommuner och andra aktörer, utformat en vägledning i användandet utav ekosystemtjänster med planering, byggande och förvaltning i fokus. Med denna vägledning vill de synliggöra tjänsternas värde för människan och få de som arbetar inom stadsutveckling att använda sig utav dem i planering och projektering.

Boverkets vägledning (2019d) innehåller ett antal verktyg, bland annat grönytefaktorn, kostnadsberäkningar, inventeringstips etc. Den innehåller även det så kallade ESTER 1.0, ett redskap för att kartera och analysera ekosystemtjänster i planerings-, bygg- eller förvaltningsprocesser.

Verktyget ESTER är fritt tillgängligt för alla att använda och har tagits fram av Boverket (2019d) i samband med Naturvårdsverket och C/O City, som är en förening och kunskapsplattform för naturbaserade lösningar. I detta avsnittet av arbetet kommer samtliga ekosystemtjänst-ikoner, framtagna till verktyget ESTER, beskrivas. Syftet med detta är att ge större förståelse för vilka ekosystemtjänster respektive ikon symboliserar. I resultatdelen, avsnitt 5, kommer nämligen ikonerna att användas för att beskriva vilka ekosystemtjänster som återfinns på tre utvalda projekt där man aktivt fört in grönblå lösningar. Med anvisning från Boverkets regler för att använda ikonerna ska nämnas att inga bearbetningar på materialet är gjorda i detta arbetet. Upphovsrättsinnehavare till ikonerna och det grafiska materialet är The New Division/Boverket och licensen går att hitta på <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.sv>. Se www.boverket.se för mer information.

Stödjande ekosystemtjänster

De stödjande ekosystemtjänsterna är själva grunden för att övriga tjänster ska kunna fungera. De handlar om hur ekosystemens olika kretslopp skapar förutsättningar för människan att leva på planeten och rör till exempel vattencykeln som har med lagring och rening att göra, jordbildning som skapar växttillväxt och jordstabilitet och fotosyntesen som bidrar till många viktiga kretslopp etc. (Boverket 2019e).

Biologisk mångfald

En tjänst som innebär att det finns en rik genetisk variation i arter av levande organismer och en rik variation av ekosystem (Boverket 2019e). Den gynnas i praktiken om det finns spridningsvägar för växter och djur, om naturtyper som formats till något unikt i hundratals år bevaras eller en varierad mängd trädarter i en stad (Boverket 2019d). Stadsträden är ett bra exempel. Det gäller för städerna att ha en riklig mängd trädarter från olika släkten som är planterade vid olika tidpunkter för att alla inte helt plötsligt skulle försvinna och för att så många insekter och djur som möjligt ska vara intresserade av att leva just där (Wirén 2005).



Ekologiskt samspel

Tjänsten innebär att två eller flera arter samspelar med varandra. Detta kan i praktiken gynnas om det finns en hög biologisk mångfald i området, om spridningsvägarna är fungerande och om området inte innehåller invasiva arter som skadar andra arters möjligheter att leva på platsen (Boverket 2019e). Världens arbetande bin är ett gott exempel på arter hotade av ett fallerande ekologiskt samspel. Försvinner de från planeten är det även svårt för andra levande organismer i ekosystemet att överleva, inklusive människan (Centrum för naturvägledning 2017).



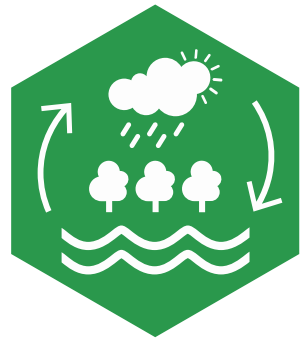
Livsmiljöer och habitat

Denna ekosystemtjänst gör att när olika arter av växter och djur har allt de behöver på en plats för att kunna leva, sprida sig, fortplanta sig och överleva är livsmiljöerna goda och habitatet välfungerande. Det handlar bland annat om att rätt föda ska kunna växa på platsen för att ett visst djur ska överleva eller att en viss växt ska kunna växa vid ett vattendrag för att kunna sprida sig med vattnet. Den biologiska mångfalden och det ekologiska samspelet gynnar livsmiljöernas utveckling, men det fungerar även åt andra hållet att livsmiljöernas utveckling gynnar den biologiska mångfalden (Boverket 2019e).



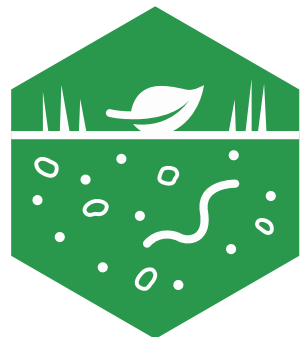
Naturliga kretslopp

Detta är ekosystemtjänsten som innebär att olika kretslopp av mineraler och näringsämnen fungerar, så som i vattnets, kolets, kvävet och fosforns kretslopp (Boverket 2019d). Fotosyntesen är viktigast av alla, men kretsloppen är mer eller mindre beroende av varandra (Boverket 2019e). Detta gynnas i praktiken av att de tre ovanstående tjänsterna fungerar, vilket kan innebära en bra mängd dött organiskt material, jordens möjlighet till grundvattenbildning eller renande vegetation, dammar eller våtmarker (Boverket 2019d). Exempelvis vattnets kretslopp cirkulerar mellan pooler av olika storlek, allt från vattenpölar och diken till världens hav och atmosfären. Viktigt är därför att fånga upp och rena vattnet från stadens kemikalier innan det släpps ut i haven (Boverket 2019e).



Jordmänsbildning

Denna tjänst handlar om att levande organismer kan bryta ner material i och ovanpå marken för att därav ge ekosystemet de näringsämnen och mineraler de behöver. Detta kan i praktiken gynnas av att marken inte är hårdgjord, att marken innehåller en god mängd nedbrytande organismer som till exempel daggmask, samt om ytorna får tillräckligt med vatten och näringsämnen till sig (Boverket 2019d). Ett exempel på platser där jordmänsbildning försvåras är städernas näringsfattiga livsmiljöer där hårdgjorda ytor dominerar. Ju fler grönbåa ytor, desto fler nedbrytande organismer och desto näringsrikare jordar för nya organismer att leva i (Boverket 2019e).



Försörjande ekosystemtjänster

De försörjande ekosystemtjänsterna är direkta effekter eller produkter av naturens olika kretslopp och ger människan mat på borden, dricksvatten i glaset, ved att elda med, genetik att forska på och syre att andas med. Dessa tjänster fungerar som samhällets resursbas är i regel mer fysiska, vilket gör dem lättare att räkna på (Boverket 2019e).

Matförsörjning

En, enligt Boverket (2019e), historiskt prioriterad tjänst och även viktigt för framtiden med tanke på världens ökande befolkning. Andersson med flera (2019) beskriver i Tankesmedjan Moviums rapport om Urbana ekosystemtjänster att tjänsten går att finna i agrara och marina ekosystem, samt i skogar och sötvattenssystem. Det handlar därav om en möjlighet för människan till "odling, djurhållning, fiske och jakt" (Boverket 2019d). Andersson et al (2019) förklarar vidare om stadens roll i ämnet. Där ser de möjligheter i stadsodling av olika slag, som till exempel tak- och väggodlingar, bikupor, källarodlingar för svamp och hydroponiska odlingar med odling utan jord och vatten.



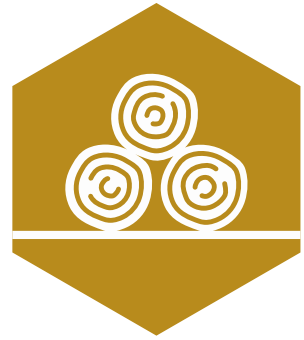
Vattenförsörjning

En tjänst som från sjöar, grundvatten och vattendrag ger människan tillgång till rent dricksvatten (Boverket 2019e). Andersson et al (2019) skriver att det handlar om och styrs av den globala hydrologiska cykeln där ekosystemen, enligt Boverket (2019d), lagrar, renar och reglerar vattenflödena och vattentillgången. Staden bidrar dock oftast inte till själva upptagandet av färskvatten, men spelar en stor roll i det första steget i vattenreningen som hjälper till att dämpa det hårda trycket på stadens recipienter (Andersson et al 2019). Reningen uppstår då vattnet filtreras igenom oförorenad och icke övergödd jord (Boverket 2019e).



Råvaror

Det här är tjänsten där ekosystemet och dess växter och djur ger människan virke, kläder, läkemedel, gödsel, biokemikalier, genetiska kunskaper och förskönande resurser som till exempel pärlor eller prydnadsväxter (Boverket 2019d; Boverket 2019e). Andersson et al (2019) skriver att denna utvinning eller produktion oftast pågår utanför staden, men att man sett exempel på hur människor bland annat odlat i staden för att utvinna textiltfärger eller spridit medicinalväxter i parker och botaniska trädgårdar av utbildningssyfte.



Energi

Tjänsten där ekosystemet ger människan värme och energi utvunnet från växter, ved och biologiska restprodukter som till exempel biogas, syre, metangas och olika oljor (Boverket 2019e; Boverket 2019d). Det handlar om den cirkulära ekonomin, påstår Andersson et al (2019), "*där restprodukter inte ses som avfall utan som råvaror*", vilket betyder att ur material som varken kan återvinnas eller återanvändas kan åtminstone energi utvinnas. I staden kan detta bland annat handla om att avfall från parker kan sågas ner till flis som sedan kan förbrännas och användas som energi till att värma upp våra hem.



Kulturella ekosystemtjänster

De kulturella ekosystemtjänsterna är mindre fysiska än de försörjande och de stödjer i princip bara människan och det mänskliga samhällets behov. De handlar om hälsa ur olika perspektiv, estetik, rekreation och återhämtning, kultur, andlighet, tillhörighet och sociala möten. Alltså tjänster som samhället kan ha stor nytta av, men som är svåra att räkna på (Boverket 2019e).

Fysisk hälsa

Genom vistelse i naturen stimulerar människor till fysisk aktivitet som motverkar fysiska sjukdomar som hjärt- och kärlsjukdomar och diabetes (Andersson et al 2019). Boverket (2019e) skriver att det finns ett komplext samband mellan natur, grönska och hälsa där ekosystemtjänsterna är direkta eller indirekta. De direkta innebär bland annat en ren och syresatt luft som gör det enklare att utföra fysisk aktivitet, medan de indirekta handlar mer om hur den fysiska aktiviteten ökar ju närmare man har till ett grönområde eller grönstråk som erbjuder motion, lek, friluftsliv eller rekreation.



Mentalt välbefinnande

Vistelse i naturen ger bland annat människan återhämtning, välbefinnande, meditativ aktivitet, ren luft, sinnesro och en grundad god psykisk hälsa (Boverket 2019d). Boverket (2019e) beskriver människans behov av att varva ner och sänka blodtrycket efter den stressiga vardagen, och det med hjälp av naturen. Det skulle kunna handla om något så enkelt som promenader, möten eller löprundor i en grön, behaglig och sinnesrik miljö eller i en miljö som är alldeles tyst. Viktigt att tänka på för både den fysiska och mentala hälsans ekosystemtjänster, skriver Andersson et al (2019), är att avståndet från hemmet inte är för långt. Användandet av grönområdet blir mindre om avståndet är mer än ett par hundra meter från hemmet. Enligt samma författare är också storleken på grönområdena viktig, vilket gör att ekosystemtjänsterna gör störst skillnad i större parker, stråk och rekreationsområden.



Kunskap och inspiration

Denna ekosystemtjänst handlar om att ge människor en förståelse för naturen, klimatfrågan och världen samtidigt som den ska ge inspiration genom dess estetiska värden (Boverket 2019e). För barn är denna ekosystemtjänst extra viktig, skriver Andersson et al (2019) och det med hjälp av naturpedagogiken. Det är viktigt att barn tidigt lär sig om ekosystemens kretslopp och hur allting hör ihop. Genom enkla medel som att bara synliggöra bikupor, döda träd och öppen dagvattenhantering kan kunskapen stimuleras och, enligt Boverket (2019e), fantasileken och den kognitiva aktiviteten lika så.



Social interaktion

Genom god utformning av städer och platser av olika typer av funktioner stimuleras sociala möten och interaktioner mellan olika människor i olika åldrar (Boverket 2019d). Den sociala interaktionen kan i sig skapa goda förutsättningar för en stad med minskad polarisering, minskad psykisk och fysisk ohälsa och en ökad förståelse för varandras värden (Boverket 2019e).



Kulturarv och identitet

Stadens historiska landskapsbild och specifika estetiska värden bidrar till en ekosystemtjänst som inbegriper tillhörighetskänsla, stolthet och identitet (Boverket 2019e). Dessa platser skulle kunna vara historiska, egengjorda i det offentliga, heliga eller helt enkelt vackra platser som förgyller invånarnas vardag (Andersson et al 2019). Det handlar alltså om en mångfald i stadens funktioner och uttryck som skapar en anknytning till platsen för så många invånare som möjligt (Boverket 2019e).



Reglerande ekosystemtjänster

De reglerande ekosystemtjänsterna har med en reglering av naturens olika processer att göra. Här bidrar naturen själv till rening av vatten och luft från farliga partiklar, pollinering med hjälp av insekter, vattendrag eller luft, ett rotsystem som motverkar erosion vid stora regnfall och fördröjning av dagvatten som motverkar översvämningar. De reglerande tjänsterna är speciellt nödvändiga att använda i stadsplaneringen då mycket inspiration till problemlösningar just kan tas från naturens överlevnadsstrategier (Boverket 2019e).

Reglering av lokalklimat

Tjänsten reglerar temperatur och luftfuktighet lokalt och bidrar till ett behagligare klimat för människan i staden. Träd och annan vegetation ger skugga som i sig motverkar värmeö-effekten och skapar välmående bland äldre och yngre under de varmaste perioderna. Vattnet bidrar även det till jämnare temperatur. Vegetationen skapar även en silande effekt och läplatser för invånarna när vinden viner i staden (Andersson et al 2019). Lika så ett bättre luftombyte där växternas fotosyntes bidrar till syrets, koldioxidens, sockrets och vattnets kretslopp. Boverket (2019e) skriver även att ett träd kan ta upp och binda upp till 0,1 ton koldioxid per år.



Erosionsskydd

Denna tjänst skapas av att vegetation och dess rötter stabiliserar jord på land och sediment i vatten, vilket bidrar till att erosion kan motverkas vid starka och hastiga vattenflöden (Boverket 2019e). Jorden är ett viktigt ekosystem och förstörs den, förstörs även den struktur som under lång tid byggts upp av olika organismer. Detta kan bland annat ge en brist på näringsämnen till växter, skapa övergödning i vattensamlingar och till och med vara en bidragande faktor till ökenspridning (Andersson et al 2019).



Skydd mot extremväder

En tjänst som, enligt Andersson et al (2019), skyddar mot och hindrar skador från kraftiga extremväder som till exempel skyfall, stormar, jordskred och torka. Trädens rötter gör jorden stabilare vilket motverkar jordskred. Ekosystem som våtmarker har förmågan att suga upp vatten vid översvämning. Det är därför viktigt att ersätta hårdgjorda ytor i staden med växtbäddar och vattenelement, för att vara bättre rustade för framtida extremväder.



Luftrening

Tjänsten bidrar med hjälp av växter och dess bladverk till rening och filtrering av luft från föroreningar, farliga partiklar och otrevliga dofter (Boverket 2019e). Enligt Andersson et al (2019) är växter specifikt bra för koluttagning. Det används i bildandet av ny växtvävnad och därför är det viktigt att låta döda växtrester förmultna istället för att förbränna och släppa ut kolet i atmosfären igen.



Reglering av buller

Tillgång till växtlighet kan ge djur och människor en lugnare levnadsmiljö som bland annat minskar stressnivån, ger förbättrad sömn och ökar koncentrationsförmågan (Andersson et al, 2019). Enligt Boverket (2019e) gäller det att arbeta med grönska och markmodellering för att påverka stadens bullriga ljudmiljöer, med hjälp av täta träd och buskskikt, gröna tak eller kuperad mark som både sänks och höjs med ett luftigt och ojämnt substrat. Staden kan även arbeta med att framhäva andra ljud som lugnar för att överrösta eller maskera stadsbullret, till exempel porlande vatten och rasslande bladverk.



Rening och reglering av vatten

Tjänsten förklaras av Boverket (2019e) som att den fördröjer, filtrerar och renar dagvattnet och grundvatten i staden med naturens hjälp, vilket förebygger översvämningar, torka och erosion. Detta med hjälp av våtmarker, grönområden, regnbäddar och andra metoder som tidigare nämnts. Fördröjningen skapas genom att vatten i stora mängder bromsas upp och motverkar överbelastade recipienter. Reningen av vatten till vattendrag eller till grundvattnet uppstår då vattnet filtreras genom markens ekosystem, men fungerar endast om marken är fri från föroreningar och om ekosystemet är fungerande. Reningen blir även bättre om processen blir så långdragen som möjligt (Strahe 2004).



Pollinering

En tjänst som försörjer hela jordens befolkning och är grunden till nästan all matproduktion och andra råvaror. Pollen sprids via vind, vatten eller insekter (Boverket 2019e). Den sistnämnda är den som är mest hotad av störningar skapade av människan vilket, enligt Andersson et al (2019), kan röra sig om införsel av invasiva arter eller det monokulturella odlingslandskapet. Det är därför viktigt med mångfald både i staden och på landet, fortsätter samma författare. För att förbättra situationen i staden skulle man kunna införa bikupor, stadsodlingar, gröna stråk och sandiga områden (Boverket 2019d).



Reglering av skadedjur och skadeväxter

Denna tjänsten reglerar invasiva arter och minskar sjukdomsspridning genom att skapa en mångfald i staden av både växter och djur. Staden är en plats där naturliga samband försvinner. Djur som kaniner, råttor och måsar har inte längre några naturliga fiender och ökar därmed i antal. Genom att införa platser i staden för dess naturliga predatorer att leva kan detta motverkas (Boverket 2019e). Sjukdomsspridning kan motverkas av en stor mångfald av olika arter i staden. Blir en art sjuk försvinner inte alla (Andersson et al 2019).



4. TRE GRÖNBLÅ EXEMPEL PÅ HÅLLBARA DAGVATTENLÖSNINGAR

REGNBÄDDAR PÅ MONBIJOUGATAN I MALMÖ



Bild 15. Monbijougatan ligger mellan Helsingborgsgatan och Norra Parkgatan. Bild från Google maps 2019

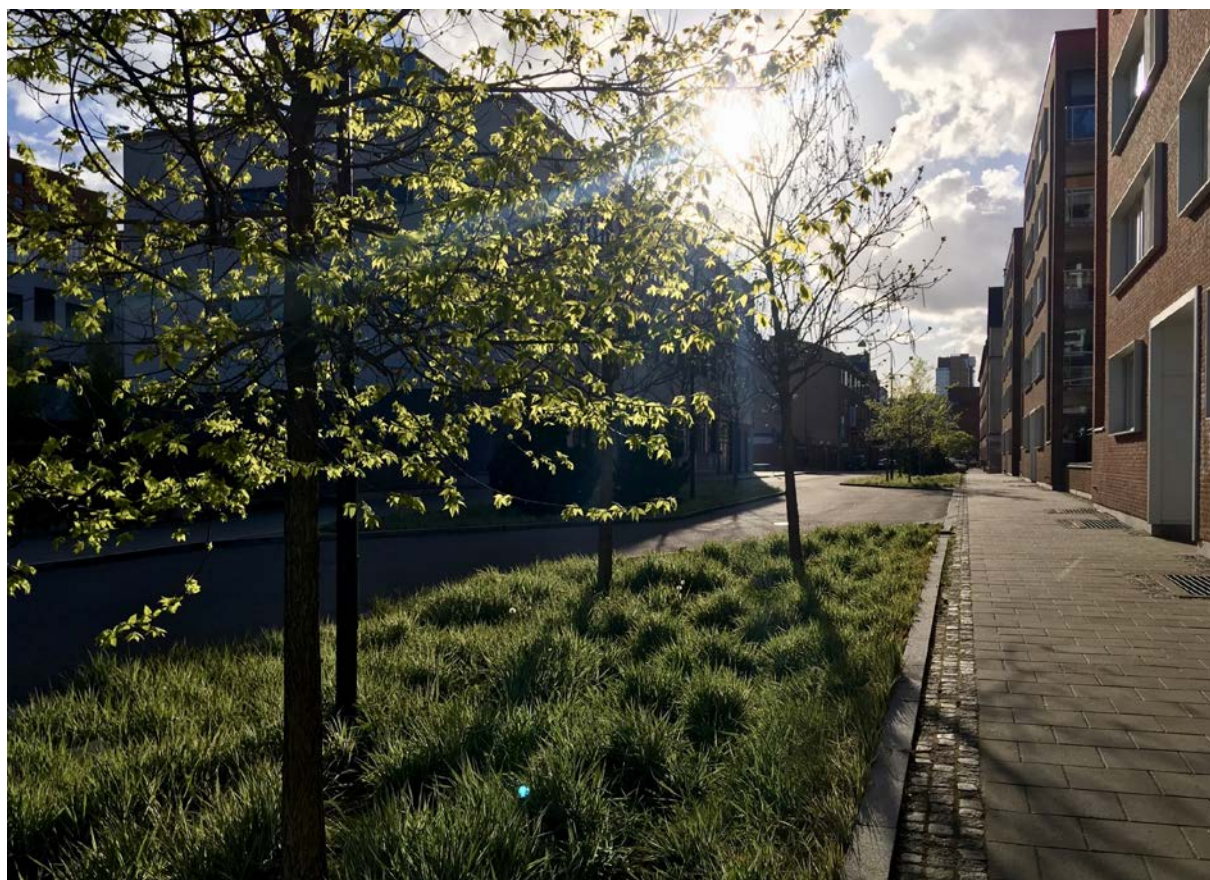


Bild 16. Monbijougatans dagvattenbäddar i en slingrande chikanlösning. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Monbijougatan som ligger mellan Helsingborgsgatan och Norra Parkgatan i Malmö består av fem planteringar skapta för att minska belastningen av dagvattenledningsnätet vid kraftiga och/eller långvariga skyfall. Bäddarna, anlagda av gatukontoret i Malmö, är planerade att hantera hela gatans dagvattenvolym och därför finns inga dagvattenbrunnar på platsen (Christoffersson 2015). I examensarbetet "Vegetation för regnbäddar" från 2017 studerar Ahumada Danielsson Monbijougatans regnbäddar och deras struktur. I detta arbete beskriver landskapsarkitekten Karin Sjölin från gatukontoret i Malmö stad att gatan är uppbyggd med en så kallad chikanlösning vilket betyder att vägen smalnas av då regnbäddarna växelvis positioneras utmed gatans två sidor. Detta skriver Christoffersson (2015) har gjort gatan lugnare och mindre trafikerad. I en regnbädd som denna krävs även att växterna som används tål att utsättas för både torka, dränkning och vägsalter. Växtmaterialet som användts på Monbijougatan är tåliga träd som bäralm, ormskinnstall och katalpa, marktäckare som randgräs och tuvtåtel, samt fackelblomster, älggräs och stjärnflocka (Christoffersson 2015).

Teknisk lösning

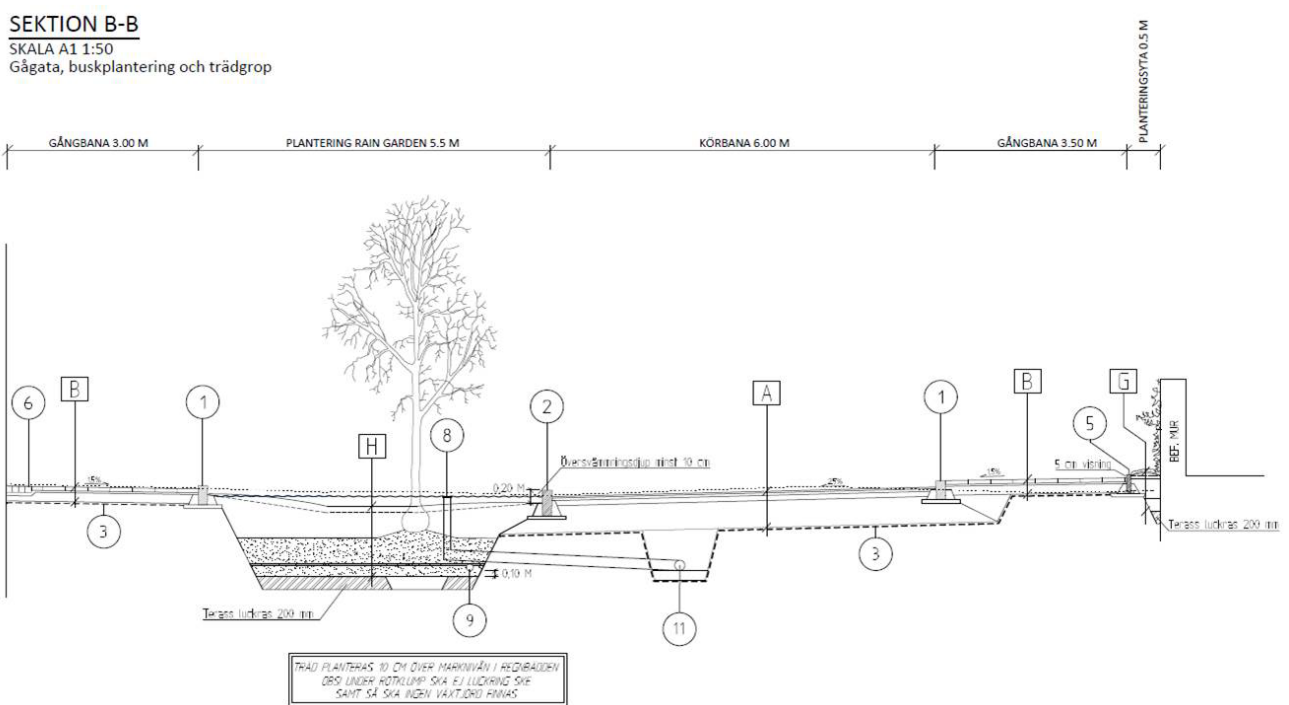


Bild 17. Sektionsritning över Monbijougatans regnbädd och intilliggande trottoar och gata. Källa: Gatukontoret, Malmö stad

Ovan visas sektionsritningen över en av Monbijougatans regnbäddar omgiven av trottoar och gata. Den hårdgjorda ytan lutar i riktning mot bäddarna och vattnet leds in genom stora öppningar i kantstenen (Christoffersson 2015). Det finns på Monbijougatan två olika typer av

regnbäddar, se bild 18. De två regnbäddarna av typ 1 är, enligt Ahumada Danielsson (2017), uppbyggda som i bild 18 där regnbäddssubstratet beskrivs, av Bara mineraler (u.å), bestå av sand, grönkompost och pimpsten 2-8 mm som tar upp 40% av jordvolymen. Bara mineraler (u.å) menar att denna regnbädd absorberar upp till 500 liter vatten per kubikmeter samtidigt som den bibehåller en syremängd på 10%. Den är också menad att binda vatten vid torra, vilket skapar en möjlighet för växter att trivas i jorden i både våta och torra perioder. Fördröjning är också viktigt för att reningsprocessen ska bli så bra som möjligt (Bara mineraler u.å). De tre övriga regnbäddarna är uppbyggda enligt regnbädd 2, se bild 18. De består av AMA:s växtjord typ B och har liknande egenskaper som de av regnbädd typ 1 (Ahumada Danielsson 2017).

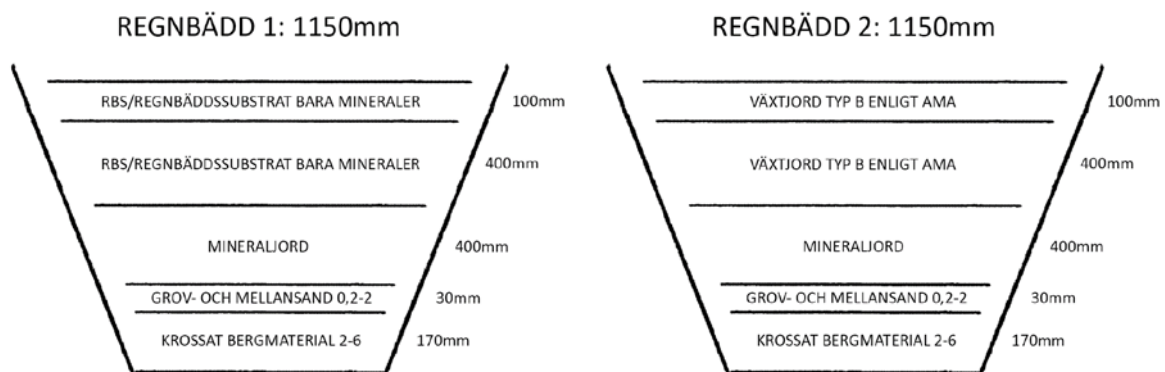


Bild 18. Monbijougatans två olika regnbäddssubstrat. Efter Ahumada Danielsson (2017) med information från Gatukontoret, Malmö stad



Bild 19. Vattnet leds in i stora öppningar i kantstenen. Foto: Amanda Freng Blümke

Bild 20. Ett lugnare klimat för både människor och insekter. Foto: Amanda Freng Blümke 2019



KLIMATKVARTERET TÅSINGE PLADS I KÖPENHAMN

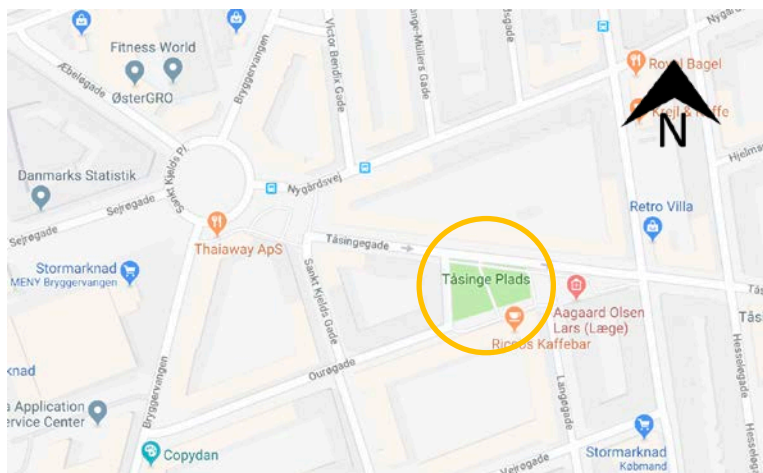


Bild 21. Tåsinge plads ligger på Østerbro i Köpenhamn. Bild från Google maps 2019

Bild 22. Tåsinge plads gick från hårdgjord parkeringsplats till grön umgängesyta redo för kraftiga regnfall. Foto: Amanda Freng Blümke 2019



År 2011 drabbades Köpenhamn av ett kraftigt regnfall med skadekostnader på runt 9 miljoner euro. København Kommune tog därför fram planer och styrdokument för att hantera regnvattnet i staden vilket bland annat resulterade i renoveringen av Tåsinge plads, färdigställd år 2014, och en av andra så kallade "klimatkvarter". Byggnader i området kring Tåsinge plads i Østerbro, se bild 20, svämmade över och har även tidigare gjort detta i samband med mindre kraftiga regnfall (Bravo 2018). Bravo (2018) menar att problemet bland annat berodde på det hårdgjorda torget som tidigare bytt ytskikt från gatsten till asfalt för att göra det mer användbart för bilparkering. En liten vegetationsyta fanns tidigare längs Ourøgade men den var inte dimensionerad för regnfall och användes mest till hundrastning.

København Kommune (2015) löste problemet med att göra om platsen till en grön, hållbar mötesplats med fokus på att hantera allt dagvatten som området och dess taktor, på sammanlagt 7000 m², gav. De beskriver Tåsinge plads som "en lokal grön oase, hvor regnvand skaber rammer for leg, ophold og nye møder".

Teknisk lösning

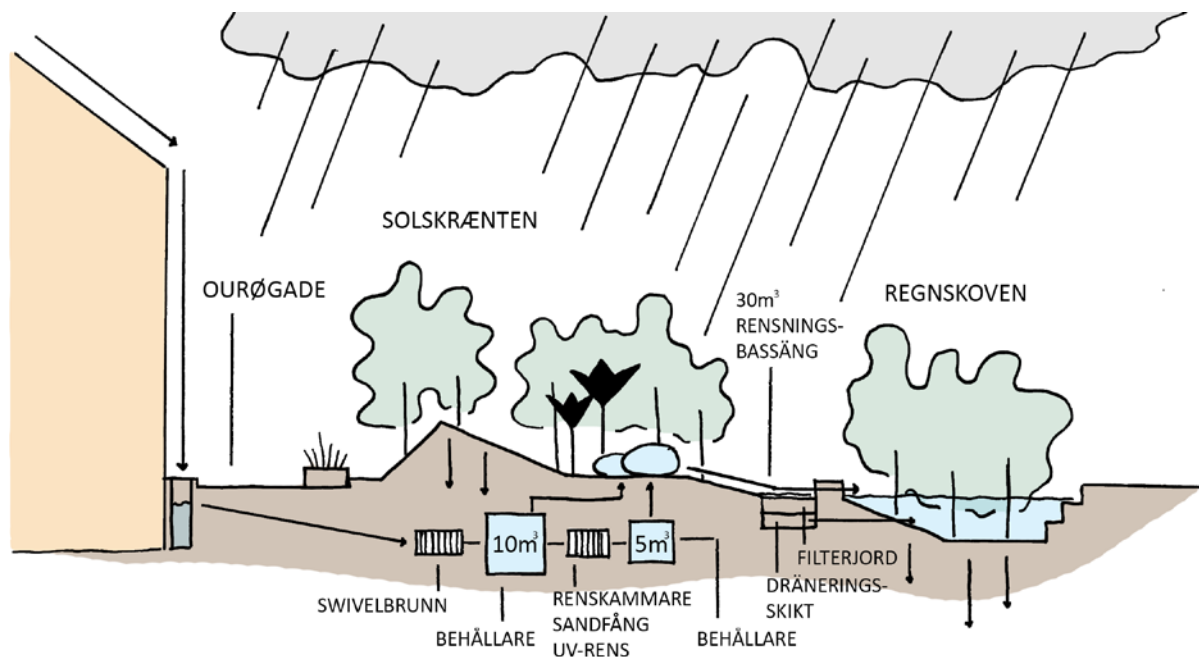


Bild 23. Vattnets process på Tåsinge plads. Efter København Kommune (2014) & København Kommune (2015)

København Kommune (2015) skapade en lösning där vattnet rinner från en torr höjdpunkt till en fuktig lågpunkt och växtligheten formades därefter. I den västra delen anlades den upphöjda platsen "Solskrænten" eller "Solbacken" som krävde torktåliga växter som tallar, skogsekar och bärapel. I öster anlades "Regnskoven" eller "Regnskogen" som lågpunkt med en fuktigare ståndort och med en växtmiljö för prakthäggmispel, klibbal, silverpil, rönn, måbär och liguster, marktäckande perenner och prydnadsgräs. Mellan Solskrænten och Regnskoven skapades en halvtorr ståndort med växter som naverlön, aronia, syren och rönn, med marktäckande perenner. Tåsinge plads omges av bilvägar som för med sig vägsalt och föroreningar, vilket gjorde att tåliga träd som fågelbär och skogsek användes i kantzonen tillsammans med tåliga ört- och gräsväxter. Växtvalet gjordes med inspiration från det danska landskapet och med tanke på årsvariation och biologisk mångfald.

Olika konstverk smyckar platsen som även de har med vatten att göra. Regnparasollen samlar regnvatten och vattendropparna skjuter ut hamstrat takvatten med hjälp av lekpumpar (København Kommune 2015). Regnvattnet rinner ner i stuprören från taken och vidare under marken och ner i två olika stora vattenbehållare under torget. På väg till

vattenbehållaren går vattnet genom olika reningsprocesser redovisat i bild 23. Med pumpar kan vattnet forsa ut genom regndropps-skulpturerna och användas till lek. Vattnet förs sedan vidare i ett så kallat "lekdelta" ner i en rengöringsbassäng där vattnet filtreras ner genom jorden (København Kommune 2014). Genom rör transporteras vattnet till den absoluta lågpunkten i den så kallade "Regnskoven" där vattnet så småningom filtreras ner genom jorden. Denna yta kan även översvämmas vid kraftiga regnfall och är av København Kommuns beräkningar i behov av att kunna fyllas till 40% var 100 år, till 30% var 25 år och till 10% varje år (København Kommune 2015).

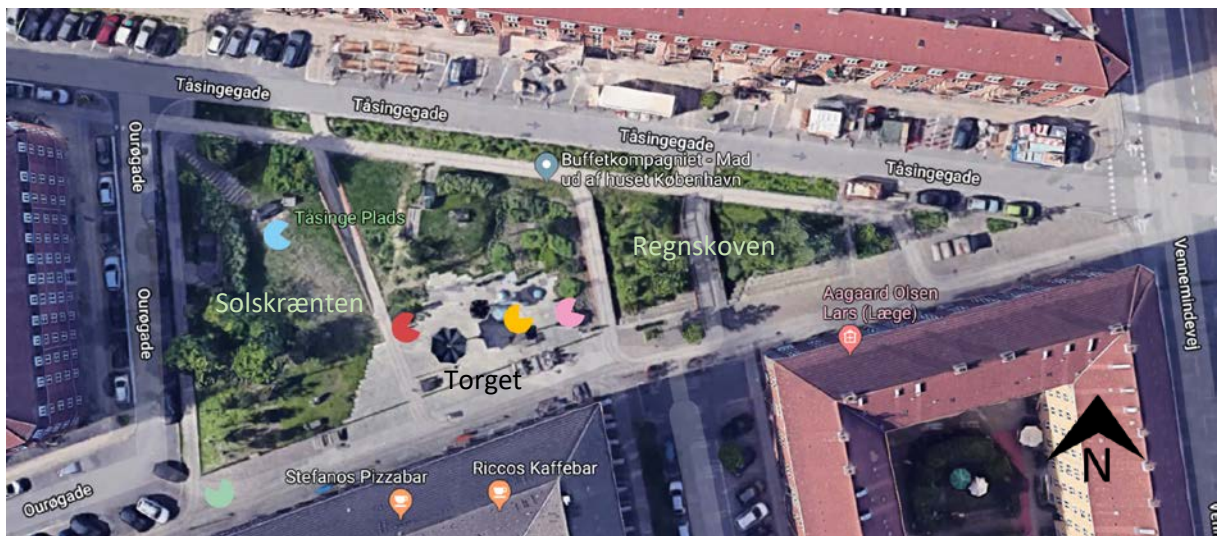


Bild 24. Tåsinge plads med utsatta punkter från där fotografierna nedan tagits. Bild från Google maps 2019



Bild 25. Vy från Solskrænten ut över Tåsinge plads. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 26. Vattenlek på torget med skulpturer av regndroppar och lekdelta. Foto: Amanda Freng Blümke 2019



Bild 28. Ourøgade med Solskrænten till höger i bilden. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 27. Torgets regnparasoller och vattendroppar. Foto: Amanda Freng Blümke 2019



Bild 29. Regnskoven med ett fuktigare klimat och broar som går där över. Rengöringsbassängen i framkant. Foto: Amanda Freng Blümke 2019



HÅLLBARA STADSDELEN ROSENDAL I UPPSALA



Bild 30. Rosendal ligger söder om centrala Uppsala och gränsar till bland annat Stadsskogen och Kronparken med omgivande stadsdelar som Kåbo, Norby och Ulleråker. Plan över det nya området finns på nästa sida. Bild från Google maps 2019

Bild 31. Flygvy över området för den nya hållbara stadsdelen Rosendal i Uppsala. Källa: Uppsala kommun 2019



Uppsala drabbades i juli 2018 av ett antal översvämningar med bland annat vattenskador och trafikstörningar som följd (Hallqvist & Idemark 2018). Då blev det uppenbart att behovet av den dagvattenhanteringen som anläggs i den nya hållbara stadsdelen Rosendal, är nödvändig och högst aktuell. Uppsala kommun tog år 2015 fram ett kvalitetsprogram för Rosendal i vilket de lägger mycket vikt vid social, ekonomisk och ekologisk hållbar stadsutveckling med stort fokus på hållbar dagvattenhantering. Rosendal ingår i ett pilotprojekt inkluderat i City lab, som är ett projekt för att skapa en "svensk version för certifiering av hållbara städer" där ett samarbete mellan Sweden green building council och ett antal svenska städer har upprättats. Området på 44 hektar, med planer på över 5000

bostäder, av är omgivet av natur med mängder av grönblå möjligheter (Uppsala kommun 2015). Projektet är uppdelat i 5 etapper, var av etapp 1 i södra Rosendal färdigställdes år 2018 med 1600 nya invånare. Vägarbete och etablering av växter fortsätter anläggas i etapp 2 tillsammans med utbyggnad av nya områden norr om södra Rosendal (Uppsala kommun 2018).

”I Rosendal bildar parker, natur och vattenmiljöer, samt gator, torg och kvartersmark med mycket grönska, en sammanhängande mosaik av gröna stadsrum”

Uppsala kommun 2015, sida 12

Med hållbar dagvattenhantering i fokus planerar Uppsala kommun (2015) en synlig och öppen dagvattenhantering inkluderad i hela stadsdelen som inte bara rustar inför kommande skyfall, utan även genererar en mängd ekosystemtjänster med olika värden. Bild 32 visar Rosendals framtida grön- och blåstruktur. I kvalitetsprogrammet beskrivs planerna för ett grönblått dagvattenstråk mellan Carls hage och Rosendals Torg som tillfälligt ska kunna översvämmas vid kraftiga regnfall och sedan rinna undan på några timmar. I sydost, nära en brandstation, ska även ett dagvattendike med översvämningsytor uppföras tillsammans med ett sammanlänkande parkstråk. Kvalitetsprogrammet beskriver även hur stora delar av stadsdelens gatunät ska göra plats för så kallade ”flexzoner” mellan trottoar och vägbana för att på så vis kunna integrera en öppen dagvattenhantering i form av regnbäddar mitt i staden, samt andra kvaliteter. På stadsdelens torg och allmänna platser ska även där göras plats för dagvattenhantering, med bland annat vatten som estetiskt verktyg. Delar av dagvattnet från gator och torg kommer ledas till ett dammsystem på Polacksbacken (Uppsala kommun 2015).



Bild 32. Plan över den nya stadsdelen Rosendal och dess grön- och blåstruktur. Källa: Uppsala kommun 2015

Teknisk lösning för Rosendals regnbäddar

I filmen "Rosendals dagvattensystem", framtagen av Uppsala kommun (2019), beskriver landskapsarkitekten och projektledaren Ronnie Nilsson regnbäddarnas funktion. Regnbäddarna är till för att fördröja, infiltrera och rena det dagvatten som rinner från stadsdelens ytor. Detta för att ge Uppsalaborna tillgång till rent dricksvatten från Uppsalaåsen som är beläget inom projekteringsområdet, samt för att förhindra översvämningar vid extremväder och att motverkat utsläpp av farliga ämnen (Uppsala kommun 2019).

Uppsala kommun (2015) har delat upp områdets olika förutsättningar för infiltration i Fall A och Fall B som beskrivs i citatet nedan. Detta för att skydda Uppsalaåsen från de föroreningar som dagvatten från till exempel bilvägar tenderar att föra med sig.

Fall A – Dagvatten får infiltreras

Trottoar och takvatten leds till skelettjordsmagasin i gatorna (fungerar i första hand för fördröjning och infiltrering, men utformas med biokol för bättre rening). Gatuvatten kan med fördel ledas till regnbäddar/planteringar i gatumark och överflödigt vatten leds därifrån till dagvattenanläggningar på Polacksbacken respektive vattenstråket i Carlshage. Regnbäddar för trafikdagvatten utförs.

Fall B – Dagvatten får inte infiltreras

Allt dagvatten från gårdar, tak, trottoarer och gator leds, efter lämplig fördröjning via ledning till dagvattendammar på Polacksbacken eller dagvattenstråket i Carlshage. Tätade regnbäddar/planteringar i gatumark kan utnyttjas för rening och fördröjning men vattnet leds därefter till Polacksbacken eller dagvattenstråket. Inget vatten leds till skelettjords- magasin.

Uppsala kommun 2015, sida 42

Om dagvattnet får infiltreras, som i fall A, leds det via en brunn in i regnbädden, se bild 34 på nästa sida, genom en behållare till andra sidan kantstenen och vidare ner i regnbädden. Här infiltreras vattnet sakta ner genom olika lager visade i bild 33. På väg ner renas vattnet från kemikalier med hjälp av biokolets bindande effekt och växternas rötter tills att vattnet når lagret av grov makadam. I det här lagret kan vattnet lagras innan det tränger vidare ner till grundvattnet (Uppsala kommun 2019).

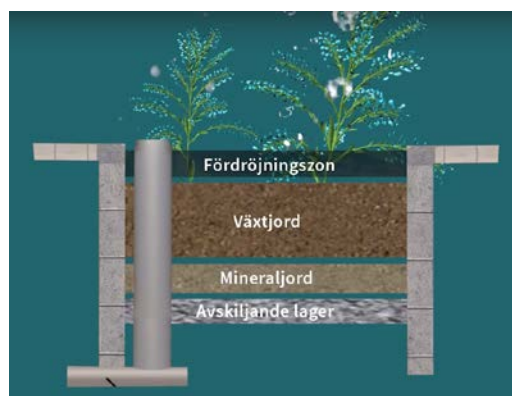


Bild 33. Uppbyggnad för regnbädd. Källa: Uppsala kommun 2019



Bild 34. Perspektiv och genomskärning av en av Rosendals regnbäddar. Dagvattnet leds ner i brunnen vid regnbäddens kant och förs till andra sidan kantstenen genom en behållare och sedan vidare ner i regnbädden för att där infiltreras. Källa: Uppsala kommun 2019. Illustration: Edge Arkitekter

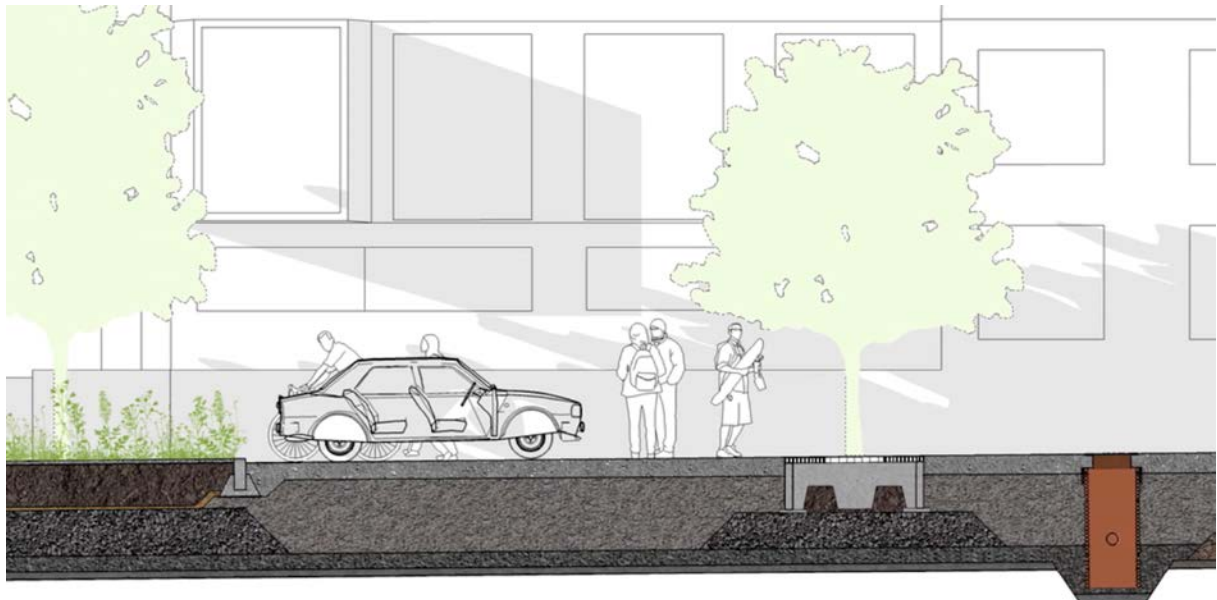


Bild 35. Perspektiv som visar genomskärning av vägbanan med regnbädd och växtbädd. Källa: Uppsala kommun 2019. Illustration: Edge Arkitekter

5. VAD GER DE TRE EXEMPLENS DAGVATTENLÖSNINGAR FÖR EKOSYSTEMTJÄNSTER?

Nedan följer beskrivningar och illustrationer över vilka ekosystemtjänster som de olika dagvattenhanteringslösningarna, på Monbijougatan, Tåsinge plads och i Rosendal, bidrar till. Med hjälp av Boverkets ESTER-verktyg och utifrån dess beskrivning av olika ekosystemtjänster, se licens i avsnitt 3, har här plockats ut vilka av dessa som de olika lösningarna bidragit till. Eftersom projekten är av olika skala har utvärderingen och valet gått ut på att analysera vilka lösningar som gett vilka tjänster och inte i hur stor grad och i jämförelse med varandra. Detta diskuteras vidare i kapitel 6.

REGNBÄDDAR PÅ MONBIJOUGATAN I MALMÖ

Regnbäddarna på Monbijougatan bidrar till 12 ekosystemtjänster av 22 beskrivna i ESTER-verktyget, se avsnitt 3. I illustrationen nedan följer information om vad varje kategori bidrar till på platsen.

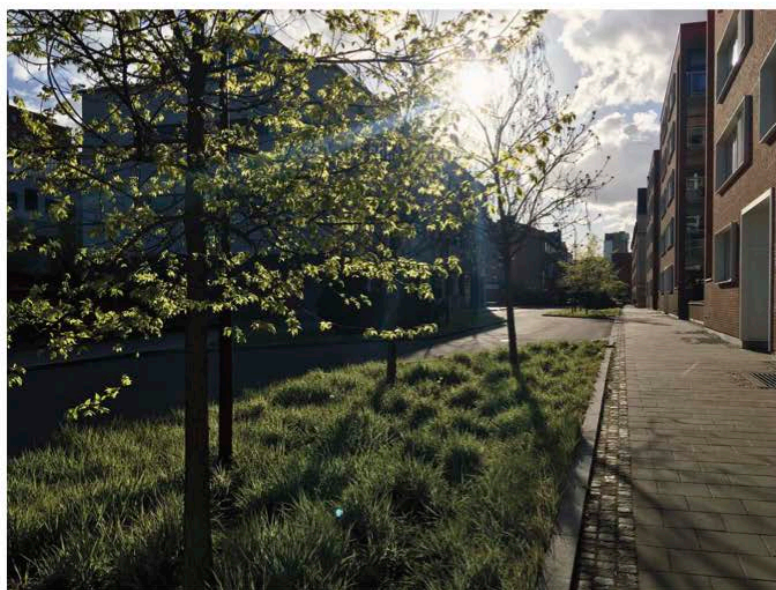
Stödjande ekosystemtjänster

Regnbäddarnas växter och jord genererar fungerande kretslopp, biologisk mångfald och djurens ekologiska samspel.



Kulturella ekosystemtjänster

Monbijougatans regnbäddar genererar två kulturella ekosystemtjänster; mentalt välbefinnande och kunskap och inspiration. Insprängd grönska gör staden mer trivsamt och klimatet lugnare, samtidigt som den ger kunskap om människans behov av naturen.



Försörjande ekosystemtjänster

Regnbäddarna ger människan vattenförsörjning genom dess renande effekt.

Reglerande ekosystemtjänster

Monbijougatans regnbäddar ger människan ett stort antal reglerande ekosystemtjänster. De bidrar i helhet till jämnare temperaturer i staden, skydd mot extremväder som torka och översvämningar och renar och reglerar de vattenmängder som förs ner i bäddarna. Växterna ger skugga när träden vuxit sig större. silande vindar, renande luft, samt bullerdämpning och lugnare trafik. En varierad mängd arter gynnar pollineringen.

KLIMATKVARTERET TÅSINGE PLADS I KÖPENHAMN

Tåsinge plads bidrar till 16 av 22 ekosystemtjänster. I illustrationen nedan följer information om vad varje kategori bidrar till i kvarteret.

Stödjande ekosystemtjänster



På Tåsinge plads erbjuds alla stödjande ekosystemtjänster. Från de torra förhållandena i Solskrænten till de våta i Regnskoven finns utrymme för vegetation med hög biologisk mångfald och kopplingar där emellan. Förhållanden är av större skala än de på Monbijougatan.



Försörjande ekosystemtjänster

Vattnet som renas i Tåsinge plads system kan återanvändas både till lek och i ett senare stadie som dricksvatten.



Kulturella ekosystemtjänster

Tåsinge plads är en social plats med möjlighet till vila i Solskrænten och möjlighet för torghandel på torget. Vattenleken ger barn lärdom och skapar intresse för naturens kretslopp och platsens vattenkaraktär skapar samhörighet i kvarteret och ger en identitet om hållbarhet.

Reglerande ekosystemtjänster

Med hjälp av sin grönska och sin vattenteknik regleras klimatet och skyddar från stormväder. Det renar luften på plats och reglerar bullret från gatorna runt om. Vattnet regleras och återanvänds och de olika ståndorterna bidrar till djur och insekter som pollinerar.

HÅLLBARA STADSDELEN ROSENDAL I UPPSALA

Den nya hållbara stadsdelen Rosendal bidrar till 18 ekosystemtjänster av 22. I illustrationen nedan följer information om vad varje kategori bidrar till i stadsdelen.



Stödande ekosystemtjänster

Med det naturliv och de naturliga kretslopp som dagvattenhanteringen i Rosendal bidrar till ger de människan en fungerande natur i form av biologisk mångfald, ekologiskt samspel med habitat som djuren kan leva i och en fungerande jordmånsbildning. Alla stödande ekosystemtjänster finns med på olika sätt.



Kulturella ekosystemtjänster

Med naturlika inslag av dagvattenhantering i staden ger det människan bättre fysisk och psykisk hälsa. Spännande miljöer bidrar till kunskap om naturen, samt inspiration och fantasi. Den skapar en mångfunktionalitet som genererar sociala möten mellan olika människor och en identitet i stadsdelen.



Försörjande ekosystemtjänster

Rosendal ger människan vattenförsörjning genom dagvattenhanteringsrensningens effekt.



Reglerande ekosystemtjänster

Rosendals genomgående dagvattenhantering bidrar till jämnare temperaturer, skydd mot extremväder som torka, erosion och översvämning och rensar och reglerar de vattenmängder som tas om hand. Grönskan som genomsyrar hela dagvattenprojektet ger invånarna skugga, silande vindar, renare luft och bullerdämpade ljudmiljöer, samtidigt som pollineringen gynnas.

6. DISKUSSION OCH REFLEKTION

ETT HÅLLBART LÅNGSIKTIGT ARBETE

Detta arbetet har genomsyrat många aspekter av hållbar dagvattenhantering av den anledningen att klimatförändringarna närmar sig med storm. Forskning visar, enligt Berns (2016) i en publikation från Naturvårdsverket, att vi kommer se en varmare värld och i bland annat Skandinavien en ökad andel kraftiga regnfall inom snar framtid. Därför måste världens länder i riskområdena agera och rusta upp innan gator och torg svämvas över. Absolut att man kan bygga ut och förbättra det nuvarande ledningsnätet under mark, men inför det som många påstår väntar krävs att gamla lösningar kombineras med nya och att dessa lösningar ger mer än att bara hantera dagvatten. Det skriver föreningen Ciria (2015) i sin handbok om hållbar dagvattenhantering där värdet av både kvantitativ, kvalitativ, social och biologisk design diskuteras.

När staden blir tätare hotas också människans plats och livsmiljö, men det är inte alltid ett tillräckligt starkt argument för många aktörer. Genom att värdesätta den allmänna platsmarken i staden och förstå att den med rätt verktyg även kan skydda staden mot klimatförändringar kan medvetenheten, enligt Malmaeus et al (2015), öka och kanske även viljan i att investera. Om regnbäddar eller översvämningssytor designas till mångfunktionella rum, vilket enligt bland annat Ciria (2015) och Svenskt vatten (2011) är möjligt, kan ytor med dessa dagvattenlösningar skapa mer värden än bara skydd mot klimatförändringar. Genom att designa mångfunktionella dagvattenhanteringsytor enligt ekosystemtjänsternas fyra kategorier stödjande, försörjande, kulturella och reglerande, beskrivna av Boverket (2019e), kan staden bli mer levande. Människor får någonstans att umgås, vila, motionera och se varandra. Vi får rent vatten, mat på borden och en kunskap om det naturen innebär. Staden fylls av andra levande varelser som skapar biologisk mångfald och gynnar de naturliga kretslopp som omgiver oss (Boverket 2019e). Genom att tänka gröna lösningar i stadsmiljö kan mycket helt enkelt bli bättre. Nu gäller det bara för involverade i stadsplaneringen och byggbranschen att tänka i dessa banor och att med ett hållbart långsiktigt arbete få politiker och invånare i staden att förstå dess värde.

VILKA EKOSYSTEMTJÄNSTER BIDROG DE TRE DAGVATTENLÖSNINGARNA TILL OCH VILKA SAKNAS?

Målet med arbetet var att studera dagvattenlösningars förmåga att både hantera dagvatten och kraftiga regnfall, samt dess förmåga att ge positiva effekter på det framtida klimatet genom olika ekosystemtjänster. Detta genom att ställa frågan:

Vilka urbana grönblå dagvattenlösningar används idag för att hantera kraftiga skyfall och dagvattenvolymer och vilka ekosystemtjänster kan dessa lösningar tillföra för att ge positiva effekter på klimatet och den urbana miljön?

De tre dagvattenlösningarna i Malmö, Köpenhamn och Uppsala gav en mängd ekosystemtjänster som bonus utöver det huvudsakliga syftet; dagvattenhantering. Genom att studera de skalor som projekten innefattar skulle man kunna påstå att ju större skala av dagvattenhantering, desto fler ekosystemtjänster. Boverket (2019e) och Andersson et al (2019) har bidragit med information gällande ekosystemtjänsters olika värden för att kunna resultera i detta. Samtidigt är det också viktigt att påpeka att själva projektet måste ha hållbarhet och dagvattenhantering som huvudsyfte för att detta ska kunna påstås, som till exempel Uppsala kommun (2015) tydligt försöker framföra i sitt kvalitetsprogram gällande *”gestaltning och hållbarhet”* för Rosendal. Ett storskaligt projekt av en hårdgjord parkeringsplats genererar betydligt mycket mindre ekosystemtjänster än vad till exempel Monbijougatan gör. Mer övergripande och storskaliga dagvattenprojekt tenderar inte bara att kunna tillföra större antal ekosystemtjänster utan även i större utsträckning. Den biologiska mångfalden gör mycket större inverkan om den genomsyrar en hel stadsdel än hos en gata eller ett kvarter. Därför är det viktigt att inte bara tänka småskaligt, utan att också vidga sina vyer och se helheten i stadsplaneringen. Det handlar om att se vart det går att skapa gröna mångfunktionella korridorer och hur det går att utvidga det gröna nätverket i staden, inte bara det gråa.

En utvärdering av information från Christoffersson (2015), Ahumada Danielsson (2017), København Kommune (2015), Bravo (2018), Uppsala kommun (2015) och Uppsala kommun (2019) har utförts. Projekten genererade alla mycket av de reglerande ekosystemtjänsterna, vilket inte är oväntat. Eftersom huvudsyftet med projekten är att just hantera extremväder och vattenreglering med hjälp av jordmassor och växtlighet ger de automatiskt stöd i form av erosionsskydd, luftrening, bullerreglering och pollinering (Boverket 2019d).

Fyra ekosystemtjänster som projekten inte bidrog till var de försörjande tjänsterna matförsörjning, råvaror och energi och den reglerande tjänsten för reglering av skadedjur och skadeväxter. Anledningen till att så många av de försörjande ekosystemtjänsterna inte tillkom var troligtvis på grund av deras specifika krav. Stadsodlingar till exempel kräver

näringsrika jordvolymen vilket regnbäddar inte kan erbjuda. Kanske finns något ätbart som skulle kunna odlas i extrema jordar, men om inte får detta lösas på annat sätt i staden. Utvinningen av råvaror lämpar sig oftast bättre utanför staden om man inte känner för att hugga ner de torktåliga träden och göra en brasa. Energi skulle kunna gå att utvinnas ur vattenkraft, men inget av projekten har påpekat att detta sker. I stadsdelen Rosendal finns däremot tanke på att skapa möjligheter för utvinnande av solenergi, vilket inte har med dagvattenhantering att göra men ändå bidrar till en hållbar stadsutveckling (Uppsala kommun 2015). Ekosystemtjänsten för regleringen av skadedjur uppnåddes inte eftersom den har för specifika krav, som till exempel anläggande av specifika miljöer för en specifik art. Det har inte framgått att något av projekten aktivt arbetat med detta. Kan hända att det för vissa skadedjursbekämpande arter erbjuds levnadsmiljöer, men ekosystemtjänsten märks inte av i så uppenbar utsträckning som de resterande tjänsterna (Boverket 2019e; Andersson et al 2019).

Den öppna dagvattenhanteringen kan samtidigt även ifrågasättas då dessa lösningar är levande och dynamiska och kräver en del skötsel. Planeringen bör därför innefatta ett underlättande för skötselpersonal att komma åt. Det har också med tillgänglighet och säkerhet att göra. Topografiska skillnader och vattenfyllda områden gör det svårare för bland annat rullstolsburna att röra sig fritt i staden. Årstider och väderförhållanden kan också komma att påverka förvaltningsmöjlighet och infiltration, vilket kan vara ett argument mot den öppna dagvattenhanteringen. Detta kan förebyggas med en medvetenhet om tillgänglighet i planeringsstadiet och en långsiktig skötselplanering. Frågan är också hur miljövänliga de substrat är som används i regnbäddarna idag och hur länge de kan användas förrän de helt tar slut?

Växtvalet hos dagvattenlösningarna kan också ifrågasättas angående de stödjande ekosystemtjänsternas inverkan. Projekten, och specifikt regnbäddarna i dem, kräver att växter ska vara torktåliga, men samtidigt under kortare perioder kunna stå vått (Ciria 2015). Detta ger ett begränsat växtval som skulle kunna ha sämre inverkan på den biologiska mångfalden och arternas livsmiljö, liksom Wirén (2005) beskriver angående Malmö stads trädplan. Här gäller det i så fall kanske att utöver regnbäddarna kompensera med vanliga växtbäddar i området, som inte har direkt med dagvattenhantering att göra, för att på så sätt utöka antalet arter i staden. Det gäller alltså att ha mångfunktionella dagvattenytor med också ett mångfunktionellt stadsnät.

Mångfunktionaliteten bör genomsyra den täta staden. Grå lösningar bör kombineras med grönbå för att ge maximal funktion (Stahre 2004). Ekosystemtjänster bör kombineras med varandra för att få människor att fungera tillsammans, men också för att få människan att fungera med naturen (Boverket 2019d). Platser kan till exempel fyllas med vatten under kortare perioder för att senare gå tillbaka till sitt ursprungliga stadium som fyller andra

funktioner (Ciria 2015). Det viktiga är att inte ha "tunnelseende", utan att se alla lösningar som ett sätt att tillsammans säkra en bättre framtid för människan och världen vi lever i.

METOD OCH ARBETSPROCESS

Arbetet har till största del gått ut på en kvalitativ litteraturstudie som resulterade i längre teoriavsnitt gällande dagvattenhantering och ekosystemtjänster. Detta för att få en bättre och grundlig förståelse för ämnena för att sedan kunna motivera resultat och diskussion. Arbetet började väldigt brett, men fick snabbt smalnats av för att kunna hanteras inom avsatt tidsram. Detta gynnades av att jag ganska tidigt hittade information om Boverkets nya ESTER-verktyg från 2019, vilket gjorde mig intresserad av att på något sätt koppla samman de två ämnena.

En bit in i processen insåg jag att en verklighetsbild krävdes för att förklara och förstå bättre och där av diskuterades olika projekt som kunde passa. Återigen började arbetet brett och internationellt, men smalnades av åt det skandinaviska området då insikten om informationsbrist föll på plats. Informationen har hämtats från olika kommunala styrdokument och rapporter angående projekten.

I värderandet av ekosystemtjänster från varje projekt har Boverkets ESTER-verktyg flitigt används och varit en riktlinje för varje enskilt val. Verktyget består av en Excel-fil där man analyserar och svarar på frågor angående ekosystemtjänster för ett projekt tidigt i processen. Sammanställandet av frågorna ger sedan ett svar där man får veta om projektet kommer gå miste om eller utöka sina ekosystemtjänster. I detta arbete har frågorna i verktyget svarats på, men resultatet av verktyget har inte studerats eftersom projekten varken passade in i verktygets funktion eller gav svar på det just jag ville få fram. Verktyget beskriver snarare vinster eller förluster i förändrandet av en plats tidigt i processen och eftersom jag inte hade tillräckliga kunskaper om projektet före och efter förändring gick det inte att svara på alla frågor. Detta skulle dock kunna göras i samarbete med kunniga inom området om tidsramen varit längre.

KÄLLKRITIK

Litteraturen gällande dagvattenhantering som använts härstammar från Skandinavien, Europa och USA i dokument där olika typer av lösningar och kriterier diskuterats historiskt och med ett framtida perspektiv. Det finns mycket information om ämnet och svårigheten har snarare varit att avgränsa sig, samt välja vilken källa som är av störst relevans för detta arbetet då många skriver om samma problem, samma strategier och samma lösningar. Det

har även varit svårt att hitta källor som påstår motsatsen, men många har ändå påpekat att en kombination mellan grå och grönblå lösningar måste användas.

ESTER-verktyget är av första upplagan 1.0 och kommer med sannolikhet att utvecklas åt det bättre och kanske åt olika håll beroende på användarens ingångspunkt. Jag har ändå ansett verktyget vara pålitligt eftersom så många kunniga har varit involverade, men har ändå tillagt information gällande vissa ekosystemtjänster för att skapa en ännu större förståelse. Verktyget har också förmågan att bli väldigt generellt och beskriver enbart vilka ekosystemtjänster som projekten genererar eller vilka som går förlorade. Därför bör det i ett senare stadium kompletteras med andra kunskaper och verktyg för att sedan veta hur man ska gå vidare och lösa problemen rent tekniskt.

FORTSATT STUDIER

Under arbetets gång har mängder av frågetecken dykt upp, vilket hade varit intressant att studera och arbeta vidare med. Hur man kan rusta för kommande havsnivåhöjningar är en av dem. Det är intressanta att se hur städer tenderar att bygga nytt i kustnära förhållanden där klimatet är som mest oskyddat från väder och vind och hade varit spännande att studera vidare om varför detta händer och hur städerna gör för att hantera det.

Återanvändning av dagvatten är också något som gett en tanke. Det hade varit spännande att studera möjligheter att ansluta vissa renare delar av städernas dagvattensystem till hemmet och till allmänna platser i kommunen och se vilka lösningar som gör att vi kan slippa använda dricksvatten i våra toaletter, gräsbevattningar och fontäner etc. Det känns till exempel onödigt att tvätta cykeln med dricksvatten när det råder torka och vattenbrist på Gotland.

Det hade även varit spännande att studera vilka hårdgjorda ytor och dess överbyggnader i staden som skulle kunna antingen fyllas med vatten temporärt eller omgestaltas med grönblå lösningar. Här hade studier av markägande kunnat utvecklas och vad det har för inverkan på vilken riktning staden kan ta och vilken utformning staden kan få.

Att utveckla studien om ESTER-verktyget hade också kunnat vara en fortsatt studie. I detta arbete räckte inte tidsramen för att använda verktyget fullt ut, men med mer tid hade kontakt och samarbete med kommuner och ansvariga över projekten, kunnat leda till en utförligare rapport över vilka ekosystemtjänster som faktiskt erbjuds och hur ESTER-verktyget skulle kunna hjälpa till att utöka dessa tjänster i projektet.

Sist men inte minst hade det varit oerhört intressant att studera hur man sätter pris på ekosystemtjänster och dess värde eller om det över huvud taget ens är möjligt. Ekosystemtjänster är ju till för att ge naturen ett värde för människan men räcker det för att alla ska förstå? Ett ämne som är ytterst aktuellt.

LITTERATURFÖRTECKNING

Ahumada Danielsson, N. (2017). *Vegetation för regnbäddar - aspekter att tänka på*. Sveriges lantbruksuniversitet. Landskapsingenjörprogrammet. Tillgänglig: https://stud.epsilon.slu.se/11226/1/danielsson_n_171002.pdf [2019-04-29]

Andersson, U., Bergquist, D., Dahl, C., Deak Sjöman, J., Emilsson, T., Fransson, A., Hedblom, M., Klein, H., Nilsson, G., Olsson, T., Randrup, T. & Rasmusson, A. (2019). *Urbana ekosystemtjänster - arbeta med naturen för goda livsmiljöer*. Alnarp: Tankesmedjan Movium (Stad & Land, nr 188)

Bara mineraler. (u.å). *Anläggning växtbädd*. Tillgänglig: <https://www.baramineraler.se/anlaggning-vaxtbadd/hekla-regnbadd/> [2019-05-02]

Barre, S. (2018). *Fakta om vatten*. Tillgänglig: <http://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/> [2019-04-28]

Berg, M. (2016). *Läromedel - Om att upptäcka naturen, uppskatta naturen och att uppmärksamma att barnens natur är viktig och behöver skyddas*. Alnarp: Centrum för naturvägledning. Tillgänglig: http://gillanaturen.se/wp-content/uploads/2017/02/Gilla_naturen.pdf [2019-04-09]

Bernes, C. (2016). *En varmare värld - Växthuseffekten och klimatets förändringar*. Stockholm: Arkitektkopia (Upplaga 3). Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-1300-4.pdf?pid=19441> [2019-04-03]

Boverket. (2016). *Miljö- och klimatanpassade byggregler*. Karlskrona: Boverket internt. (Rapport 2016:14) Tillgänglig: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/miljo-och-klimatanpassade-byggregler.pdf> [2019-04-07]

Boverket. (2018). *Ekosystemtjänster med PBL*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/uppfoljning/spaningar/ekosystemtjanster-med-pbl/> [2019-04-09]

Boverket. (2019a). *Gör grönskan till en naturlig del av staden*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planering-av-mark-och-vatten/ekosystemtjanster/> [2019-04-02]

Boverket. (2019b). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer--aktuell-status/vaxthusgaser/> [2019-04-07]

Boverket. (2019c). *Ekosystemtjänster i den byggda miljön – vägledning & metod*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/> [2019-04-10]

Boverket. (2019d). *ESTER - verktyg för kartläggning av ekosystemtjänster*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/ester/> [2019-04-10]

Boverket. (2019e). *Typer av ekosystemtjänster*. Tillgänglig: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/det_har/typer/ [2019-04-19]

Bravo, D. (2018). *Refurbishment of Tåsinge Square*. Tillgänglig: <https://www.publicspace.org/works/-/project/j075-refurbishment-of-tasinge-square> [2019-05-09]

Bäckman, H. (2018). Skyfallens ABC. *Stadsbyggnad*, nr 2/2018, ss. 26-29. Tillgänglig: http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf [2019-04-03]

Centrum för naturvägledning. (2017). *Upptäck ekosystemtjänster i den svenska naturen*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/cnv/publikationer/vagledning-est-webbversion.pdf> [2019-04-09]

Christoffersson, T. (2015). *Nybäddat för regn och grönska*. Vårt Malmö, nr 9, årgång 48. Tillgänglig: https://malmo.se/download/18.5f3af0e314e7254d70e97dd4/1491299924494/154501_VM_9_final.pdf [2019-05-02]

Ciria. (2015). *The SuDS Manual*. Tillgängligt: <http://www.hrwallingford.com.cn/pdfs/news/CIRIA%20report%20C753%20The%20SuDS%20Manual-v2.pdf> [2019-05-11]

Griffiths, J.A. (2017). *Sustainable Urban Drainage*. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489102039?via%3Dihub> [2019-04-27]

Görlin, K., Persson, A., Jönsson-Belyazid, U., Hansson, J. & Soutukorva, Å. (2017). *Argument för mer ekosystemtjänster*. Bromma: Arkitektkopia AB (Rapport 6736) Naturvårdsverket, 2017.

Hall, M. (2015). *Klimatsäkrat Skåne*. Lund: Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet. Tillgänglig: https://www.cec.lu.se/sites/cec.prodwebb.lu.se/files/klimatsakrat_skane_65mb.pdf [2019-04-03]

Hallqvist, T. & Idemark, O. (2018). *Stora översvämningar över hela Uppsala*. SVT Nyheter: Uppsala 29 juli. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/upsala/oversvammning-vid-strandbogatan-i-upsala> [2019-05-07]

Holgersson, B., Pauleit, S. & och Bergen Jensen, M. (2008). *Stadsplanering i klimatförändringens spår*. Alnarp: Movium. Gröna fakta 6/2008, publicerat i Utemiljö 6/2008.

Jordbruksverkets vattenenhet. (2014). *Dikningshandboken: Äga och förvalta diken*. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/foretagande/verktyg/dikningshandboken/> [2019-05-21]

Krisinformation. (2014). *Skredet vid Småröd, Munkedal*. Tillgänglig: <https://www.krisinformation.se/handelser-och-storningar/2006/skredet-i-munkedal> [2019-04-05]

Københavns Kommune. (2014). *Tåsinge plads 2014*. Tillgänglig: https://www.orbicon.se/sites/default/files/tp_pixi_2014-12-01_da.pdf [2019-05-09]

København Kommune. (2015). *Tåsinge plads*. Tillgänglig: http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/Tåsingeplads_pixi_2015_DK_WEB.pdf [2019-05-09]

Länsstyrelsen. (2012). *Sammanställd information om ekosystemtjänster*. Skrivelse 2012-10-31. <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/SiteCollectionDocuments/Stöd%20i%20åtgärdsarbetet/Miljöekonomi/ekosystem-tjanster.pdf> [2019-04-05]

Lützen, N. (1994). *Brug regnvandet i gården - en rapport om lokal afledning af regnvand i byfornyelseområder*. Köpenhamn: Bygge- og Boligstyrelse.

Malmaeus, M., Hansen, K., Hasselström, L., Lindblom, E., Norén, K., Soutukorva, Å., Söderqvist, T & Tegeback, A. (2015). *Ekosystemtjänster i miljökonsekvensbeskrivningar och samhällsekonomiska konsekvensanalyser*. Bromma: CM Gruppen AB. (Rapport 6698). Naturvårdsverket, 2015. Tillgängligt: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6698-7.pdf?pid=16839> [2019-04-10]

Nationalencyklopedin. (o.å). Ekosystem. Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekosystem> [2019-04-09]

Nord, B. (2016). *Malmö planerar för skyfall*. Stadsbyggnad, nr 6. Tillgänglig: <https://stadsbyggnad.org/2016/malmo-planerar-for-skyfall/> [2019-04-03]

Novotny, V., Ahern, J. & Brown, P. (2010) *Water Centric Sustainable Communities- Planning, retrofitting and building the next urban environment*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc

Nybeck, S & Sandahl, K. (2016). *Klimatrollspel - Ingår i Plans utbildningsmaterial Ungas rätt i ett förändrat klimat*. Tillgänglig: <https://fn.se/wp-content/uploads/2016/08/klimatrollspel.pdf> [2019-04-27]

Olsson, J. & Foster, K. (2013). *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige*. Norrköping: SMHI. (Klimatologi, nr 6). Tillgänglig: https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.29658!/Klimatologi_6.pdf [2019-04-05]

Persson, B. 1990. *Plats för regn*. Alnarp: Movium och Svenska vatten- och avloppsverksföreningen (VAV). (Stad & Land, nr 86)

Regeringskansliet. (2015). 17 globala mål för hållbar utveckling. Tillgänglig: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/17-globala-mal-for-hallbar-utveckling/> [2019-04-07]

SGU. (u.å). *Om geologi - Vatten*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/om-geologi/vatten/> [2019-04-28]

SMHI. (2014). *Extremt kraftigt regn över Malmö*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/extremt-kraftigt-regn-over-malmo-1.77503> [2019-04-03]

Stahre, P. (2004). *En långsiktig hållbar dagvattenhantering*. Stockholm: Svenskt vatten.

Stockholm vatten och avfall. (2015). *Kranvattnets historia - så fick Stockholm kranvatten*. Tillgänglig: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/vatten-och-avlopp/kranvattnets-historia/sa-fick-stockholm-kranvatten/> [2019-04-24]

Stockman, A. (2008). *Water Purificative Landscapes – Constructed Ecologies and Contemporary Urbanism*. I Kuitert, Wybe. Transforming with water. Proceedings of the 45th World Congress of the International Federation of Landscape Architects IFLA 2008. Wageningen: Blauwdruk/ Techne Press. s. 51-61

Studio 1. (2017). Hur prissätts naturen? [Radioprogram] Reporter: Emil Hellerud, Sveriges radio. P1 8 augusti. Tillgänglig: <https://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=1637&artikel=6752472> [2019-04-10]

Svenska Dagbladet. (2014). Tusentals skadade hus efter skyfall. 4 september. Tillgänglig: <https://www.svd.se/tusentals-skadade-hus-efter-skyfall> [2019-04-03]

Svenskt vatten. (2005). *Fakta om vatten och avlopp*. Stockholm: Svenskt vatten. Tillgänglig: <http://www.helsingevatten.se/download/18.6a25ff0e124ed1e9aff80001042/1338237129876/Fakta+om+vatten+och+avlopp.pdf> [2019-04-24]

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: svenskt Vatten AB. (Publikation P110 - Del 1) Tillgänglig: <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/p110-del-1-avledning-av-dag-dran-och-spillvatten/> [2019-04-05]

Sveriges riksdag. (1969). Miljöskyddslagen. Tillgänglig:
http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljoskyddslag-1969387_sfs-1969-387 [2019-04-24]

Uppsala kommun. (2015). *Rosendal kvalitetsprogram - gestaltning och hållbarhet*. Tillgänglig: https://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/bilder/planerade-projekt/rosendal/dokument/rosendal-kvalitetsprogram_ny2016.pdf [2019-05-07]

Uppsala kommun. (2018). *Rosendals fem etapper*. Tillgänglig:
<https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/rosendal/om-rosendal/rosendals-fem-etapper/> [2019-05-07]

Uppsala kommun. (2019). *Rosendals dagvattensystem – allt du inte visste om dagvatten i städer*. [Video] Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM> [2019-05-06]

VA syd. (2018). *Bräddning i Malmö*. Tillgänglig:
<https://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Braddning-i-Malmo> [2019-04-03]

Wirén, M. (2005) *Trädplan för Malmö*. Malmö: Malmö centraltryckeri AB. Tillgänglig:
<http://malmo.se/download/18.12bec02c14db49ab84d4f110/1491298789457/Tradplanwebb.pdf> [2019-04-09]

BILDFÖRTECKNING

Illustrationer som inte visas i bildförteckningen är producerade av författaren

Bild 1. *Vattnets naturliga kretslopp och det människan skapat.*

Illustration: Författaren efter underlag från Svenskt vatten. (2005). *Fakta om vatten och avlopp*. Stockholm: Svenskt vatten. Tillgänglig:

<http://www.helsingevatten.se/download/18.6a25ff0e124ed1e9aff80001042/1338237129876/Fakta+om+vatten+och+avlopp.pdf> [2019-04-24] & SGU. (u.å). *Om geologi - Vatten*.

Tillgänglig: <https://www.sgu.se/om-geologi/vatten/> [2019-04-28]

Bild 2. *Från traditionell till långsiktigt hållbar dagvattenplanering.*

Illustration: Författaren efter underlag från Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag och dränvattenhantering*. Motala: Svenskt vatten. & Ciria. (2015). *The SuDS Manual*. Tillgängligt:

<http://www.hrwallingford.com.cn/pdfs/news/CIRIA%20report%20C753%20The%20SuDS%20Manual-v2.pdf> [2019-05-11]

Bild 3. *Fyra kategorier av öppna dagvattenlösningar.*

Illustration: Författaren efter underlag från Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering*. Stockholm: Svenskt vatten.

Bild 4. Christer. (2012). *Ponderosa?*

Flickr: <https://www.flickr.com/photos/brandsvig/7109016733/in/photolist-bQcz12-c4DC1L-6mqgZt-dz3Leb-7ndu9p-%20bBhdgG-bQceP8-ft5SBy-nwaXDP-h4GDGH-c4Cjz5-peiFMF-gTn9Fe-cRH8KA-6Wzcp-79moEV-7AGU87-%20gURmfU-nwaWX7-6sMYdo-6HEcRe-fe9Jmd-fDS33H-fDT5yR-fDRZJ4-drt336-icXt5d-6WdfLG-6WzdLF-%206Wzdb2-pwfAKL-gTijjK-6ZqaBidmw5SU-7oxfdc-6Zua2s-6Zq86T-8WvUxD-7otU5D-gUmyx6-p6XxNY-pcwu6A-%20nrzGSC-dYutED-6E9qfq-p11kcl-f1h2Ln-8Wn5CN-9pmNRL-h4HGZ3>

Licens: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/legalcode>

Bild 5. Bysmon. (2015). *Marhagen, dike Mälarvägen.*

Wikimedia Commons:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marhagen,_dike_Mälarvägen,_2015b.jpg

Bild 6. *Fördröjningsdamm*. Foto: Amanda Freng Blümke 2017

Bild 7. *Armerad gräsyta som exempel på en genomtränglig beläggning av typen genomsläpplig*. Foto: Amanda Freng Blümke 2018

Bild 8. *Grönt extensivt tak i Malmö*. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 9. David Berkowitz. (2011). *High Line park NYC - Manhattan - New York City*.

Flickr: <https://www.flickr.com/photos/davidberkowitz/5923527436>

Licens: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>

Bild 10. EmilyBlueGreen. (2013). *Bioretention system, or rain garden, in Portland, US*

Wikimedia Commons:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioretention system, or rain garden, in Portland, US.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioretention_system,_or_rain_garden,_in_Portland,_US.jpg)

Bild 11. *Svackdike*. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 12. Jeffrey Beall. (2010). *Detention pond*

Flickr: <https://www.flickr.com/photos/denverjeffrey/4949550977>

Licens: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode>

Bild 13. *Träd och växter i bebyggd miljö*. Foto: Amanda Freng Blümke 2018

Bild 14. *Sammanfattande bild över de fyra kategorierna av ekosystemtjänster*.

Naturskyddsföreningen. (2018). *Faktablad: Ekosystemtjänster*. Tillåtelse från

Presskommunikatör på Naturskyddsföreningen, Lisa Persson. Tillgänglig:

<https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/naturnytta/faktablad-ekosystemtjanster>

[2019-05-06]

Bild 15. *Monbijougatan ligger mellan Helsingborgsgatan och Norra Parkgatan*. Hämtad från Google maps. (2019). Tillgänglig:

<https://www.google.com/maps/place/Monbijougatan,+Malmö/@55.5951816,13.0067714,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4653a15be9e932c9:0x86ef85f73873084c!8m2!3d55.5951816!4d13.0089601> [2019-05-19]

Bild 16. *Monbijougatans dagvattenbäddar i en slingrande chikanlösning*. Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 17. *Sektionsritning över Monbijougatans regnbädd och intilliggande trottoar och gata*.

Gatukontoret, Malmö stad. (u.å). Tillåtelse från Landskapsarkitekt på gatukontoret, Malmö stad, Tim Delshammar. Tillgänglig: Ahumada Danielsson, N. (2017). *Vegetation för*

regnbäddar - aspekter att tänka på. Sveriges lantbruksuniversitet.

Landskapsingenjörprogrammet. Sida 22. Tillgänglig:

https://stud.epsilon.slu.se/11226/1/danielsson_n_171002.pdf [2019-04-29]

[2019-04-29]

Bild 18. *Monbijougatans två olika regnbäddssubstrat*.

Illustration: Författaren efter underlag från Ahumada Danielsson, N. (2017). *Vegetation för*

regnbäddar - aspekter att tänka på. Sveriges lantbruksuniversitet.

Landskapsingenjörprogrammet. Sida 23. Tillgänglig:

https://stud.epsilon.slu.se/11226/1/danielsson_n_171002.pdf [2019-04-29]

Information från Gatukontoret, Malmö stad.

Bild 19. *Vattnet leds in i stora öppningar i kantstenen.* Foto: Amanda Freng Blümke

Bild 20. *Ett lugnare klimat för både människor och insekter.* Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 21. *Tåsinge plads ligger på Österbro i Köpenhamn.* Hämtad från Google maps. (2019). Tillgänglig:

<https://www.google.com/maps/place/Tåsinge+Plads,+Tåsingegade,+2100+København,+Danmark/@55.710064,12.5658208,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x46525258aeee01dd:0xa15926a7e43e35c5!8m2!3d55.7101081!4d12.568014> [2019-05-21]

Bild 22. *Tåsinge plads gick från hårdgjord parkeringsplats till grön umgängesyta redo för kraftiga regnfall.* Foto: Amanda Freng Blümke 2019

Bild 23. *Vattnets process på Tåsinge plads.*

Illustration: Författaren efter underlag från Københavns Kommune. (2014). *Tåsinge plads 2014.* Tillgänglig: https://www.orbicon.se/sites/default/files/tp_pixi_2014-12-01_da.pdf

[2019-05-09] & København Kommune. (2015). *Tåsinge plads.* Tillgänglig:

http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/Tåsingeplads_pixi_2015_DK_WEB.pdf [2019-05-09]

Bild 24. *Tåsinge plads med utsatta punkter från där fotografierna nedan tagits.* Hämtad från Google maps. (2019). Tillgänglig:

<https://www.google.com/maps/place/Tåsinge+Plads,+Tåsingegade,+2100+København,+Danmark/@55.710064,12.5658208,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x46525258aeee01dd:0xa15926a7e43e35c5!8m2!3d55.7101081!4d12.568014> [2019-05-21]

Bild 25–29. Foto: Amanda Freng Blümke

Bild 30. *Rosendal ligger söder om centrala Uppsala och gränsar till bland annat Stadsskogen och Kronparken med omgivande stadsdelar som Kåbo, Norby och Ulleråker. Plan över det nya området finns på nästa sida.* Hämtad från Google maps. (2019). Tillgänglig:

<https://www.google.com/maps/search/rosendal+uppsala/@59.8492748,17.6184244,13z/data=!3m1!4b1> [2019-05-17]

Bild 31. *Flygvy över området för den nya hållbara stadsdelen Rosendal i Uppsala.* Uppsala kommun. (2019). *Rosendals dagvattensystem – allt du inte visste om dagvatten i städer.*

[Video] Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM> [2019-05-06]

Bild 32. Plan över den nya stadsdelen Rosendal och dess grön- och blåstruktur. Uppsala kommun. (2015). *Rosendal kvalitetsprogram - gestaltning och hållbarhet*. Tillgänglig: https://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/bilder/planerade-projekt/rosendal/dokument/rosendal-kvalitetsprogram_ny2016.pdf [2019-05-07]

Bild 33. *Uppbyggnad för regnbädd*. Uppsala kommun. (2019). *Rosendals dagvattensystem – allt du inte visste om dagvatten i städer*. [Video] Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM> [2019-05-06]

Bild 34. *Perspektiv och genomskärning av en av Rosendals regnbäddar. Dagvattnet leds ner brunnen vid regnbäddens kant och förs till andra sidan kantstenen genom en behållare och sedan vidare ner i regnbädden för att där infiltreras*. Uppsala kommun. (2019). *Rosendals dagvattensystem – allt du inte visste om dagvatten i städer*. [Video] Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM> [2019-05-06]

Illustration: Edge Arkitekter

Bild 35. *Perspektiv som visar genomskärning av vägbanan med regnbädd och växtbädd*. Uppsala kommun. (2019). *Rosendals dagvattensystem – allt du inte visste om dagvatten i städer*. [Video] Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=ygvQb0EHddM> [2019-05-06]

Illustration: Edge Arkitekter