



Långsiktigt hållbar dagvattenhantering

- Vägledning vid val av dagvattenlösningar
i stadsmiljö

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala
Examensarbete för yrkesexamen på landskapsarkitekturprogrammet
EX0533 Självständigt arbete i landskapsarkitektur, 30 hp
Nivå: Avancerad A2E
© 2013 Anna Aalto, anna_aalto@hotmail.com
Titel på svenska: Långsiktigt hållbar dagvattenhantering- Vägledning vid val
av dagvattenlösningar i stadsmiljö
Title in English: Sustainable storm water management- Guidance on the selection
of storm water solutions in urban environment
Handledare: Sofia Eskilsdotter, institutionen för stad och land
Examinator: Ann Åkerskog, institutionen för stad och land
Opponent: Daniel Stråe, WRS AB
Foton: Se referensanvisning vid varje bild
Nyckelord: Hållbar utveckling, hållbar dagvattenhantering, öppen dagvattenhantering, ekologisk
dagvattenhantering
Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>

FÖRORD

Detta examensarbete ges läsaren kunskap om hur dagvatten kan tas omhand på ett långsiktigt hållbart sätt och var det finns brister i dagens hantering av dagvatten. Rapporten ger god vägledning vid val av dagvattenlösning och förklarar vad som krävs för att förverkliga en långsiktigt hållbar dagvattenhantering.

Begrepp som återkommer i arbetet förklaras på sidan 20.

Först vill jag passa på att tacka landskapsarkitekterna på Ramböll som låtit mig sitta och skriva hos dem och för givande diskussioner om dagvattenhantering. Min exjobbsresa gick inte helt enligt min arbetsplan då jag planerade att skriva färdigt rapporten på Ramböll. Jag gjorde en paus i mitt skrivande och fortsatte sedan på egen hand.

Varmt tack vill jag rikta till min handledare Sofia Eskilsson som har varit ett stort stöd och kommit med goda råd under hela min exjobbsresa. Anna-Karin Gävert ska ha ett stort tack som gett många bra kommentarer och tips som hjälpt mig att knyta ihop säcken.

Tack också till min familj och alla mina kära vänner som har hejat på mig hela vägen in i mål!

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Det förekommer en ökad problematik i vårt samhälle när det gäller dagvattenhantering. Problemet beror till stor del på förtätningen av städer och trafikökningen. De hårdgjorda markytorna har ökat markant det senaste halvsekle (Stahre, P., 2004) och i den förändring av klimatet som successivt sker förändras vattenflöden avsevärt (SMHI, 2009). Avloppssystemen är ofta underdimensionerade för de häftiga regn som blir allt vanligare och risken för översvämningar har ökat kraftigt (Boverket, 2010b).

Vatten är ett viktigt element i vår omgivning som väcker intresse, estetiskt behag och framkallar känsloreaktioner (Ulrich, R.S., 1983), både positiva och negativa. Dagvattnet kan ses som en tillgång och resurs för att göra städer mer attraktiva. Öppna dagvattensystem och infiltrationsytor kan berika platser så att det får ett estetiskt tilltalande, ekologiskt och rekreativt värde och samtidigt minskar risken för översvämningar och överbelastningar för stadens va-system (Hedberg, T., et al., 2004). Några negativa aspekter i öppen dagvattenhantering är att de ofta kräver mer skötsel och underhåll än det traditionella va-systemet och i regel är mer platskrävande.

Hållbar utveckling är något som samhället måste sträva mot. Begreppet innebär en helhetssyn på samhällets behov, förutsättningar och problem, både nationellt och globalt. Det är viktigt att vi människor lever på ett hållbart sätt som ger våra barn och våra framtida generationer möjlighet att leva ett gott liv. Vi måste sträva efter ett hållbart samhälle ur flera olika aspekter bl.a. miljömässiga, sociala, ekonomiska, biologiska, ekologiska, estetiska, tekniska, rekreativa, pedagogiska och historiska (Boverket, 2010b).

Begreppet *hållbar dagvattenhantering* innefattar omhändertagande, fördröjning och magasinering av dagvatten i helt eller delvis öppna system. Dessa lösningar har som syfte att efterlikna naturens eget sätt att ta hand om nederbörd genom t.ex. infiltration, perkolation, ytavrinning, trög avledning i öppna eller delvis öppna dagvattensystem samt fördröjning i dammar och våtmarker. I en hållbar dagvattenhantering är *lokalt omhändertagande av dagvatten*, LOD, viktigt. Vattnet tas omhand där det faller, flödestopparna till recipienten jämnas ut och föroreningsbelastning minskar (Stahre, P., 2004).

Under min tid som landskapsarkitektstudent har jag upplevt att det är svårt att på ett enkelt och översiktligt sätt få den information jag behöver när jag ska välja en hållbar dagvattenlösning. Varje gång jag ger min in i djungeln av läsbar fakta så inser jag att informationen jag önskar är utspridd i olika litteratur. Det är svårt att hitta samlad information som visar både VA-tekniska detaljer samtidigt som de värden som de kan tillföra staden, såsom sociala, ekologiska, rekreativa och estetiska.

Syfte, frågeställning och avgränsning

Syftet med rapporten är att ge läsaren kunskap om hur dagvatten kan tas omhand på ett långsiktigt hållbart sätt och var det finns brister i dagens hantering av dagvatten. Rapporten ska ge god vägledning vid val av dagvattenlösning och samtidigt presentera konkreta förslag på åtgärder som kan bidra till att påskynda omställningen till en långsiktigt hållbar dagvattenhantering.

Tematiskt avgränsas arbetet till att handla om aktuella, småskaliga och öppna eller delvis öppna dagvattenlösningar i stadsmiljö. De olika lösningarna beskrivs översiktligt och några beskrivs mer detaljerat. De lösningar som beskrivs mer detaljerat är de småskaliga lösningar som, förutom att ta hand om dagvatten på ett hållbart sätt, även kan ge flera positiva upplevelsevärden till stadens rum och därför bidrar till att öka livskvaliteten för människor som vistas i staden. Beskrivningarna fokuserar på upplevelsevärdena och inte på de tekniska detaljerna.

Mina huvudfrågor var:

”Vad finns det för olika typer av hållbara lösningar för dagvattenhantering? Vad är positivt respektive negativt med dessa lösningar? Hur kan man resonera, och vilka faktorer måste beaktas i en valsituation?”

Metod

Jag har genomfört litteraturstudier i böcker, rapporter, publikationer och artiklar. Även officiella hemsidor, databaser och bibliotekskataloger har varit till stor hjälp. De vanligaste sökorden jag använt när jag sökt efter information är *dagvattenhantering*, *hållbar utveckling*, *klimatförändring*, *dagvatten*, *hållbar dagvattenhantering*, *öppen dagvattenhantering*, *dagvattenanläggning*, och *underhåll av öppna dagvattenanläggningar*.

I april 2011 deltog jag i en nationell konferens om vatten, avlopp och kretslopp där jag lärde mig mycket om dagvatten och fick kontakter som är yrkesverksamma inom ämnet.

Jag har under arbetets gång pratat med andra yrkesverksamma inom ämnet för att få mer kunskap och förståelse för dagvattenhantering. Flera samtal har varit spontana och utan bestämda frågor medan andra har skett genom att jag ringt och ställt en förbestämd fråga.

I en tabell har jag spaltat upp lösningarna och på ett pedagogiskt sätt ska den ge läsaren information om varje enskild lösning utifrån olika kriterier. Där är det lätt att jämföra lösningarna med varandra och göra sitt val efter vilka krav och förutsättningar som finns. De lösningar som jag har beskrivit mer utförligt har jag valt ut genom att jämföra dem med varandra i tabellen och välja de som ger flest positiva upplevelsevärden utifrån vad man upplever med synen, hörseln och luktsinnet.

Resultat

I en hårt exploaterad stad är det ofta brist på större ytor där dagvattnet kan fördröjas. Det är därför viktigt att lägga fokus på småskalig dagvattenhantering där dagvattnet tas om hand så tidigt som möjligt i systemet. Om dagvatten tas om hand redan inne på den egna fastigheten kan flödestopparna minska längre nedströms. Eftersom våra städer förtätas mer och mer är det viktigt att utnyttja de öppna ytor som finns på bästa sätt (Stahre, P., 2004).

Nedan följer de exempel på öppna eller delvis öppna dagvattenlösningar som jag beskriver i rapporten och som kan användas i stadsmiljö.

Växtbäddar och trädplanteringar

Gröna tak

Dammar

Svackdiken

Kanaler

Fördröjningsmagasin

Genomsläppliga beläggningar

Infiltration av takvatten på gräsytor

Uppsamling av takvatten

Infiltration i perkolationsmagasin

Bäckar och diken

Översvämningssytor

Torra dammar och översilningsytor

Stora fördröjningsdammar

Våtmarker

Växter kan vara till stor nytta när det gäller dagvatten. De kan fördröja häftig avrinning, förbruka en del av dagvattnet genom transpiration och delvis rena dagvattnet (Persson, B., et al., 1990). De bidrar till en ökad möjlighet för infiltration, då växternas rötter håller kanaler öppna ner i marken (Stahre, P., 2004). I dagvattenanläggningar har växter en stor estetisk funktion och de ökar den biologiska mångfalden genom att skapa livsutrymme för insekter, fåglar, smådjur och andra växter (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Om öppna dagvattenlösningar utförs på rätt sätt kan den urbana miljön gynnas ur många olika hållbara aspekter t.ex. tekniska, miljömässiga, sociala, ekonomiska, estetiska, biologiska, ekologiska, rekreativa, pedagogiska och historiska (Stahre, P., 2004).

Diskussion

Den globala klimatförändringen är en av de mest angelägna och synliga förändringarna som sker i vår nutida omgivning. Det går inte en dag utan att media presenterar de senaste förutsägelseerna om utvecklingen av jordens klimat. Vatten är ett av de viktigaste teman i denna diskussion. Det är uppenbart att vi i stora delar av världen kommer ha att göra med en ständigt ökande mängd vatten de närmaste årtiondena. Det är nödvändigt att vi tar denna fråga på allvar och låter denna faktor vara en viktig utgångspunkt i vår samhällsplanering. Vi behöver tänka nytt och inte fastna i gamla vanor och planera som vi alltid gjort.

Dagens samhällsutveckling och människans sätt att leva är på lång sikt ohållbar. En dagvattenhantering som fungerar i framtiden är en viktig del när det gäller samhällets hållbara utveckling. Kunskaper om dagvattenlösningars funktion, klimatpåverkan, bedömningsgrunder och bedömningsverktyg har funnits länge men mer måste till för att förverkliga de långsiktigt hållbara lösningarna. Bättre samarbete när det gäller planering krävs för att lyckas. I många kommuner råder fortfarande en stor ovana vid att arbeta integrerat över förvaltningsgränserna när det gäller dagvattenfrågor. Det har förr alltid varit kommunens VA-förvaltning som har hanterat dagvattnet (Stahre, P., 2004). Alla berörda förvaltningar behöver delta i planeringsprocessen i ett så tidigt skede som möjligt för att uppnå bäst resultat (Boverket, 2010b). Planer, strategier och dagvattenpolicys är av stor vikt för att upprätthålla en gemensam ståndpunkt när det gäller dagvatten (Boverket, 2010a).

Förtätning är bra ur klimatsynpunkt, eftersom det sparar energi, infrastruktur och markresurser men det är ett hot mot de gröna och blå ytorna. Det är viktigt att det är en balans mellan stadsförtätning och grön- och blåstruktur (Forsman, B., 2010). När förtätning av befintlig bebyggelse sker där en grönytta tas i anspråk är det viktigt att konsekvenserna av dagvattensituationen redogörs (Boverket, 2010b).

Det behövs mer kunskap hos alla inblandade parter i planeringen av dagvatten. Det är viktigt att olika yrkesgrupper samarbetar och tar del av varandras kunskap. Alla yrkesgrupper tjänar på en högre kunskapsnivå inom ämnet eftersom det ger större möjlighet att vara med och påverka samhällets utveckling.

Landskapsarkitekter behöver mer undervisning om hållbar dagvattenhantering på utbildningen och även fortbildning i yrkeslivet. En bredare syn på dagvattenhanteringen behövs i ett tidigt stadium för en blivande landskapsarkitekt eftersom det finns så mycket att utforska i detta ämne. Jag tror att det behövs mer samarbete och workshops mellan studenter på utbildningar som berör stadsbyggande så att alla får en inblick i varandras yrkesområden för att få bäst resultat inom en hållbar dagvattenhantering. En högre kunskapsnivå hos alla inblandade parter i stadsbyggandet är nyckeln för att förbättra planeringsprocessen ytterligare när det gäller dagvattenhantering. Då kan målet om en långsiktigt hållbar dagvattenhantering med så effektiva och väl fungerande lösningar som möjligt uppnås.

I mitt examensarbete tycker jag att jag har lyckats få svar på mina forskningsfrågor.

SUMMARY

Background

Dealing with storm water management is an increasingly important issue in our society. The problem largely depends on the densification of our cities and increasing traffic. The hard ground surfaces have increased significantly in the past half century (Stahre, P., 2004) and with the ongoing climate change, the natural water flows are gradually changing (SMHI, 2009). Sewage systems are not designed for the heavy rains, that are becoming more frequent, and the risk of flooding has increased dramatically (Boverket, 2010b).

Water is an important element in our environment that arouses interest, is aesthetically pleasing and elicit emotional reactions (Ulrich, RS, 1983), both positive and negative. Storm water can be seen as an asset and a resource to make cities more attractive. Open storm water systems and infiltration areas can enrich the site so that it is given the aesthetic, ecological and recreational values while minimizing the risk of flooding and congestion of the city's sewage system (Hedberg, T., et al., 2004). Some negative aspects of open storm water management are that the systems often require more care taking and maintenance than the traditional ones and it is usually more space consuming.

The contemporary society must aim for sustainable development. The concept involves a holistic approach to society's needs, requirements and problems, both nationally and globally. It is important that people of today live in a sustainable way that does not compromise the future of our children and future generation's possibilities to live a good life. We must aim for a sustainable society from various aspects including environmental, social, economic, biological, ecological, aesthetic, technical, recreational, educational and historical (Boverket, 2010b).

The concept of sustainable storm water management includes drainage, delay and storage of storm water in open or partially open systems. These solutions are intended to mimic the nature's own way of taking care of rainfall by infiltration, percolation, surface runoff, slow transport in the open or partially open storm water systems, and delay in ponds and wetlands. To achieve sustainable storm water management source control of storm water is important (Sve. *Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD*). The intent is to dispose water where it falls, the even out of flow peaks to the recipient and reduce pollutants from the water (Stahre, P., 2004).

During my time as a landscape architect student, I have experienced the difficulty to in a simple and comprehensive manner find information I need when choosing a sustainable storm water solution. Every time I try to find facts, I realize that the information is scattered in different literature. It is difficult to find comprehensive information showing both technical details, while the values they can bring to the city, such as social, ecological, recreational and aesthetic.

Purpose, research question and delimitation

The report aims to provide the reader with knowledge of storm water management in a sustainable manner and where there are gaps in current management of storm water. The report will provide useful guidance in the selection of storm water solution, while presenting concrete proposals on measures that can help accelerate the transition to a sustainable storm water management.

Thematically, the report is defined to be about current, small-scale and open or partially open storm water solutions in urban environments. The various solutions are reviewed and some are described in more detail. The solutions described in more detail are the small-scale solutions with a experience value, that besides taking care of storm water in a sustainable manner, also provide more positive experience value to the public space and therefore helps to increase the quality of life for people in the city. The descriptions focus on experiential values and not on the technical details.

My main questions were:

"What are the different types of sustainable solutions for storm water management? What are the positive and negative with these solutions, how to reason, and what factors must be considered in a choice situation? "

Methods

I have conducted a literature studie of books, reports, publications and articles. Official websites, databases and library catalogs have also been a great help. The most common key words I used when I searched for information were *dagvattenhantering*, *hållbar utveckling*, *klimatförändring*, *dagvatten*, *hållbar dagvattenhantering*, *öppen dagvattenhantering*, *dagvattenanläggning* and *underhåll av öppna dagvattenanläggningar* (Eng. *Storm water management*, *sustainable development*, *climate change*, *storm water*, *sustainable storm water management*, *open storm water management*, *storm water construction and maintenance of open storm water constructions*).

In April 2011, I attended a national conference about water management where I learned a lot and made contacts with professionals in the field.

During the project I have communicated a lot with professionals in the subject to get more knowledge and recieve a deeper understanding. Several discussions have been spontaneous without any specific questions asked while others have been organized call with predetermined questions.

In a table, I have put the solutions and in a clear manner, it shall provide the reader with information about each solution based on various criteria. It is easy to compare the solutions with each other and make the choice from the existing requirements and conditions. The solutions that I have described in more detail I have selected by comparing them with each

other in the table and selected the ones that generate the most positive experience value from what you experience with sight, hearing and smell.

Results

In a highly exploited city, there is a lack of large areas where storm water may be delayed. It is therefore important to focus on small-scale storm water management where surface water is taken care of as early as possible. If storm water is taken care of already on private property the peak flow further downstream could be decreased. As our cities grow denser, it is important to use existing open spaces in best ways possible (Stahre, P., 2004).

These are examples of solutions for open or partially open storm water management system suitable for urban environments that I describe further in the report.

Plants and trees

Green roofs

Ponds

Swales

Canals

Delay surface

Permeable surfaces

Infiltration of roof runoff on grass areas

Collection and recycling of roof runoff

Delay and percolation in grass, gravel, and macadam fillings

Creeks/ditches

Flooding areas

Dry ponds and overflow surfaces

Large delay ponds

Wetland areas

Vegetation can be very useful in terms of managing storm water. They can delay heavy runoff, consume a portion of the storm water by perspiration and partially purify (Persson, B., et al., 1990). They contribute to an increased capacity for infiltration, because the roots keep channels open into the ground (Stahre, P., 2004). In storm water constructions, plants have a great aesthetic function and increases biodiversity by creating habitat for insects, birds, small animals and other plants (Svenskt Vatten, 2011a).

If open storm water solutions are properly executed the urban environment can benefit through many different sustainable aspects such as technical, environmental, social, economic, aesthetic, biological, ecological, recreational, educational and historical (Stahre, P., 2004).

Discussion

In our contemporary environment the effects of climate change are some of the most pressing and visible changes. Not one day goes by without the media coverage of the latest predictions on the development of the changing climate. Water is one of the main themes in this discussion. It is clear that in future decades large parts of the world will be dealing with an ever increasing amount of water. It is necessary that we take this issue seriously and allow this factor to be an important part of our planning. We need to think in new ways and avoid getting stuck in old habits and plan as we have always done.

In the long term today's society and the people's way of living is unsustainable. A storm water management that works in the future is an important part of the sustainable development of society. We have had knowledge of storm water solutions' function, climate impact, assessment criteria and assessment tools for a long time, but more is necessary to complete the long-term sustainable solutions. Better collaboration in the planning is required to succeed. Many municipalities are still unaccustomed to work integrated across disciplines in storm water issues. It has always been the municipal water and wastewater management who has handled the storm water management (Stahre, P., 2004). All disciplines need to participate in the planning process as early as possible in order to achieve the best results (Boverket, 2010b). Plans, strategies and storm water policies are essential to develop a common vision for storm water management (Boverket, 2010a).

In a climate perspective densification of cities is good, because it saves energy, infrastructure and land resources but it is a threat to the green and blue structures. It is important that there is a balance between urban densification and the green and blue structures (Forsman, B., 2010). When building in green areas, it is important to present the impacts of storm water situation (Boverket, 2010b).

All actors involved in the planning of storm water management need more knowledge. It is important that different professional groups work together and take part of each other's knowledge. All professionals provide greater opportunity to have a voice in society by serving on a higher level of knowledge in the subject.

The Landscape architect education needs to include more information in sustainable storm water management. A question I asked myself during the project is how to raise the level of awareness among all parties and improve the planning process further in terms of storm water management in order to get the most effective and efficient solutions in the future. To achieve as good results within sustainable storm water management as possible I believe that workshops and more cooperation between several professions during the education is needed.

I think I have managed to get answers to my research questions in my thesis.

INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	14
1.1	Bakgrund och syfte.....	14
1.1.1	Förtätning och klimatförändringar.....	14
1.1.2	Olika utgångspunkt och målsättning och ovana att arbete integrerat.....	15
1.1.3	Syfte och frågeställning.....	16
1.1.4	Historik.....	16
1.1.5	Långsiktigt hållbar dagvattenhantering.....	17
1.1.6	Aspekter i en hållbar dagvattenhantering.....	18
1.1.7	Vattnets betydelse i stadsmiljö.....	19
1.2	Avgränsning.....	20
1.3	Förklaring av begrepp.....	20
2	METOD.....	21
2.1	Källor.....	22
3	LÅNGSIKTIGT HÅLLBARA LÖSNINGAR.....	22
3.1	Lokalt omhändertagande av dagvatten.....	22
3.2	Mångfunktionella ytor.....	23
3.3	Exempel på hållbara dagvattenlösningar.....	24
3.3.1	Växtbäddar och trädplanteringar.....	25
3.3.2	Gröna tak.....	26
3.3.3	Dammar.....	28
3.3.4	Svackdiken.....	29
3.3.6	Fördröjningsmagasin.....	31
3.3.7	Genomsläppliga beläggningar.....	32
3.3.8	Infiltration av takvatten på gräsytor.....	34
3.3.9	Uppsamling av takvatten.....	35
3.3.10	Perkolationsmagasin.....	35
3.3.11	Bäckar och diken.....	36
3.3.12	Översvämningssytor.....	37
3.3.13	Torra dammar och översilningsytor.....	38
3.3.14	Stora fördröjningsdammar.....	39

3.3.15	Våtmarker	39
3.4	Värden av en hållbar dagvattenhantering	41
3.5	Vägledning vid val av dagvattenlösning	43
3.5.1	Förklaring av tabell.....	44
3.5.2	Tabell för vägledning.....	47
3.5.3	Sammanfattning.....	49
3.6	Exempel.....	50
3.6.1	Växtbäddar i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm	50
3.6.2	LOD i Hammarby sjöstad, Stockholm.....	51
3.6.3	Våtmark och gröna tak i Bo01, Malmö.....	52
3.6.4	Mångfunktionella ytor i Rotterdam	53
3.6.5	Gröna gator och regnträdgårdar i Portland och San Mateo, USA.....	55
4	DISKUSSION.....	58
4.1.1	Vikten av planer, strategier och dagvattenpolicys	58
4.1.2	Balans mellan förtätning och grön- och blåstruktur.....	59
4.1.3	Gör rätt från början	59
4.1.4	Tydliga direktiv	60
5	REFLEKTION	60
6	KÄLLFÖRTECKNING.....	63

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund och syfte

1.1.1 Förtätning och klimatförändringar

Det förekommer en ökad problematik i vårt samhälle när det gäller dagvattenhantering i form av överbelastade vatten- och avloppssystem. Problemet beror till stor del på förtätningen av städer och ökad andel hårdgjorda ytor. De hårdgjorda markytorna har ökat markant det senaste halvsekle (Stahre, P., 2004) och bara i Stockholm utgörs 40 procent av flödet till reningsverket Henriksdal av nederbörd från innerstaden (Krögerström, L., 2010). Hus, vägar och parkeringsplatser har byggts på mark där regn- och smältvatten tidigare kunde infiltrera (Norrköping kommun, 1999) och innebär att vattnet har begränsat med ställen att ta vägen. Vattendrag och naturliga översvämningsområden har på många ställen torrlagts, och fastigheter byggs i dalar eller andra områden där översvämningssrisken är stor (Boverket, 2010b).

I den förändring av klimatet som successivt sker förändras de naturliga vattenflödena avsevärt. Nederbördsmängderna väntas öka, inte minst på vintern, liksom antalet intensiva regn med stora volymer (SMHI, 2009). Nederbördsmängden har redan blivit ett stort och oberäkneligt problem och vi råkar allt oftare ut för så kallade hundraårsregn, vilket innebär att det kraftigaste regn som beräknas falla under en hundraårsperiod nu istället kan falla flera gånger per år (Ullstad, E., 2008). De prognoser som görs på grund av de förväntade klimatförändringarna pekar alla mot större nederbördsmängder de kommande 100 åren (Svenskt Vatten AB, 2011b). Avloppssystemen är ofta underdimensionerade för de häftiga regn som blir allt vanligare (Boverket, 2010b) vilket leder till översvämningar.

Ett minst lika stort problem som de ökande regnmängderna är högre vattennivåer i sjöar och vattendrag liksom en stigande havsnivå och för lågt liggande kuststäder (Forsman, B., 2010). Dessa faktorer kan resultera i ökad risk för översvämningar, ökade regnmängder som måste avledas och långvariga regn på årstider med låg avdunstning. Vattenmättad mark ger mycket stora vattenvolymer som måste ha någonstans att ta vägen (Svenskt Vatten AB, 2007).

Översvämningssrisken i tätorter och på vägar på landsbygden kan orsaka stora problem, t.ex. erosion och skred (Boverket, 2010b) och leder även till skador på byggnader (Ullstad, E., 2008). Detta innebär att behovet av flödesdämpande eller utjämnande åtgärder blir större (Boverket, 2010b). En viktig faktor för hållbar stadsutveckling är därför långsiktigt fungerande dagvattenlösningar (Ullstad, E., 2008).

Vattenavledningssystemet som vi har idag är förlegat och inte anpassat efter dagens eller framtidens klimat. Gång på gång sker situationer då systemet inte räcker till för de flöden som uppstår (Persson, B. et al., 1990). Med bättre förutsägelser om framtidens klimat, ett ökat fortsatt medvetande hos alla parter som är inblandade i samhällsbyggandet, strategier och

åtgärder finns det ändå hopp om att kunna hantera klimatförändringen (Viklander, M. & Bäckström, M., 2008).

Under min tid som landskapsarkitektstudent har jag upplevt att det är svårt att på ett enkelt och översiktligt sätt få den information jag behöver när jag ska välja en hållbar dagvattenlösning. Varje gång jag ger min in i djungeln av läsbar fakta så inser jag att informationen jag önskar är utspridd i olika litteratur. Det är svårt att hitta samlad information som visar både VA-tekniska detaljer samtidigt som de värden som de kan tillföra staden, såsom sociala, ekologiska, rekreativa och estetiska.

1.1.2 Olika utgångspunkt och målsättning och ovana att arbete integrerat

Vatten och grönska hör ihop men är svåra att värdera i ett sammanhang. Oftast utarbetas idag de strategiska planeringsunderlag åtskilt inom respektive sakområde, exempelvis VA-planering, naturvård och grönstruktur (Boverket, 2010b). De som arbetar inom dagvattenområdet är till exempel landskapsarkitekter, stadsplanerare, geotekniker, VA-ingenjörer, gatuingenjörer, parkingenjörer, exploatörer och politiker men de har olika utgångspunkt och målsättning (Viklander, M. & Bäckström, M., 2008). Detta leder till att det blir svårt att se vilka områden som är viktiga att bevara eller utveckla när det gäller att anpassa staden och tätorten efter det förändrade klimatet. Samverkan är viktigt för att kunna värdera hur mycket som går att förebygga innan skadan är skedd (Boverket, 2010b). En anpassningsplan, dvs. en sammanställning av prioriterade åtgärder för klimatanpassning (SMHI, 2011), är nödvändig som kan samla och värdera de underlag som är viktiga för identifiering av områden som redan nu eller i framtiden ligger i riskzonen för att drabbas av översvämningar (Boverket, 2010b).

Vissa kommuner har kommit längre än andra i samarbetet med dagvattenhanteringen (Svenskt Vatten AB, 2007). I många kommuner råder fortfarande en stor ovana vid att arbeta integrerat över förvaltningsgränserna när det gäller dagvattenfrågor eftersom det förr alltid har varit kommunens VA-förvaltning som har hanterat frågan (Stahre, P., 2004). Idag arbetar flera förvaltningar med dagvatten och alla berörda förvaltningar behöver delta i planeringsprocessen i ett så tidigt skede som möjligt för att uppnå bäst resultat (Boverket, 2010b).

Det är många viktiga aspekter som måste beaktas för att säkerställa en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till framtida klimatförändring.

Några av dem är:

- Fastställa högsta vattenstånd idag och bedömda framtida vattennivåer
- Förebyggande åtgärder i framtida bebyggelseområden
- Åtgärder mot höjda vattennivåer i hav
- Vattendrag och sjöar inom befintliga områden
- Åtgärder inom befintligt avloppsnät
- Säkerställa ett översvämningståligt byggande vid nybyggnation och säkerställa vattnets roll i planprocessen

- Skapa bättre beslutsunderlag
- I planeringen ta hänsyn till eventuella nedströms liggande bebyggelseområden (Svenskt Vatten AB, 2011a)

1.1.3 Syfte och frågeställning

Den här rapporten vänder sig till studenter och yrkesverksamma inom stadsplanering och stadsgestaltning men också till privata tomt- och fastighetsägare som med mer kunskap inom detta ämne kan vara med och bidra till en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Jag tror att genom att sprida kunskap inom detta ämne kan en insikt om att ALLA kan vara med och påverka dagvattenhanteringen etableras och problemen med översvämningar minskas.

Rapporten ska ge god vägledning vid val av dagvattenlösning och samtidigt presentera konkreta förslag på åtgärder som kan bidra till att påskynda omställningen till en långsiktigt hållbar dagvattenhantering.

Mina huvudfrågor är:

”Vad finns det för olika typer av hållbara lösningar för dagvattenhantering? Vad är positivt respektive negativt med dessa lösningar? Hur kan man resonera, och vilka faktorer måste beaktas i en valsituation?”

1.1.4 Historik

Tidigare har dagvatten behandlats som ett problem som snabbt måste ledas undan (Beatley, T. 2005). Fram till 1950-talet fördes avlopps- och dagvatten i ett gemensamt underjordiskt vattenledningssystem till reningsverket. I städer samlades vanligtvis dagvattnet upp i dessa slutna ledningar för att ledas bort från bebyggelsen så snabbt som möjligt (Stahre, P., 2004). När tätorterna på 1950-talet började expandera blev dagvattnet ett tekniskt problem (Persson, B. et al., 1990). Ledningssystemet hade inte tillräckligt med kapacitet för att klara av belastningen från både avlopps- och dagvatten vid stora nederbörds mängder. I och med att flödesmängden ökade så gav det ökade trycket på det kombinerade ledningssystemet upphov till att orenat vatten tvingades släppas ut till recipienten, med stora föroreningsproblem i sjöar och vattendrag som följd (Stahre, P., 2004).

Under den intensiva utbyggnadsperioden för bostäder under 1960– och 1970-talet följde även en kraftig utbyggnad av vatten- och avloppssystemet (Svenskt Vatten AB, 2007). Ett så kallat duplikatsystem, ett ledningssystem med skilda ledningar för avlopps- och dagvatten började byggas på 1960-talet (Stahre, P., 2004) och ledde avloppsvatten till reningsverket medan dagvattnet fördes direkt ut till recipienten utan någon direkt rening. Detta system var inte helt problemfritt. Föroreningar från olika avrinningsytor kunde leda till höga gifthalter i samband med kraftig nederbörd (Göransson, C., 1994). Att dagvattnet betraktades som rent bidrog också till att dagvattenhanteringen inriktades på snabb avledning direkt till recipienten (Norrköping kommun, 1999). I framförallt äldre städer finns det kombinerade

ledningssystemet i viss mån kvar. Detta är problematiskt vid kraftig nederbörd då avrinning från hårdgjorda ytor kan leda till att avloppsvatten trycks upp i källarutrymmen och obehandlat avloppsvatten släpps ut till sjöar och vattendrag (Stahre, P., 2004).

På 1970-talet uppstod intresset för öppen dagvattenhantering (Lönngren, G., 2001) och under 1990-talet infördes begreppet *hållbar utveckling* och därmed kom också begreppet *hållbar dagvattenhantering*. Det blev en övergång från det traditionella synsättet på dagvattnet som ett problem till att se det som en positiv resurs i stadslandskapet (Stahre, P., 2008). Under senare år har en ny och bredare syn på dagvattenhanteringen växt fram, då det är nödvändigt att hitta alternativa lösningar då de traditionella metoderna har visat sig innebära höga kostnader, tekniska problem och stor miljöpåverkan (Norrköping kommun, 1999).

1.1.5 Långsiktigt hållbar dagvattenhantering

Ett undermåligt va-system kan i städer leda till vattenbrist, översvämningar och problem med att uppfylla god dricksvattenstatus (Boverket, 2010a). Människans sätt att leva är på lång sikt ohållbart, mycket på grund av det förändrade klimatet (Ullstad, E., 2008). Det som har gällt i hundra år är inte riktlinjer som vi idag kan leva efter. Idag står vi inför smältande glaciärer, intensivare och längre regnfall och hårdare stormar som trycker upp vattnet i staden. Detta är några av de nya utmaningarna i dagens stadsplanering (Ullstad, E., 2008).

Att betrakta dagvatten som avloppsvatten är ett förlegat synsätt från förr då dagvatten och avloppsvatten transporterades i samma ledning. Vi behöver sikta på att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Istället för att se dagvattnet som ett problem som man så snabbt som möjligt behöver leda bort, kan vi se det som en tillgång som kan skapa positiva mervärden till stadsbilden (Hedberg, T., et al., 2004).

Det finns en överhängande risk att kapaciteten för att rena vattnet inte kommer att räcka till (Boverket, 2010b). Ökningen av hårdgjorda ytor i urbana miljöer leder till kraftigare vattenflöden vilket är problematiskt i stadssammanhang (Junestedt, C. et al., 2007). Mark som är belagd med en icke genomsläpplig yta kan generera en upp till 10 gånger större mängd vattenavrinning än vad grönytor gör (Stahre, P., 2004).

Den fysiska planeringen ses som ett viktigt verktyg för att minska klimatförändringarna men också för att anpassa samhället till ett förändrat klimat (Boverket, 2010b). Att byta ut alla befintliga system skulle vara väldigt kostsamt och är inte tekniskt rimligt (Hall, K. 2011). Lösningen på problemet är inte grövre rör utan bättre planering och mer grönska (Forsman, B., 2010). Genom att utforma dagvattenhanteringen med mer öppna system, så kallade långsiktigt hållbara dagvattenlösningar, kan förutsättningar skapas för att möta klimatförändringarna (Svenskt Vatten AB, 2007).

Definitionen *hållbar dagvattenhantering* innefattar omhändertagande, fördröjning och magasinering av dagvatten i helt eller delvis öppna system. Dessa lösningar har som syfte att efterlikna naturens eget sätt att ta hand om nederbördsvattnet genom t.ex. infiltration, perkolation, ytavrinning, trög avledning i öppna system samt fördröjning i dammar och

våtmarker. Andra benämningar som vanligtvis förekommer i samband med begreppet är öppen -, ekologisk-, lokal -, alternativ- och dagvattenhantering (Stahre, P., 2004). I en hållbar dagvattenhantering tas vattnet omhand där det faller och flödestopparna till recipienterna jämnas ut och föroreningsbelastningen minskar (Hall, K. 2011).

Ekologiska system är inte nödvändigtvis mer hållbara än ledningar, anser Stahre (2004) och påpekar att det inte finns någon anledning till att göra sig av med fungerande system. Men i takt med att äldre ledningar behöver bytas ut kan nya ovanjordiska system anläggas. En kombination mellan ledningar och ekologiska metoder är ibland det bästa alternativet (P., Stahre, 2004).

Det är nödvändigt att i stadsplanering tänka på att viktig infrastruktur och byggnader inte skadas vid de kraftigaste flödena (Hall, K. 2011). I stenstäder är det viktigt att planera för fördröjningsytor och översvämningssytor (Ullstad, E., 2008). I områden där lokal infiltration inte är möjlig bör vattnet avledas till nedströms belägna infiltrationsytor, svackdiken m.m. (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Nya områden ska höjdsättas och planeras så att bebyggelse kan klara i princip vilka flödestoppas som helst. Vid överbelastning av va-systemen ska vattenflöden styras mot mindre känsliga områden eller avledas ytligt på ett mer säkert sätt (Svenskt Vatten AB, 2007). Vi kan dock inte komma ifrån att vattnet tar upp föroreningar på sin väg från tak av olika material, parkeringsplatser och vägar till recipienten. Vatten som kommer från trafikerade ytor ska inte blandas med mindre förorenat vatten och måste ofta behandlas innan det kan rinna ut i vattendrag (Hedberg, T., et al., 2004).

1.1.6 Aspekter i en hållbar dagvattenhantering

I ett hållbart stadsbyggande hanteras vattnet som en resurs och ett viktigt element i miljön (Ullstad, E., 2008). Förr handlade dagvattenhanteringen bara om kvantitet men idag är också kvalitet och formgivning viktigt (Svenskt Vatten AB, 2011a). Öppna dagvattensystem skapar direktkontakt med vatten och natur, vilket är ovanligt i städer, och dagvattnet bidrar till en vacker och inspirerande stadsmiljö i ett synligt naturligt kretslopp (Beatley, T., 2005). Det finns förstås negativa aspekter i en öppen dagvattenhantering. Ofta kräver de mer skötsel och underhåll än det traditionella VA -systemet och är i regel mer platskrävande.

Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD, är mycket viktigt (Stahre, P., 2004). Det faller i snitt 650 millimeter nederbörd över Stockholm varje år och det betyder 650 liter vatten per kvadratmeter. Villaägare, fastighetsförvaltare, byggare och stadsplanerare bör skapa förutsättningar för och ta hand om sitt eget regnvatten. LOD kan bidra till ett naturligare kretslopp, mindre föroreningar till vattenmiljön och mindre belastning på ledningar och reningsverk. LOD ska vara en självklar del vid planering av ny bebyggelse men även i befintlig bebyggelse kan man med små medel ta hand om en betydligt större del av dagvattnet. (Krögerström, L., 2010).

Det är viktigt att planera helhetsorienterat när det gäller både vatten och grönstruktur för att kunna uppnå en balans vid ökad nederbörd i städer och tätorter. Planeringsunderlag för t.ex. VA-planering, naturvård och grönstruktur måste vägas samman för att anpassa städer och tätorter efter det förändrade klimatet. Det finns många positiva följd effekter av en strategiskt planerad vatten- och grönstruktur. Några av dem är t.ex. anpassning till förändrat klimat och begränsning av utsläppen, översvämningsförebyggande åtgärder och vattenförvaltning, ökad hälsa och välmående, ökade mark- och fastighetsvärden och minskade kostnader i offentlig och privat sektor (Boverket, 2010a).

1.1.7 Vattnets betydelse i stadsmiljö

Vatten är ett viktigt element i vår omgivning som väcker intresse, estetiskt behag och framkallar känsloreaktioner (Ulrich, R.S., 1983), både positiva och negativa. I en tät exploaterad stadsmiljö ger vattnet med sina ljud, glitter, blänk och reflektioner liv i stadsbilden och kan öka upplevelsen av lugn och harmoni (Kruuse, A. & Widarsson, L-E., 2005). Det ger upphov till olika ljud som plaskande, porlande, kluckande, sipprande, brusande, skvalpande, droppande och skvättande (Nikolajew, M., 2008).

Vatten ger ljus och ständigt skiftande vyer och det är därför attraktivt och populärt att bygga nära vatten. Stadsbyggandet har många gånger fokuserats på att öppna sina finaste rum mot vatten och det blir allt vanligare att gamla nedsmutsade industri- och trafikområden som ligger vid vatten byggs om till attraktiva och centrala stadsdelar. Några exempel på sådana områden är Hammarby sjöstad i Stockholm, Västra hamnen i Malmö och Norra Älvstranden i Göteborg. Dessa områden har sanerats, byggts om och gjorts tillgängliga för stadens invånare (Ullstad, E., 2008).

Begreppet vatten är inte och har inte alltid varit positivt. Under Medeltiden kastades avfall direkt ut på gatan och därför ansågs vatten vara något som bara bar med sig smittor och sjukdomar. Ända in på 1600- och 1700-talet tvättade sig inte människor i vatten, utan dränkte sig i parfym för att dölja den värsta stanken. Inte förrän i början av 1800-talet ändrades synen på vatten och människor började tvätta sig regelbundet (Mälarenergi, 2012). Orden sumpmark och vattensjuk mark är vattenförknippade ord som har en negativ klang och innebär mark med ett högt grundvattenstånd där det inte går att bedriva ett produktivt skogs- eller jordbruk.

Även idag förknippas vatten i många sammanhang med något negativt. Vid översvämnningar kan det ske inläckage av smittämnen i dricks- och utomhusbadvatten (Miljödepartementet, 2007). Många är rädda för att få fuktskador på sitt hus eller översvämnning i källarutrymmet och därför är det inte många som väljer att ta hand om dagvatten på sin egen tomt. Jag tror att det är okunskap, förutom kostnader för att förstärka befintliga fastigheters takkonstruktioner, som ligger till grund för att inte fler fastighetsägare väljer att ha t.ex. grönt tak, dvs. växtbeklätt tak. Det finns en utbredd oro för att få fuktskador om vatten fördröjs på taket.

1.2 Avgränsning

Tematiskt avgränsas rapporten till att handla om aktuella, småskaliga och öppna eller delvis öppna dagvattenlösningar i stadsmiljö. Jag har valt denna avgränsning eftersom det är i stadsmiljöer som dagvatten uppstår och dessa lösningar kan göra en enorm förbättring. Jag kommer att ge en översiktlig beskrivning av de olika lösningar som utförs idag, men jag kommer endast att fördjupa mig i de småskaliga lösningar som, förutom att ta hand om dagvatten på ett hållbart sätt, även kan ge flera positiva upplevelsevärden till stadens rum och därför bidrar till att öka livskvaliteten för människor som vistas i staden. Exempel på sådana lösningar är *gröna tak*, *svackdiken* och *mindre dammar* med doftande växter, vatten i rörelse som ger ifrån sig behagliga ljud och ditlockade fåglar och insekter. Jag kommer att fokusera på upplevelsevärdena och inte på de tekniska detaljerna.

För att vidga perspektivet på olika dagvattenlösningar så kommer jag att, förutom att studera svenska exempel, även studera exempel från Nederländerna och USA där utvecklingen av dagvattenhantering har kommit längre än i Sverige.

1.3 Förklaring av begrepp

Nedan följer en förklaring av återkommande begrepp i rapporten.

Naturvatten: Vattenmiljöer där strukturer, processer och vattenkvalitet är obetydligt påverkade av människan (Världsnaturfonden WWF, 2006)

Dagvatten: ”Dagvatten är regnvatten, smältvatten och spolvatten som rinner av från exempelvis vägar och hustak, och som via diken eller ledningar rinner ut i sjöar, vattendrag eller leds till avloppsreningsverken” (Stockholm Vatten, 2010)

Nederbörd: Vatten som i olika form (flytande vatten, snö eller is) faller ner på jorden från atmosfären

Nederbördsvatten: Vatten som uppstår från nederbörd, dvs. regnvatten och smält snö/is

Hållbar utveckling: Hållbar utveckling innebär en helhetssyn på samhällets behov, förutsättningar och problem, både nationellt och globalt. Det är viktigt att vi människor lever på ett hållbart sätt som ger våra barn och våra framtida generationer möjlighet till ett gott liv.

VA-system: Traditionellt underjordiskt vatten- och avloppssystem

Fördröjning: Dagvattnet uppehålls och infiltrerar ev. delvis istället för att snabbt rinna av på ytan

Infiltration: Den process då nederbördsvatten tränger ner i marken istället för att rinna av på ytan

Perkolation: Sker i marken då infiltrerat vatten från nederbörden rör sig nedåt i marken mot grundvattnet

Ytavrinning: Vatten som efter nederbörd inte infiltreras utan rinner på markytan

Trög avledning: När dagvatten långsamt leds vidare från ett avrinningsområde

Öppna dagvattensystem: Dagvattenlösningar där vattnet är synligt

Recipienten: Den slutliga mottagaren av dagvattnet och av andra sorters vatten

Magasinera: Att tillfälligt förvara dagvatten

Växtbäddar: Utrymme fyllt med t.ex. jord eller annat material som är tillgängligt för vegetationsrötter

Adsorption: Ett ämne fastnar på ytan

2 METOD

Min huvudmetod har varit att genomföra litteraturstudier i böcker, rapporter, publikationer och artiklar. Även officiella hemsidor, databaser och bibliotekskataloger har varit till stor hjälp. De vanligaste sökorden jag använt när jag sökt efter information är *dagvattenhantering*, *hållbar utveckling*, *klimateförändring*, *dagvatten*, *hållbar dagvattenhantering*, *öppen dagvattenhantering*, *dagvattenanläggning* och *underhåll av öppna dagvattenanläggningar*.

I april 2011 deltog jag i en nationell konferens om vatten, avlopp och kretslopp som arrangerades av Avloppsguiden och Dagvattenguiden. ”Avloppsguiden är en nationell kunskapsbank om enskilda avlopp med information riktad till fastighetsägare, kommunala tjänstemän, entreprenörer och intresserad allmänhet” (Avloppsguiden, 2011).

”Dagvattenguiden är en samlingsplats för kunskap och information om dagvatten och dagvattenhantering” (Dagvattenguiden, 2012). På konferensen lärde jag mig mycket om dagvatten. Jag fick dessutom kontakter som är yrkesverksamma både i planerings- och anläggningsskedet inom ämnet.

Jag har under arbetets gång pratat mycket med yrkesverksamma landskapsarkitekter och VA-ingenjörer inom ämnet för att få mer kunskap och förståelse för dagvattenhantering. Flera samtal har varit spontana och utan bestämda frågor medan andra har skett genom att jag ringt och ställt en förbestämd fråga.

De som jag pratat med är bl.a. Daniel Stråe som är dagvattenexpert på WRS Uppsala AB, Hans Bäckman som är doktor i avlopp på Svenkt Vatten och Anna Pettersson Skog som är hortonom på Sweco och expert på växtbäddar. Frågor som jag ställde till dem är till exempel:

-Vilka metoder finns för hållbar dagvattenhantering?

-Nackdelar/fördelar med dessa lösningar?

-I vilken utsträckning används egentligen de kunskaper som finns idag? Hur ska vi gå till väga för att använda dessa hållbara metoder i större utsträckning?

I en tabell har jag spaltat upp lösningarna för att på ett pedagogiskt sätt ge läsaren information om varje enskild lösning utifrån olika kriterier. Där ska det vara lätt att jämföra lösningarna med varandra och göra sitt val efter vilka krav och förutsättningar som finns.

De lösningar som jag beskrivit mer utförligt har jag valt ut genom att jämföra dem med varandra i tabellen och välja de som ger flest positiva upplevelser utifrån vad man upplever med synen, hörseln och luktsinnet.

2.1 Källor

En källa som jag använt mig särskilt mycket av är *En långsiktigt hållbar dagvattenhanteringsplanering och exempel* som Peter Stahre skrev 2004. Peter Stahre arbetade på VA-verket i Malmö, numera VA SYD, och han var en stor auktoritet inom dagvattenområdet i Sverige och i hela världen. Hållbar dagvattenhantering var hans signum och under hans ledning omvandlades Malmö stads avloppsnät till ett mer hållbart avloppsnät med inslag av öppna dagvattenlösningar (VA SYD, 2010). Många av de dagvattenlösningar som jag skriver om finns att läsa om i hans litteratur.

3 LÅNGSIKTIGT HÅLLBARA LÖSNINGAR

3.1 Lokalt omhändertagande av dagvatten

Lokalt omhändertagande av dagvatten innebär att dagvattnet i så stor mån som möjligt hanteras på platsen där det uppstår utan att skickas iväg via ledningar till det allmänna avloppsnätet, sjöar eller vattendrag (Persson, B. et al., 1990). Enligt Stahre kan LOD definieras: ”*Lokalt omhändertagande av dagvatten används som samlande benämning på olika åtgärder för att minska eller fördröja dagvattenavrinningen från fastighets- eller kvartersmark innan vattnet tillförs det allmänna dagvattensystemet*” (Stahre, P., 2004, s. 23).

I en hårt exploaterad stad är det ofta brist på större ytor där dagvattnet kan fördröjas. Det är därför viktigt att lägga fokus på småskalig dagvattenhantering där dagvattnet tas om hand så tidigt som möjligt i systemet. Om avrinningen av dagvatten från varje enskild tomt minskade skulle det innebära en stor avlastning på va-systemet (Stahre, P., 2004).

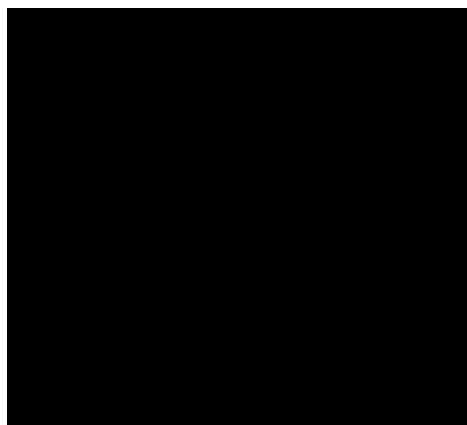
Vattenflödena i en kommun kan minska genom att som tomtägare undvika att hårdgöra sin mark och istället plantera träd och växter och anlägga gröna tak som kan ta emot vattnet. Dagvattnet tas omhand direkt vid källan och vid normalregn kan LOD fördröja vattenflödet och belastningen på det kommunala VA-systemet. Det innebär utöver fördröjning även rening, infiltrering och transpiration av dagvatten på kvartersmark. Oftast är det nödvändigt att kombinera LOD med det traditionella va-systemet. Vid extremt höga vattenflöden kan vatten som avleds i svackdiken behöva avledas till en tillfällig översvämningsszon som exempelvis kan vara en fotbollsplan (Svenskt Vatten AB, 2011a).

LOD har ibland misstolkats som att allt regnvatten ska tas om hand lokalt med infiltration och att det därför inte behövs något dagvattensystem inom området. LOD bygger på att fördröja avrinningen och mer likna naturens förlopp. Den andel av dagvatten som kan infiltreras i marken varierar beroende på de geohydrologiska förhållandena. I områden med exempelvis

lera blir infiltrationen mycket liten men fördröjning kan åstadkommas med hjälp av exempelvis naturliga eller anlagda infiltrations- eller översilningsytor, ytliga magasin och avvattningsstråk. I områden med genomsläppligt markmaterial blir infiltrationsandelen större förutsatt att grundvattenytan ligger på en betryggande nivå under markytan (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Fördelar med LOD (Stråe, D., 2011)

- Minskad risk för källaröversvämningar, fuktskador eller läckage i byggnader
- Mindre risk för oplanerade vattenansamlingar och halka
- Minimala utsläpp av föroreningar via dagvattnet
- Så naturlig vattenrörelse/-balans som möjligt
- Effektivt marknyttjande
- Billigare än att dra ledningar
- Vattnet kan användas för bevattning av stadsträd



Exempel på lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD, på privat mark. Foto: Ulf Thysell. Källa: Svenskt Vatten AB, 2007, s. 16.

Nackdelar med LOD (Stråe, D., 2012¹)

- LOD-lösningar är inte lika storslagna som t.ex. en vattenpark
- Ofta platskrävande
- Om de inte får ta mycket plats behövs ofta mer komplicerade och dyrare lösningar under mark
- Lösningarna är ofta utspridda på många ställen

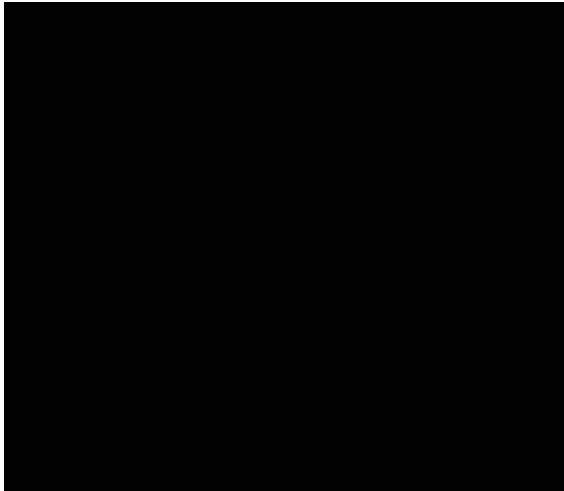
3.2 Mångfunktionella ytor

Eftersom våra städer förtätas mer och mer är det viktigt att utnyttja de öppna ytor som finns på bästa sätt. Det är viktigt att vi arbetar med den befintliga bebyggelsen, mellanrum och vatten- och grönstrukturer. *Mångfunktionella ytor* uppfyller många olika syften, till exempel en yta som fungerar både som sportplan och översvämningssyta för dagvatten. Vattendrag, dammar, träd och grönområden kan vid strategisk placering både fungera som luftförbättrare och temperatursänkare i staden samtidigt som de kan hantera ökande vattenmängder. Dessa ytor tillsammans med gröna tak, vegetationsklädda husväggar, gatuträd, torg, fickparker, översilningsytor, infiltrationsbäddar och annan fördröjning av vatten fungerar som

¹ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

mångfunktionella ytor. Förutom att ta hand om dagvatten bidrar dessa ytor till människors hälsa och välbefinnande, sänker temperaturen både inomhus och utomhus under sommaren, skyddar från skadligt UV-ljus genom att bidra till skuggande miljöer, bidrar till sociala mötesplatser i staden och utemiljöer för rekreation och vila och stödjer bevarandet av biologisk mångfald i staden (Boverket, 2010b).

En mångfunktionell damm kan dränera jordbruksmark, rena dagvatten från befintlig bebyggelse, fungera som bevattningsdamm, utjämna flödestoppar, öka inslaget av vatten i landskapet och erbjuda rekreativsmöjligheter (Boverket, 2010b).



*Torg med vatten som lockar till lek.
Nottingham. Bild: John Flinn. Källa:
Boverket, 2010b, s. 25.*

3.3 Exempel på hållbara dagvattenlösningar

Nedan följer exempel på öppna eller delvis öppna dagvattenlösningar som är långsiktigt hållbara. Dessa lösningar är:

- Växtbäddar och trädplanteringar
- Gröna tak
- Dammar
- Svackdiken
- Kanaler
- Fördröjningsmagasin
- Genomsläppliga beläggningar
- Infiltration av takvatten på gräsytor
- Uppsamling av takvatten
- Infiltration i perkolationsmagasin
- Bäckar och diken
- Översvämningsytor
- Torra dammar och översilningsytor
- Stora fördröjningsdammar
- Våtmarker

3.3.1 Växtbäddar och trädplanteringar

Växter kan vara till stor nytta när det gäller dagvatten. De kan fördröja häftig avrinning, förbruka en del av dagvattnet genom transpiration och delvis rena dagvattnet (Persson, B., et al., 1990). Utjämning av flödestoppar samt minskad risk för erosion kan åstadkommas genom att använda rätt växttyper och infiltrationen i marken kan förbättras betydligt genom vegetation med djupgående rötter (Stahre, P., 2004).

Högt gräs är den bästa typen av växtlighet vid dagvattenhantering eftersom det har hög avdunstning och inte kräver någon avancerad skötsel (Persson, B., et al., 1990). Gröna tak består dock vanligtvis av en blandning av växter som tål längre perioder av torka, exempelvis fetblad- och fetknoppsväxter (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004). Vattenväxter ökar avdunstningen och minskar flödes hastigheten. Växternas rötter bildar till ett tredimensionellt armeringsnät som minskar risken för erosion av slänter, bäckfåror samt stränder. Växter bidrar till en ökad möjlighet för infiltration, då växternas rötter håller kanaler öppna ner i marken (Stahre, P., 2004).

I dagvattenanläggningar har växter en stor estetisk funktion. Öppna dagvattenytor i kombination med färgrika blommande växter upplevs som estetiskt berikande. Ytor med mycket lågvuxen vegetation inbjuder till lek för barn (grunda stränder med hoppstenar och spänger) medan hög, tät vegetation fungerar som en barriär. Växter ökar den biologiska mångfalden genom att skapa livsutrymme för insekter, fåglar, smådjur och andra växter (Svenskt Vatten AB, 2011a).

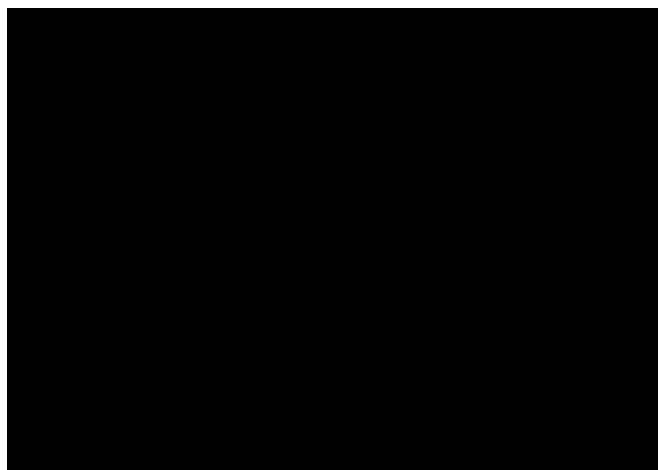


Foto: Sofia Eskilsdotter. Källa: Engberg, R. et al., 2010, s. 1

Växtvalet i dagvattenhanteringen varierar beroende på vilken funktion och utformning man är ute efter i den specifika anläggningen. För att nå önskade resultat är det nödvändigt att rätt växter används på rätt plats samt rätt förutsättningar skapas för att växterna ska kunna etableras och utvecklas arttypiskt (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Träd binder stora mängder vatten vid nederbörd (Boverket, 2010a). Trädkronor och lövverk fångar upp och fördröjer regnvattnets väg ner till marken (Svenskt Vatten AB, 2011a). Uppmätt data från en fullvuxen lind i Malmö sommaren 2006, med en krondiameter på cirka 14 meter, förbrukade cirka 670 liter vatten per dag under juli månad (Embrén, B., et al., 2009). Trädplanteringar är därför ett kostnadseffektivt sätt att hantera dagvatten, samtidigt som de skapar andra mervärden (Boverket, 2010a).

Olika typer av växter och vegetationstyper kan användas i våtmarker eller i dammar för en renande funktion. Dessa kan bidra till ökad sedimentation av partiklar, tungmetaller m.m.,

filtrering av partikulära föroreningar, adsorption av vissa ämnen, stor aktiv yta för bakteriella processer och upptag av närsalter via rötter och bladverk och ökad syrehalt dagtid (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Vegetation bidrar till att reglera temperatur och rena luft (Forsman, B., 2010). Städernas växtmiljöer kan i många fall ta hand om och fördröja delar av dagvattnet från hårdgjorda ytor och därigenom minska trycket på det befintliga va-systemet. Vattnet bidrar dessutom till att förbättra trädens livsmiljö vilket bl.a. minskar riskerna för rotinträngning i avloppsledningar. Det är dock inte helt riskfritt att leda dagvatten till stadens växtbäddar. Jorden måste ha en god dränerande förmåga och allt överskottsvatten måste kunna ledas bort ur växtbädden så att inte växterna kvävs då luftporerna vattenfylls (Embrén, B., et al., 2009).

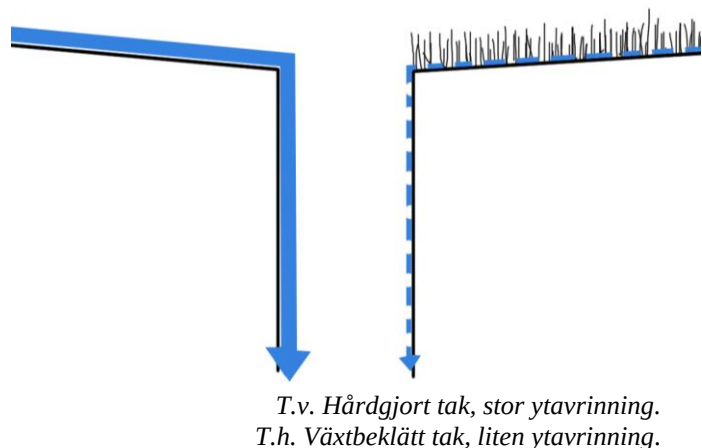
Fördelar: Bidrar till biologisk mångfald, minskad risk för erosion genom att de fungerar som armering, växternas rötter håller kanaler öppna ner i marken och förbättrar infiltrationsförmågan i marken, attraktivt inslag i boendemiljön, förbättrar luftkvaliteten, dämpar trafikbuller, reglerar temperatur, renande funktion av vatten, kostnadseffektivt sätt att hantera dagvatten, fasadvegetation kan skydda mot klotter.

Nackdelar: Kräver mycket skötsel för att hålla god status och god planering krävs för att behållas attraktivt året om, bevattning krävs vid torra perioder.

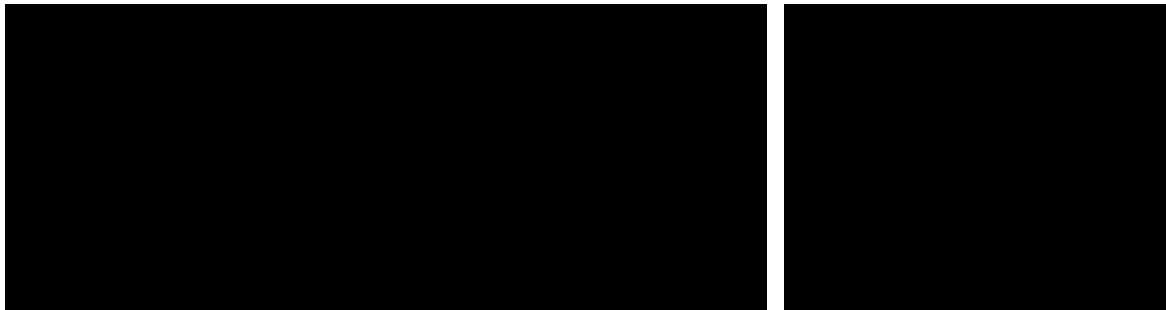
3.3.2 Gröna tak

40-50% av de hårdgjorda ytorna i staden utgörs av tak. Gröna tak innebär att man anordnar ett tunt vegetationstäck över takkonstruktionen på såväl befintliga som nya byggnader. Detta vegetationstäck kan hålla kvar en stor del av dagvattnet samtidigt som det gör taket mer attraktivt för människor att titta på. När vatten faller på en vegetationsyta tas det upp i växterna och genom evapotranspiration, dvs. avdunstning, återförs sedan vattnet till atmosfären. Vanligtvis består vegetationen av en blandning av växter som tål längre perioder av torka, exempelvis fetblad- och fetknoppsväxter. Inblandning av olika torktåliga mossarter är även bra för den vattenhållande effekten (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004).

Lagringskapaciteten i ett grönt tak varierar med årstid, djup, fukthalten i underlaget, antalet och typ av lager som används i konstruktionen, vinkel på taklutningen, växtmaterialets fysiska egenskaper, vilken typ av växter som ingår i växttak och regnintensiteten. Långtidsmätningar på vattenavrinningen från gröna tak visar att alla mindre regn i stort sett helt tas upp av vegetationstäck (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004).



Gröna tak kan magasinera upp till 75 procent av årsavrinningen. Även för grustäckta tak uppnås en fördröjningsfunktion beroende på grustäckets djup. Hårdgjorda tak utan vegetationstäckning minskar årsavrinningen i genomsnitt med 20 procent, beroende på fuktning av takytan och avdunstning (Svenskt Vatten AB, 2011a).



T.v.: Gröna tak i Toronto, USA. Källa: Armstrong, M., 2011. T.h.: Aulabyggnad vid Linnéuniversitetet i Växjö. Källa: Vegtech, 2011.

Stora gröna tak kan även förbättra kvaliteten på det vatten som rinner av genom att föroreningar tas upp och bryts ner av växterna eller fastnar uppe på taket (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004). Vegetationsmattan tar upp stoft och troligtvis en stor del av partiklarna i regnet. Partiklar som tvättats ur luften kan fastläggas i vegetationen (Larm, T. et al., 1999). Mycket utav smutspartiklarna bryts ner av jorden (Stråe, D., 2012²) Forskning har visat att avrinning från gröna tak har högre pH-värde än det som rinner av från hårdgjorda tak. Det är bra ur miljösynpunkt då vi har stora problem i miljön med förurning, dvs. låga pH-värden (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004).

Värmeinstrålningen i byggnader minskar sommartid med gröna tak och utstrålningen minskar på vintern vilket är positivt kostnadsmässigt för värme respektive kyla. I och med mattans skyddande effekt har taket längre livslängd än ett normalt tak (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004).

Användningen av gröna tak har blivit allt vanligare de senaste åren. De kräver skötsel i form av bland annat gödsling, för att behålla sin karaktär och vattenhållande förmåga (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004).

Fördelar: Stor lagringskapacitet av dagvatten, bidrar till mer grönska och biologisk mångfald i staden, dämpar trafikbuller i stadsmiljö, pittoreskt, boendemiljö för djur, förbättrad vattenkvalitet, förbättrat inomhusklimat och minskade kostnader för värme/kyla inomhus.

Nackdelar: Mer skötsel än ett hårdgjort tak, vid torrperioder behövs manuell bevattning, viktigt att det blir rätt utfört för att undvika fuktskador, fungerar ej vid brantare lutning än 27° (Dunnet, N. & Kingsbury, N., 2004), risk finns för pölbildning och därmed ogräsbildning om det finns lågpunkter i mattan, denna typ av tak är oftast tyngre än ett hårdgjort tak, hög kostnad för takläggning, endast sedumtak är brandklassat.

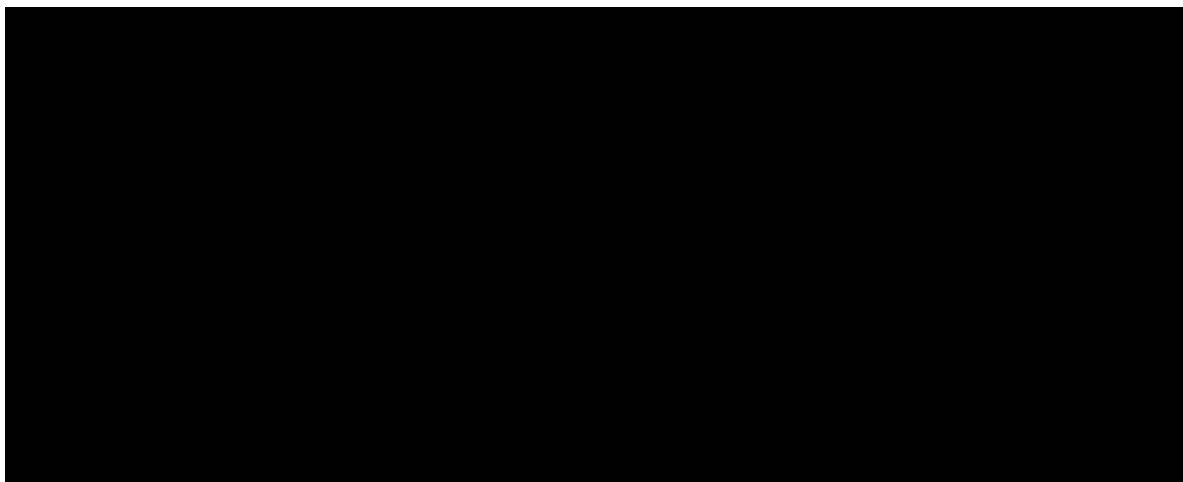
² Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

3.3.3 Dammar

Den vanligaste typen av anläggning för fördröjning är öppna dammar. En damm med permanent vattenspiegel i stadsmiljö eller i ett bostadsområde kan bromsa upp dagvattenavrinningen samtidigt som den kan bli ett attraktivt inslag i miljön (Stahre, P., 2004). Dessa används förutom för fördröjning även för rening (Svenskt Vatten AB, 2011a). I dammar och våtmarksområden sedimenterar slammet och växterna binder tungmetaller och organiska föroreningar (Ullstad, E., 2008).

Dagvattendammar bidrar till biologisk mångfald. Fåglar, insekter och andra djur lockas dit (Kruuse, A. & Widarsson, L-E., 2005). Innan dagvattendammar blev vanliga i miljön så fanns en stor oro för problem med myggkolonier i dammarna. Myggor lägger gärna sina ägg i skuggiga, stillastående och varma vatten. De kan förekomma även i dagvattendammar men ofta finns där andra djur som exempelvis fiskar och grodor, som äter äggen och håller nere antalet myggor (Lönngren, G., 2001).

Det är viktigt att kontrollera vattenkvaliteten så att inte alger kommer att täcka vattenytan eller att andra föroreningar gör dammen mindre attraktiv. Är förekomsten av alger stor i vattnet ger dammen ett negativt intryck samtidigt som vattnet kan bli illaluktande. Det är viktigt att omgivande slänter inte gödslas och att omsättningen av vattnet i dammen är god. Skuggande träd som håller temperaturen nere är bra då alger gynnas av hög temperatur. Genom att förse dammen med växter kan föroreningar bindas och näringsämnen som konkurrerar med algbloom tas upp (Svenskt Vatten AB, 2011a).



Damm i bostadsmiljö i Malmö. Källa: Stahre, P., 2008, s. 67.



Dammen bör ha en avlång form, där utlopp och inlopp placeras i kortändarna vilket medför god cirkulation och en lång uppehållstid för vattnet i dammen (Larm, T., 1994). Vattnet bör ha en omsättningstid på cirka ett dygn och syresättas genom att sättas i rörelse med hjälp av

en pump. För att säkerställa en permanent vattenspiegel i dammen kan sidorna och botten behöva tätas med en tät duk. För att inte dammen och dess jordvallar ska skadas vid större nederbörd än den som dammen är dimensionerad för, måste det finnas erosionstålga bräddavlopp i dammen. I anslutning till inloppet utformas dammen med en fördjupad del där sand och annat sedimenterbart material kommer att samlas. Det är viktigt att fordon kan ta sig fram till denna del för att transportera bort detta material och kunna tömma magasinet helt vid behov (Svenskt Vatten AB, 2011a).

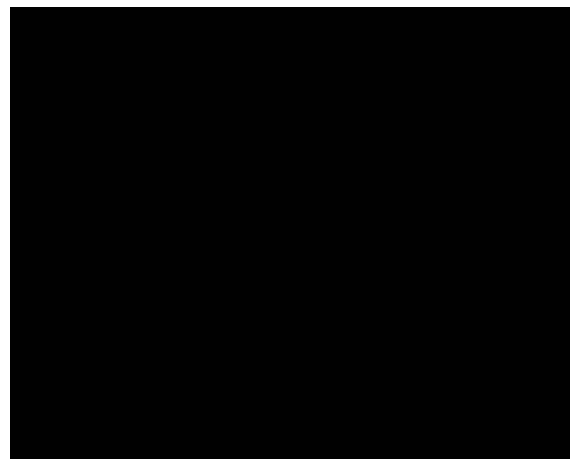
Den måste utformas så att det inte utgör någon olycksrisk. En djup damm kan t.ex. behöva räcken (Stahre, P., 2004).

Fördelar: Renar vatten, kan bli ett attraktivt inslag på en plats, bidrar till biologisk mångfald, kan utformas så att de ger olika estetiska uttryck, kan rymma stora volymer vatten, permanent vatten skapar ofta sociala mötesplatser.

Nackdelar: Kan ge ett mindre attraktivt intryck vid torra perioder, säkerhetsåtgärder som räcken kan dra ner det positiva intrycket, kräver regelbunden skötsel, risk för algbildning om det finns för lite växter i dammen, kan kräva en vattenpump för att få rotation på vattnet, långsiktigt behöver sediment avlägsnas och det är ofta en svår och dyr åtgärd (Stråe, D., 2012³).

3.3.4 Svackdiken

De enklaste och billigaste lösningarna för öppen dagvattenhantering för såväl fördröjning och infiltration är grunda diken med flacka sidor klädda med gräs eller annan vegetation. Dessa kallas *svackdiken* eller *infiltrationsveck* (Svenskt Vatten AB, 2011a). Gräsbeklädda svackdiken kan vara lämpliga för lokalt omhändertagande av dagvatten inom industrifastigheter, flerbostadsområden och andra större fastigheter. Dessa kan fungera som kombinerad infiltrationsyta och öppet avledningssystem och bör ha en svag lutning i vattnets flödesriktning. Ett vegetationsklätt flackt svackdike har som regel god magasineringsförmåga och är normalt torrlagt när det inte regnar. (Stahre, P., 2004).



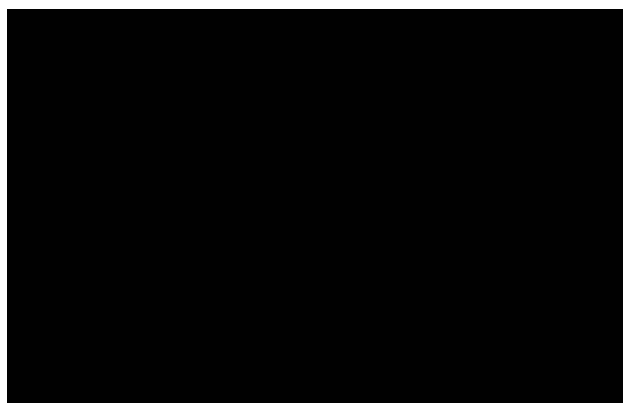
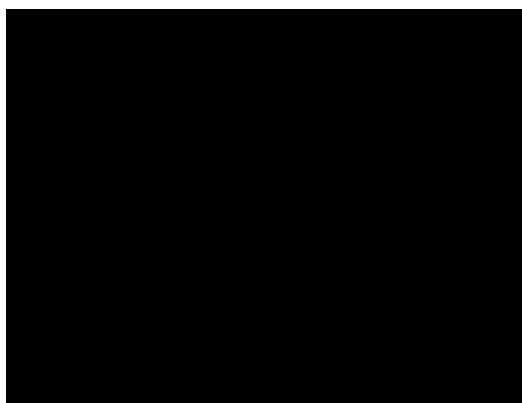
Svackdike i Malmö. Källa: Stahre, P. 2008, s.57.

Svackdiken leder till fördröjning och rening av dagvattnet samt ger ökad grundvattenbildning (Svenskt Vatten AB, 2011a). Dessa grönytor placeras så att vatten från utkastare från tak eller vägdagvatten hamnar här. Den här typen av diken kan med fördel även användas på parkeringsplatser. Körytan kan ha en svag lutning mot mittrefugerna som kan bestå av

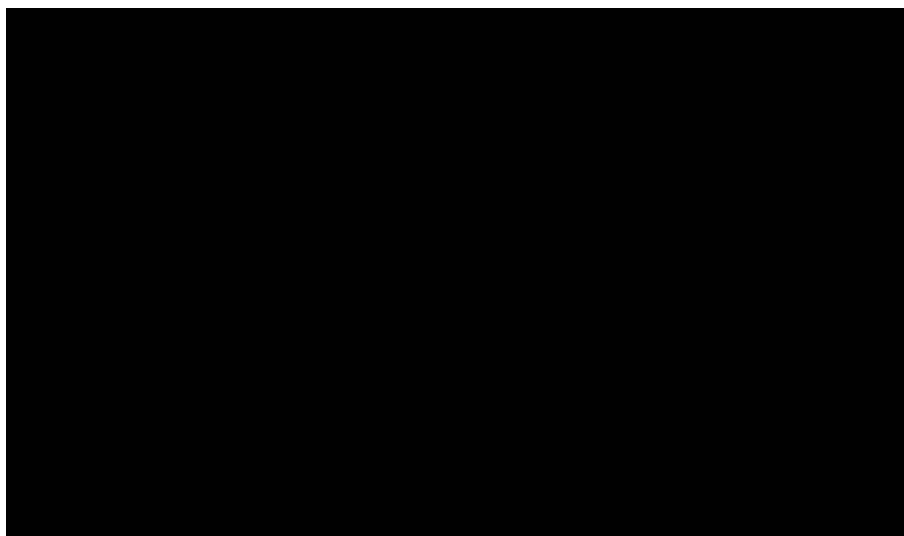
³ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

gräsbeklädda svackdiken och detta leder till fördröjning av dagvatten och bidrar till att vatten inte överbelastas. För att gräset ska kunna slå maskinellt bör sidolutningarna i svackdiken vara svaga. En kupolbrunn i lågpunkten av svackdiket kan leda eventuellt överskottsvatten till kommunens ledningsnät. Stenfyllning under svackdiken kan öka magasineringsskapaciteten. Vintertid kan dessa ytor användas som snöupplag (Stahre, P., 2004).

Om ett svackdike tillförs vatten från en ledning bör förstärkningsåtgärder i form av till exempel stenbeklädnad sättas in för att undvika erosion vid inloppet. Överskottsvatten i svackdiken kan ledas till det allmänna ledningsnätet via en kupolbrunn (Stahre, P., 2004).



Svackdiken i Portland, USA. Där kallas de "biodiken". Källa: Jurries, D. 2003, s 29



Stensatt svackdike på skolgård. Källa: Stahre, P., 2004, s. 33.

Svackdike på privat mark, Stockholm. Källa: Krögerström, L., 2010, s. 7.

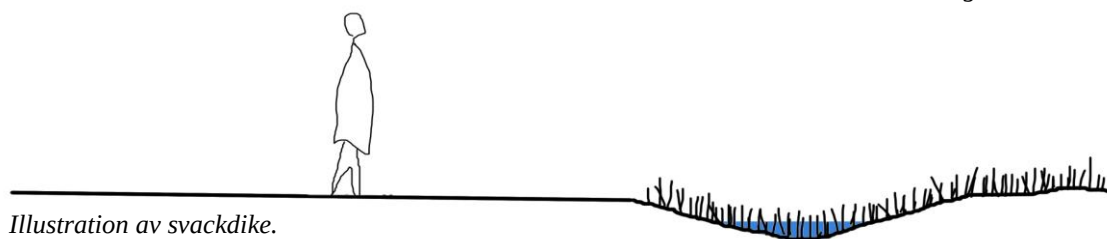
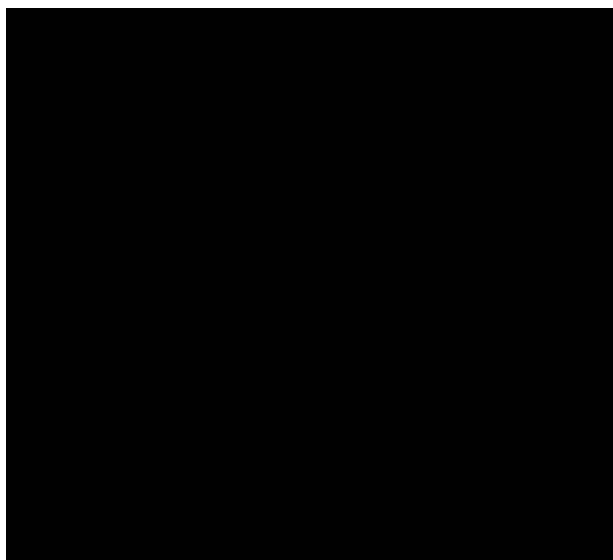


Illustration av svackdike.

3.3.5 Kanaler

Öppna dagvattenkanaler kan med fördel användas i stadsmiljöer där det ofta är platsbrist eller där det är svårt att anlägga gräsbeklädda avledningsytor. De kan fungera som fördröjningsmagasin för dagvattnet i samband med kraftig nederbörd samtidigt som det kan ge ett attraktivt inslag i omgivningen (Svenskt Vatten AB, 2011a). Regelbunden skötsel krävs dock för att de inte ska fyllas med papper och skräp som drar ner det positiva estetiska värdet.



Ett problem kan vara att bevara dagvattenkanalen som ett attraktivt inslag även i torra perioder då det är brist på vatten.

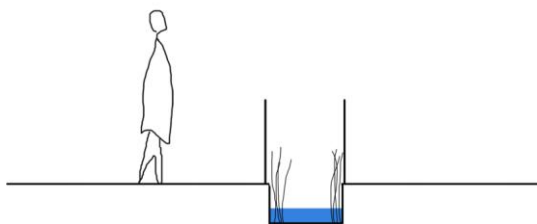
Dagvattenkanaler är ofta inte billigare än att anlägga ett traditionellt ledningssystem men topografiska förhållanden kan göra det nödvändigt med ett ytligt dagvattensystem. Kanaler kan tydligt visualisera miljömedvetenhet i ett bebyggelseområde. Staket och planteringar kan sättas in som skyddsåtgärder för att minimera olycksrisken (Stahre, P., 2004).

Dagvattenkanal i Augustenborg, Malmö. Många räckan kan ge ett rörigt intryck. Källa: Dagvattenstrategi för Malmö, 2008, s.49

Fördelar: Kan bli ett attraktivt inslag på en plats samt ge ett miljömedvetet intryck i ett bostadsområde.

Nackdelar: Skyddsräcken kan dra ner det positiva intrycket, kräver mycket skötsel och underhåll för att inte se skräpiga ut, svårt att behållas attraktiva vid torra perioder.

Illustration av dagvattenkanal.



3.3.6 Fördröjningsmagasin

Vid de fall då infiltrationen är dålig eller den infiltrerande markytan liten i förhållande till den sammanlagda avrinningsytan från hustak och asfalt, kan fördröjningsmagasin vara en lösning som hjälper till att utjämna höga flöden (Krögerström, L., 2010). Genom att skapa lokala försänkningar i hårdgjorda ytor, exempelvis torg och parkeringsytor, kan dagvattnet fördröjas. Ytorna ska förses med reglerade utlopp så att ytorna kan användas relativt snart efter nederbörd. Maximal dämningnivå måste anpassas till ytans funktion (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Fördröjningsmagasin kan utföras på många sätt och förutsättningarna på platsen får ofta styra utförandet. Magasinen anläggs på ytor som normalt används för andra ändamål i parker, som till exempel lek- och spelytor. De är lätta att anlägga och kan kombineras med annat användningsområde genom att magasinet inte ges någon permanent vattenspegel. En vattenyta kommer att bildas i samband med nederbörd och efter hand som nederbörden avtar töms magasinet på vatten. Slänterna görs flacka för att vara erosionståligena samt underlätta skötsel och ytan kan bekläddas med gräs. Det öppna fördröjningsmagasinet behöver dräneras efter vattenanvändning för att kunna brukas för aktiviteter. Dräneringen är även viktig för att jorden inte ska kompakteras (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Vid användning av fördröjningsmagasin på hårdgjord yta kan man inte räkna med någon egentlig reduktion av dagvattenflödet, dagvattnet fördröjs enbart.



Illustration av fördröjningsmagasin på hårdgjord yta. En sport- och lekyta kan användas som fördröjningsmagasin vid kraftig nederbörd.

Fördelar: Lätta att anlägga, kan ta hand om stora volymer vatten, ytor kan användas som vid torra perioder har en annan funktion, stadens ytor kan utnyttjas på ett platseffektivt sätt, dessa ytor kan bidra till hälsa och välbefinnande, bjuder in till barnlek.

Nackdelar: Viss skötsel i form av rengöring kan behövas efter att t.ex. en sport- och lekyta utnyttjats som fördröjningsmagasin.

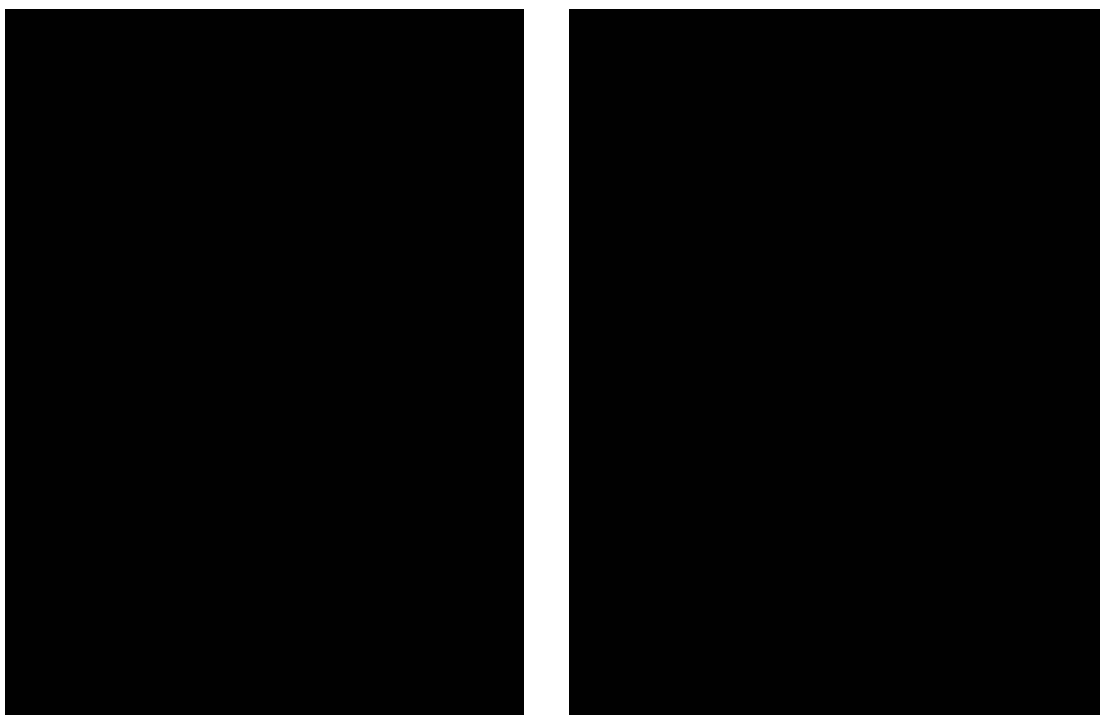
3.3.7 Genomsläppliga beläggningar

Genom att använda genomsläppliga beläggningar istället för täta, tillåts vattnet att infiltrera i marken. Exempel på sådana beläggningar är singel eller naturgrus, singel som stabiliserats med särskilda rasternät, natursten med genomsläppliga fogar, hålsten av betong och genomsläppliga asfaltbeläggningar (Stahre, P., 2004). Dessa beläggningar används vanligtvis på parkeringsplatser på fastighets- eller kvartersmark (Stahre, P., 2004).

Det enklaste sättet att åstadkomma en genomsläpplig beläggning är att inte hårdgöra den aktuella ytan. Grusytor möjliggör infiltration för dagvatten men kräver underhåll och är inte alltid tillgängliga för funktionshinder. Hårda ytor, som parkeringsplatser, gångar och mindre trafikerade vägar, kan istället för asfalt eller betong beläggas med genomsläppliga material. Detta är lämpligt där det är ont om ytor för infiltration av nederbörd. Infiltrationskapaciteten i dessa är dock svår att beräkna och på sikt kommer dessa ytor till viss del att sättas igen. Exempel på sådana ytor är hålad marksten och rasterytor som är försedda

med öppna hål eller fogar där dagvattnet har möjlighet att infiltrera ned till en vattengenomsläpplig dränerad överbyggnad (Stahre, P., 2004).

Det finns en mängd olika markmaterial som är genomsläppliga. Armerade beläggningar i form av plattor i betong eller plast gör det möjligt för dagvattnet att infiltrera ner i marken. Det ger dessutom en körbar yta och kan vara användbart på t.ex. parkeringsplatser och bostadsgårdar (Jansson, E. et al., 1992). Hålen kan fyllas upp med grus, makadam eller planteras med gräs eller annan vegetation. Om man planterar gräs eller annan växt i hålrummen är det viktigt att se till så att jorden inte når ända upp till överkanten på stenen utan ligger något lägre så att till exempel fordonshjul inte packar jorden. Om jorden blir packad så kan ingen infiltration ske (Svenskt Vatten AB, 2011a).



T.v. Rasteryta på parkeringsplats. T.h. Dagvattenränna belagd med gatsten.

Källa: Krögerström, L., 2010, s. 8.

Regelbundet underhåll krävs även för att ytan inte ska sättas igen av olja på exempelvis parkeringsplatser. Små markstenar, som t.ex. smågatsten är också bra för infiltration av dagvatten. Det är fogarna som har den infiltrerande faktorn och därför beror mängden dagvatten som kan infiltreras på hur breda dessa fogar är. Hållfastheten kan dock försämrats om fogarna är allt för breda (Jansson, E. et al., 1992).

Det finns också en permeabel asfalt som släpper igenom vatten (Svenskt Vatten AB, 2011a). Permeabel asfalt kan infiltrera vatten genom stora porer och det minskar risken för tjälskador (Lönngren, G., 2001). Dagvattnet transporteras ner genom asfaltlagret och fördröjs i ett makadamlager för att slutligen ledas bort med dräneringsrör till dagvattennätet (Larm, T. et al., 1999). De stora porerna gör dock att olja och partiklar fastnar där och gör till slut ytan lika ogenomtränglig som vanlig asfalt. Den är också känsligare för tryck i och med sin porositet. Permeabel asfalt har visat sig ha en livslängd på upp till 20 år (Stahre, P., 2004).

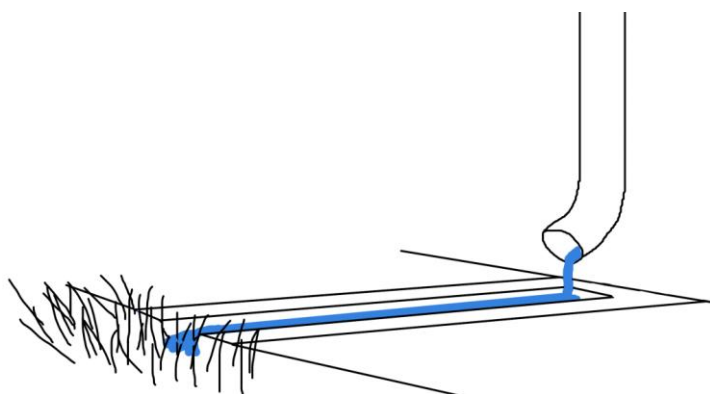
Fördelar: Kan bli ett attraktivt inslag på en plats, permeabel asfalt löper mindre risk för tjälskador än vanlig asfalt, brandväg som smälter in i övrig gräsyta kan anläggas med rasternät av plast som tål högt tryck.

Nackdelar: Hållrummen kan sättas igen av partiklar, några genomsläppliga ytor innebär begränsad tillgänglighet för rörelsehindrade t.ex. grus med stora fragment, kräver regelbunden skötsel, fogar kan sättas igen av t.ex. olja och partiklar, de flesta är känsliga för kompaktering vid högt tryck, t.ex. grus.

3.3.8 Infiltration av takvatten på gräsytor

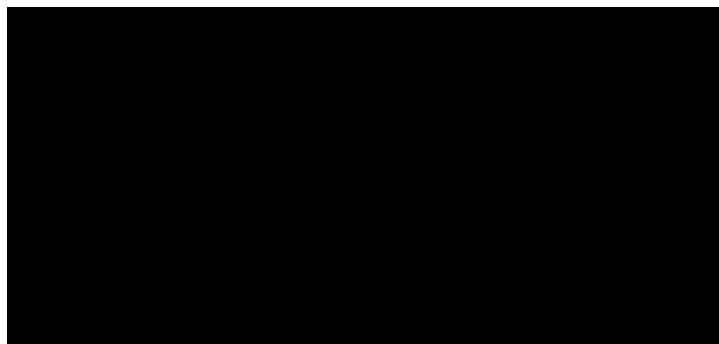
Avrinningen från hårdgjorda takytor sker mycket snabbt och avleds vanligtvis via hängrännor och stuprör till kommunens va-system. Genom att koppla bort stuprören från dagvattenssystemet och istället leda ut takvattnet över en gräsyta där det kan infiltreras, skapas en stor avlastning på kommunens dagvattenssystem. Takvattnet kan ledas ut över en gräsyta genom anordnande av så kallade stuprörsutkastare längst ner på stuprören. Från dessa leds vatten ut på en gräsyta för infiltration via en grund ”ränndal” av exempelvis betongsten eller natursten. Ränndalen måste ha en tillräcklig lutning ut från byggnaden för att undvika fuktskador på husgrunden. Infiltrationen får heller inte ske där det finns risk för att vattnet rinner ner mot en husvägg (Stahre, P., 2004).

Illustration av hur takdagvatten kan ledas ut till en gräsyta via en ränndal.



Fördelar: Kan bli ett attraktivt inslag på tomten, ett sätt för markägaren att få vatten till sin trädgård, tar liten plats.

Nackdelar: Liten risk för försumpning i delar av gräsmattan, misstag i anläggandet med lutning in mot byggnaden kan leda till fuktskador.



Takvatten infiltreras i marken på innergård i Hammarby sjöstad. Källa: Krögerström, L., 2010, s 5.

3.3.9 Uppsamling av takvatten

Takvatten kan återanvändas för t.ex. bevattning, wc-spolning och brandsläckning. Det avrinnande vattnet från framför allt takytor på privat mark kan samlas upp i särskilda vattentankar. En underjordisk tank för uppsamlande av takdagvatten kan användas för t.ex. wc-spolning förutsatt att vattnet först skiljs från löv och andra större partiklar.

Regnvattentunnor är ett enkelt sätt att samla upp vatten från stuprör. Det är viktigt att överskottsvattnet som inte får plats i vattentanken vid kraftig nederbörd kan bräddas och ledas undan (Stahre, P., 2004).

Fördelar: Mindre kranvatten går åt till WC-spolning, takdagvattnet kan användas vid bevattning av vegetation.

Nackdelar: Vattentunnan måste tömmas när den är full.

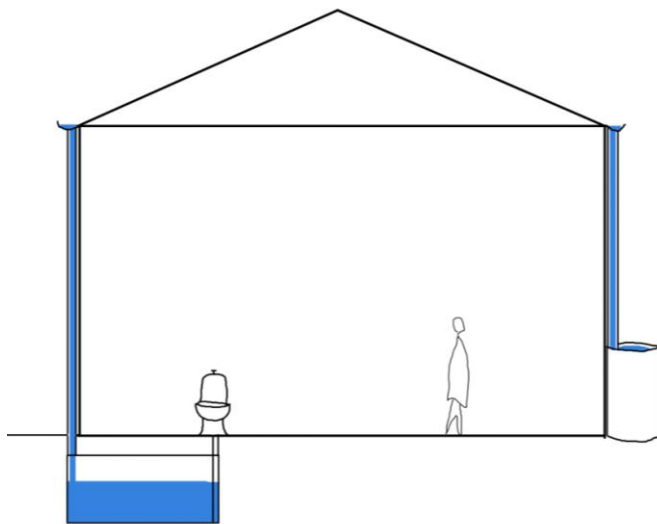


Illustration av vattentank och vattentunna.

3.3.10 Perkulationsmagasin

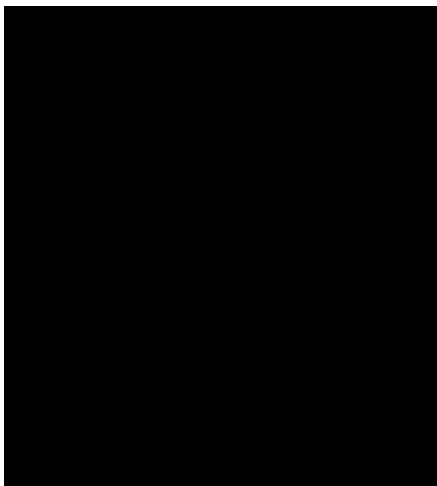
Ett bra alternativ som kräver litet utrymme och som är lämpligt då det inte finns någon vegetationsklädd infiltrationsyta är ett perkulationsmagasin. Det är ett underjordiskt magasin som är fyllt med singel, makadam eller något annat grovt material där porvolymen kan fyllas ut med dagvatten. De kan anläggas och förläggas exempelvis inom grönytor och parkeringsytor. Andra vanliga benämningar på perkulationsmagasin är ”stenkista” och ”stenfyllningsmagasin” (Stahre, P., 2004).

Magasinen behöver dimensioneras för aktuell last. Hållrummen i ett perkulationsmagasin kan sättas igen genom att jordmaterial tränger in i fyllningen. Vid anläggande av perkulationsmagasin i finkorniga jordar är det viktigt att fyllningen skyddas med fiberduk. Dagvatten som tillförs magasinet bör genomgå en filtrering innan de leds in i fyllningsmassorna (Stahre, P., 2004). I ett perkulationsmagasin sker viss rening av dagvattnet. Reningssteget består av filtrering i marklager, vilket beroende på jordart avskiljer metaller, näringsämnen och organiska föreningar i olika utsträckning (Larm, T. et al., 1999).

De är endast tillämpbara i jordarter i vars porvolym vatten tillåts att perkolera (Larm, T. et al., 1999). Trots fiberduk kan det efter ett par decennier bli nödvändigt att byta ut fyllningsmassorna på grund av igensättning av partiklar (Stahre, P., 2004). Tömning av ett perkolationsmagasin sker antingen genom att dagvattnet så småningom perkolerar ut i omgivande marklager eller också genom en kontrollerad avtappning. För att ett perkolationsmagasin ska fungera effektivt måste grundvattenytan ligga under magasinets botten (Stahre, P., 2004).

Fördelar: Viss rening av vatten, kräver litet utrymme, kan utformas delvis synligt eller så att hela magasinet ligger dolt under marken med endast en brunn i marknivå.

Nackdelar: Hållrummen kan sättas igen, ej tillämpbara i täta jordarter, kräver skötsel, vattnet är inte synligt, vid byte av fyllningsmassor under mark krävs större åtgärder än om lösningen hade legat i marknivå.



*Kupolbrunn i ett synligt perkolationsmagasin.
Källa: Stahre, P., 2004, s. 31.*

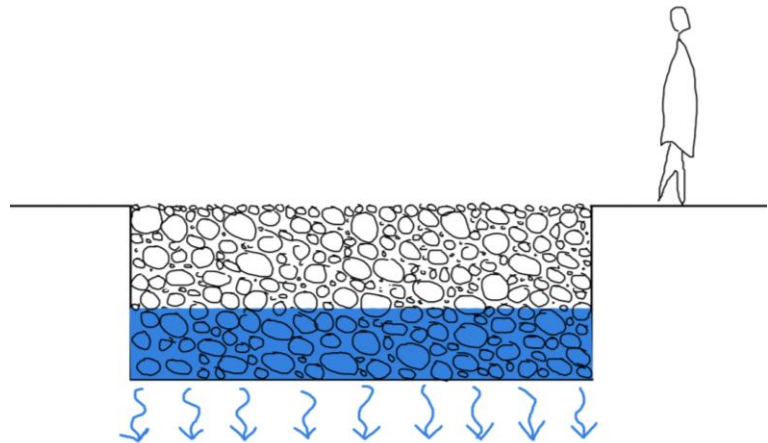


Illustration av ett perkolationsmagasin.

3.3.11 Bäckar och diken

När man bygger nya områden kan befintliga bäckar och diken utnyttjas för avledning av dagvatten. Äldre diken kan återskapas och utnyttjas för öppen avledning av dagvatten (Stahre, P., 2004).

Fördelar: Kostnadseffektivt att utnyttja ett redan befintligt dike eller bäck, naturligt förekommande.

Nackdelar: Viktigt att kontrollera så att anslutning till och överbelastning av dessa inte leder till marköversvämningar och erosionsskador.



T.v. Befintlig bäck som används för avledning av dagvatten. T.h. Erosionsskador vid överbelastning av befintlig bäck. Källa: Stahre, P., 2004, s. 53.

3.3.12 Översvämningsytor

Översvämningsytor kan vara vegetationsytor som används i kombination med befintligt ledningsnät. Vid höga flöden i ledningarna leds vatten till exempel ut till en låglänt gräsyta och där får vattnet stå tills det infiltrerats i marken (Stahre, P., 2004). En strypningsanordning i ledningssystemet, i form av att t.ex. en ledning med mindre dimension kopplas till den föregående, kan göra så att vatten vid en viss angiven flödesmängd dämmer upp tillfälligt i systemet. Uppdämningen är ett sätt att fördröja dagvatten och sker på särskilda översvämningsytor i direkt anslutning till ledningssystemet. Det magasinerade vattnet rinner tillbaka med normalt självfall till ledningssystemet när dagvattenflödet minskar (Stråe, D., 2012⁴). Vid tömning ska ytan kunna dräneras ut helt så att anläggningen inte riskerar att kompakteras (Stahre, P., 2004).



Illustration av hur en översvämningsyta kan se ut.

Fördelar: Kan hantera stora volymer vatten, bidrar till grönska och biologisk mångfald, skapar rekreationsområde, kan användas som snöupplag, minskar näringsläckage till sjöar, motverkar erosionsproblem.

Nackdelar: Kräver i regel ganska stora ytor och regelbunden skötsel om människor rör sig i närheten.

⁴ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.



Översvämningsområde för samlad
fördröjning av dagvatten. Källa:
Stahre, P., 2004, s. 61.

3.3.13 Torra dammar och översilningsytor

En torr damm innebär en damm som oftast är försedd med gräs i botten och på slänter och under perioder utan nederbörd fungerar som grönyta. Det är inte mer än i samband med nederbörd som botten täcks av vatten. Torra dammar fungerar som utjämningsmagasin och har som huvudfunktion att fördröja dagvattnet vid höga flöden för att dämpa intensiteten på avrinningen, men den kan även fungera som reningsanläggning för dagvattnet innan det når recipienten. Fördelar med dessa dammar är att de är lätta att underhålla om de är grunda och dessutom billiga att anlägga.

En översilningsyta är en gräsbevuxen sluttande yta som dagvattnet kan breddas ut över och infiltreras (Boverket, 2010b).

Fördelar: Torra dammar och översilningsytor bidrar till grönska, vatten är inte nödvändigt för att uppfylla det estetiska intrycket

Nackdelar: Kräver regelbunden skötsel och underhåll, platskrävande



Illustration av hur en torr damm kan se ut.

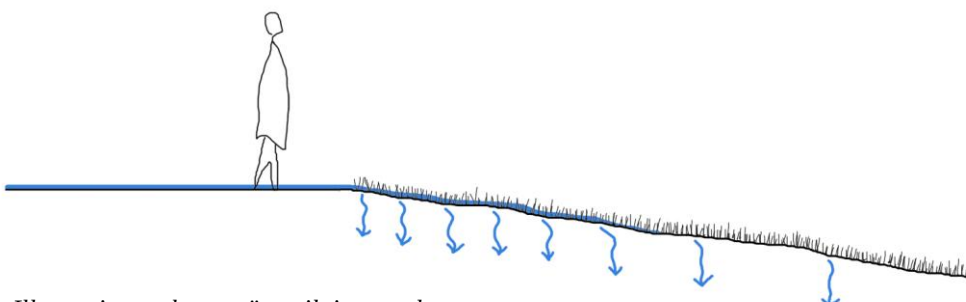


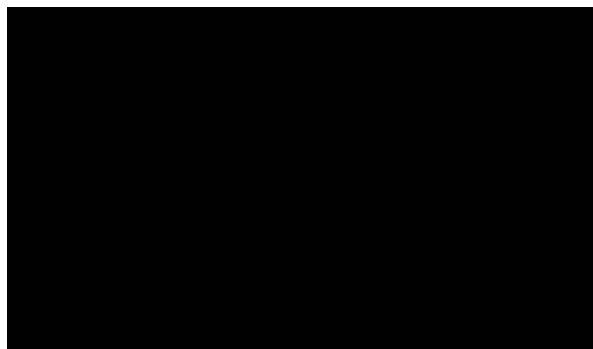
Illustration av hur en översilningsyta kan se ut.

3.3.14 Stora fördröjningsdammar

För samlad fördröjning av avrinningen från större områden krävs stora dammar eller sjöar och de brukar oftast lokaliseras till park- eller rekreationsområde. I de fall där mycket människor vistas runt om dammen kan det i rensningssyfte vara nödvändigt att anlägga en särskild inloppsdamm, avsedd för avskiljning av grövre material i det vatten som förs till dammen.

Dammen kan förses med en utloppsanordning som reglerar vattenmängden. För att minska olyckrisken bör de djupaste delarna ligga i mitten av dammen och strandkanten bör inte vara djupare än två decimeter.

Våtmarksvegetation i strandzonen minimerar även olyckrisken då det gör det svårare att ta sig fram till vattnet (Stahre, P., 2004).



*Fördröjningsdamm i Malmö.
Källa: Stahre, P., 2008, s 77.*

Fördelar: Bidrar till grönska och kan bli ett attraktivt inslag i en miljö, bidrar till biologisk mångfald, skapar rekreationsområde.

Nackdelar: Kräver regelbunden skötsel och stort utrymme.



Illustration av stor fördröjningsdamm.

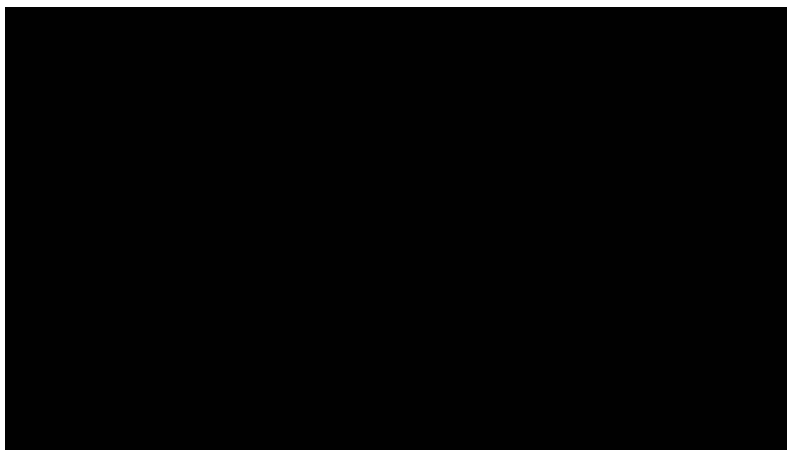
3.3.15 Våtmarker

Våtmarker fungerar som naturliga fördröjnings- och utjämningsmagasin (Boverket, 2010b). En våtmark kan fördröja och rena dagvatten och innebär ett vattenområde där vattenytan ligger i markytan eller strax ovanför eller under denna. Våtmarken är till övervägande del täckt av vattenväxter (Stahre, P., 2004). Dessa anläggningar kan också fungera som bevattningsmagasin för stadsnära jordbruk eller trädgårdsodling .

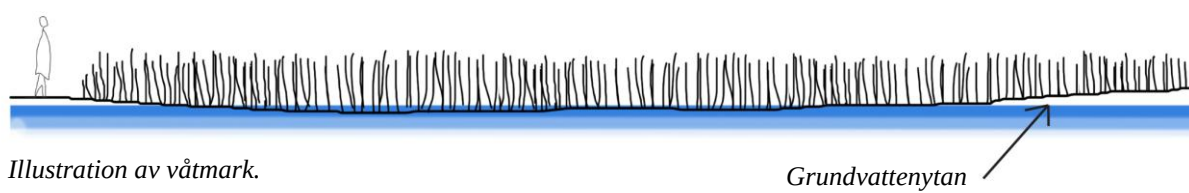
Förutom fördelarna vad gäller dagvattenhantering är de viktiga ur biologisk synpunkt genom att de är boendemiljö för många djur och växter. De tätortsnära våtmarksparkerna kan till exempel användas i rekreations- och undervisningssyfte genom att göras tillgängliga för besökare (Boverket, 2010b).

Fördelar: Bidrar till grönska och biologisk mångfald, renar vattnet, ofta naturligt förekommande.

Nackdelar: Kräver stor yta.



Våtmark i Tygelsjö. Källa: Stahre, P.,
2008, s. 89



3.4 Värden av en hållbar dagvattenhantering

Om öppna dagvattenlösningar anläggs på de sätt som beskrivs i kapitel 3.1-4 kan stadsmiljön gynnas ur många olika hållbara aspekter t.ex. upplevelsemässiga, rekreativa, biologiska, ekologiska, pedagogiska, historiska, sociala, miljömässiga, ekonomiska och tekniska (Stahre, P., 2004).

Upplevelsevärde: Många öppna dagvattenlösningar bidrar till olika upplevelsevärden som kan uppfattas med synen, hörseln eller luktsinnet, t.ex. fågelkvitter, vattenljud och doftande växter. De bidrar till attraktiva stadsmiljöer genom att tillföra ett arkitektoniskt värde och upplevs generellt som tilltalande (Stahre, P., 2004). Öppna dagvattenstrukturer kan ses som skulpturella element i form av fontäner, dammar, rännor och skulpturer. Formerna på en öppen dagvattenanläggning kan variera i en mängd olika former. Uttrycket kan vara allt från klassiskt, geometriskt eller modernistiskt till romantiskt, naturligt och organiskt (Göransson, C., 1994).

Vegetation ger i regel ett attraktivt intryck och tilltalande dofter och kan användas i de flesta hållbara dagvattenlösningar som presenterats. Vid dåligt underhåll och skötsel eller brist på vatten kan de hållbara dagvattenlösningarna däremot förlora sitt estetiska värde och istället upplevas som någonting negativt.

Rekreativt värde: Mervärden för det rörliga friluftslivet skapas genom att gång- och cykelvägar, strövstigar och ridstigar ofta kan samordnas med sammanhängande avrinningsstråk för dagvatten (Stahre, P., 2004). Människor har genom tiderna vistats, mötts och samlats vid vatten, unga som gamla (Göransson, C., 1994). Många av de hållbara dagvattenlösningarna lockar till barnlek, ro och andra upplevelsevärden. Växternas dofter samt vattnets rörelse och ljud är några av de faktorer som bidrar till dessa upplevelsevärden.

Biologiskt och ekologiskt värde: De flesta av de hållbara dagvattenlösningar som presenterats bidrar till en ökad biologisk mångfald (Stahre, P., 2004). De lösningar som innefattar mycket grönska fungerar som habitat för många olika djur och vattnet i sig är habitat för många olika små djur.

Pedagogiskt värde: Öppna dagvattenanläggningar kan utnyttjas för att sprida kunskap om vatten. En genomtänkt planerad anläggning kan utnyttjas som ett ”biologiskt klassrum” (Stahre, P., 2004). Synlig dagvattenhantering i staden kan tydliggöra och öka förståelsen för vattnets kretslopp (Göransson, C., 1994).

Historiskt och socialt värde: Olika former och uttryck kan ge en koppling bakåt i tiden. En damm kan t.ex. anläggas med ett uttryck som speglar en särskild tidsepok. Ett annat sätt kan vara att återskapa ett historiskt vattendrag eller annan vattenanläggning som försvunnit på grund av urbaniseringen (Stahre, P., 2004). Vatten fungerar som social mötesplats, rogivare och religiös symbol.

Miljövärde och klimat: Föroreningsbelastningen på den yttre miljön minskar genom att t.ex. viss avskiljning av föroreningar sker genom sedimentation då vattnet passerar en öppen dagvattenanläggning. Föroreningar kan även tas upp av eventuella växter (Stahre, P., 2004). Om vattendrag, dammar, träd och grönområden placeras strategiskt och integreras med stadens bebyggelse och dess omgivning kan de fungera både som luftförbättrare och temperatursänkare i staden (Boverket, 2010a).

Ekonomiskt värde: Att välja en öppen dagvattenlösning är ofta en ekonomisk fördel för flera förvaltningar. Om trög avledning av dagvatten exempelvis utnyttjas vid anläggandet av en ny park, måste VA-förvaltningen hjälpa till med en del av kostnaden. En integrering av park- och dagvattenändamålet innebär ofta en ekonomisk fördel för både park- och VA-förvaltningen. För gatuförvaltningen är det betydligt billigare att fördröja dagvattenflöden och avskilja föroreningar från trafikdagvatten i en grön buffertzons längs vägen än att anlägga konventionella underjordiska reningsanläggningar (Stahre, P., 2004).

Fastigheter som ligger nära vatten- och grönska är oftast mer attraktiva för försäljning än de som ligger mitt i en hårdgjord miljö. En park med en attraktiv miljö kan användas som marknadsföring för t.ex. ett nytt bostadsområde (Stråe, D., 2012⁵).

Tekniskt värde: De tekniska förvaltningarna i kommunen får genom de hållbara dagvattenlösningar som tidigare presenterats hög kvalitet, och som fyller sin funktion minst lika bra som konventionella lösningar. För t.ex. gatukontoret skapar gröna buffertzoner längs trafikleder möjlighet till en fördröjning av trafikdagvatten och parkförvaltningar får en park som upplevs mer attraktiv genom olika inslag av vatten (Stahre, P., 2004).

Ofta har de olika aspekterna ett samband i sammanhanget. Det ekologiska värdet kan t.ex. vara kopplad till det ekonomiska. *”Kostnaden för ekologisk dagvattenhantering betalas på lång sikt genom samhällsekonomiska vinster i form av en renare och rikare livsmiljö för människor, djur och växter”* (Lönngren, G., 2001, s. 11). Ett värde kan alltså bidra till ett annat och det gör de hållbara dagvattenlösningarna än mer värdefulla.

⁵ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) Intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

3.5 Vägledning vid val av dagvattenlösning

Under min tid som landskapsarkitektstudent har jag upplevt att det är svårt att på ett enkelt och översiktligt sätt få den information jag behöver när jag ska välja en hållbar dagvattenlösning. Varje gång jag ger mig in i djungeln av läsbar fakta så inser jag att informationen jag önskar är utspridd i olika litteratur. Det är svårt att hitta samlad information som visar både va-tekniska detaljer samtidigt som de värden som de kan tillföra staden, såsom sociala, ekologiska, rekreativa och estetiska. Jag har därför gjort en sådan sammanställning som har som syfte att på ett snabbt och enkelt sätt informera läsaren om vilka dagvattenlösningar som uppfyller de kvaliteter som önskas att uppnå.

Sammanställningen presenteras i form av en tabell som visas på sidan 47. Där kan varje enskild lösnings olika funktioner och kvaliteter utläsas och det är också lätt att välja dagvattenlösning efter olika krav som kan förekomma t.ex. att lösningen ska ge grönska, fungera som fördröjning för dagvattnet, vara mångfunktionell samt ge ett rekreativt och samtidigt positivt estetiskt värde.

Inför avläsningen av tabellen vill jag först ge en mer detaljerad förklaring till begreppen, för att förenkla läsbarheten;

Bedömningen av lösningarnas olika kvaliteter och sårbarheter visualiseras med hjälp av en parameter i olika färger. Parametern är en jämförelse av hur lösningarna förhåller sig till varandra. Det mest positiva värdet ska associeras med grönt och det minst positiva värdet med rött. Det blir därför lättare att genom färgerna se hur många positiva kvaliteter varje enskild lösning innebär. Några exempel är *plats-* och *kostnadskrävande* där bedömningen är en jämförelse som visar på vilka lösningar som tar störst plats eller är mest kostnadskrävande i förhållande till övriga lösningar.

Så här ser parametern ut:

stämmer väldigt bra	stämmer ganska bra	stämmer mindre bra	stämmer inte alls
(svb)	(sgb)	(smb)	(sia)

3.5.1 Förklaring av tabell

Upplevelsevärden:

Synlig lösning

svb – sia

Är denna dagvattenlösning synlig ovan mark?

Högt positivt upplevelsevärde

svb – sia

Kan denna lösning bidra till positiva upplevelser som uppfattas med synen, hörseln eller luktsinnet, t.ex. fågelsång, porlande vatten, arkitektoniska former eller lekande barn?

Kan bidra till vattenljud

svb – sia

Kan vattnet i lösningen bidra till exempelvis kluckande, porlande, skvättande, sipprande eller skvalpande ljud?

Kan bidra till dofter

svb – sia

Kan lösningens olika beståndsdelar bidra till dofter, exempelvis blomdoft eller nyklippt gräs?

Innefattar vegetation

svb – sia

Kan vegetation planteras i relation till denna lösning?

Lockar fåglar och/eller insekter

svb – sia

Bidrar lösningen till biologisk mångfald? Lösningar som innefattar mycket grönska fungerar som habitat för många olika djur och vattnet i sig är habitat för många olika små djur.

Kan ge ett positivt estetiskt värde

svb – sia

Kan lösningen uppfattas som estetiskt attraktiv av den som vistas i dess omgivning?

Ger ett positivt estetiskt uttryck även vid torrperioder

svb – sia

Vid torrperioder kan en del av lösningarna förlora sitt positiva estetiska värde och istället upplevas som någonting negativt.

Riskerar inte att se skräpiga ut

svb – sia

Vid dåligt underhåll och skötsel kan en del av lösningarna bli skräpiga och utgöra ett negativt intryck.

Andra värden:

Ger andra kvaliteter till stadsmiljön

svb – sia

Bidrar lösningen till positiva värden som förbättrar stadsmiljön för de som vistas där? Exempel: minskad föroreningsbelastning, lockar till barnlek, fungerar som rogivare eller religiös symbol.

Kan ge ett rekreativt värde

svb – sia

Kan lösningen locka till exempelvis barnlek, ro eller promenader?

Kan ge ett socialt värde

svb – sia

Bidrar lösningen till att skapa mötesplats/mötesplatser för människor?

Kan ge ett pedagogiskt värde

svb – sia

Kan lösningen tydliggöra och öka förståelsen för vattnets kretslopp?

Kan ge ett historiskt värde

svb – sia

Kan lösningen påminna om t.ex. en viss tidsepok eller en historisk händelse? Dammar kan utformas på olika sätt som avspeglar särskilda epoker och vattendrag kan återskapas i historisk anda.

Vattnets existens:

Permanent vattenspegel

svb – sia

Innefattar lösningen vid normala regnperioder en permanent vattenyta?

Synligt vatten i samband med normal nederbörd

svb – sia

Blir det synliga vattenansamlingar?

Synligt vatten efter avslutad normal nederbörd

svb – sia

Finns det synliga vattenansamlingar kvar direkt efter att det slutat regna?

Synligt vatten i samband med extrem nederbörd

svb – sia

Blir det synliga vattenansamlingar?

Synligt vatten efter avslutad extrem nederbörd

svb – sia

Finns det synliga vattenansamlingar kvar direkt efter att det slutat regna?

Funktion:

Lämplig för LOD på tomtmark

svb – sia

Går lösningen att utföras i syfte att lokalt ta hand om dagvatten på tomtmark, exempelvis på skolgårdar, bostadsgårdar och bostadsområden?

Mångfunktionell yta

svb – sia

Kan lösningens yta användas för annat än enbart dagvattenhantering?

Kan ta emot vatten från stort avrinningsområde

svb – sia

Kan lösningen utföras så att den har kapacitet att ta hand om det vatten som rinner av från ett större avrinningsområde?

Lämplig vid extrem nederbörd

svb – sia

Är detta en lämplig lösning för extrema flöden?

Renande effekt på dagvattnet

svb – sia

Har denna lösning en renande effekt på dagvattnet?

Förbättrar luftkvaliteten och reglerar lufttemperaturen

svb – sia

En del av lösningarna fungerar som luftförbättrare och luftreglerare. Gröna tak kan t.ex. ge ett bättre inomhusklimat och växter bidrar till renare stadsluft.

Fungerar i täta jordarter

svb – sia

Är denna lösning lämplig om marken består av en tät jordart?

Kan användas som snöupplag

svb – sia

Kan lösningens yta underlätta för snöunderhållet på vintern och fungera som upplagsplats?

Viktiga aspekter:

Kräver lite underhåll

svb – sia

Kräver denna lösning lite skötsel och underhåll, i jämförelse till de övriga lösningarna, för att uppehålla sin funktion och estetiska uttryck?

Platseffektiv

svb – sia

Kräver denna lösning liten plats i stadsrummet i jämförelse med de andra lösningarna? Observera att ytan i vissa av lösningarna kan ha en annan funktion än dagvattenhantering, exempelvis fördröjningsmagasin. Observera att en del lösningar även går att utföra i mindre skala.

Kostnadseffektiv

svb – sia

Är kostnaden för anläggande och underhåll låg i jämförelse med övriga lösningar?

Vattenförlopp:

Infiltration

Tränger dagvatten ner i marken genom denna dagvattenlösning?

svb – sia

Fördröjning

Uppehåller sig dagvatten i denna lösning?

svb – sia

Trög avledning

Leds dagvatten långsamt via denna lösning vidare från avrinningsområdet?

svb – sia

3.5.2 Tabell för vägledning

På följande sida visas tabellen.

stämmer väldigt bra	stämmer ganska bra	stämmer mindre bra	stämmer inte alls
(svb)	(sgb)	(smb)	(sia)

KATEGORIER	DAGVATTEN- LÖSNINGAR	Växtbäddar och träd- planteringar	Gröna tak	Dammar	Svackdiken	Kanaler	Fördröjnings- magasin	Genom- släppliga beläggningar	Infiltration av takvatten på gräsytor	Uppsamling av takvatten	Perkolations- magasin	Bäckar och diken	Över- svämningsytor	Torra dammar och över- silningsytor	Stora fördröj- ningsdammar	Våtmarker
Upplevelse- värden	Synlig lösning	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	sia	smb	svb	svb	svb	svb	svb
	Högt positivt upplevelsevärde	svb	svb	svb	svb	svb	sgb	smb	smb	sia	sia	sgb	sgb	sgb	svb	sgb
	Kan bidra till vattenljud	sia	sia	svb	svb	svb	svb	sia	sgb	sia	sia	svb	sia	smb	svb	sgb
	Kan bidra till dofter	svb	svb	sgb	svb	sgb	sia	smb	svb	sia	sia	sgb	svb	smb	sgb	sgb
	Imnefatar vegetation	svb	svb	svb	svb	sgb	sia	smb	svb	sia	sia	sgb	svb	svb	svb	svb
	Lockar fåglar och/eller insekter	svb	svb	svb	svb	svb	sia	sia	sia	sia	sia	svb	svb	svb	svb	svb
	Kan ge ett positivt estetiskt värde	svb	svb	svb	svb	svb	sgb	svb	sgb	sia	smb	svb	svb	svb	svb	svb
	Positivt uttryck även vid torrperioder	sgb	sgb	smb	stb	sia	svb	svb	svb	svb	svb	stb	stb	stb	smb	stb
	Riskerar inte att se skräpig ut	smb	stb	sia	sia	sia	smb	stb	svb	svb	svb	smb	smb	smb	stb	svb
	Ger andra kvaliteter till stadsmiljön	svb	svb	svb	svb	svb	smb	smb	sia	sia	sia	sgb	svb	svb	svb	svb
Andra värden	Kan ge ett rekreativt värde	svb	svb	svb	svb	svb	svb	sgb	smb	sia	sia	svb	svb	svb	svb	svb
	Kan ge ett socialt värde	svb	sia	svb	sgb	svb	svb	sia	sia	sia	sia	sia	sgb	sgb	svb	sgb
	Kan ge ett pedagogiskt värde	sgb	sgb	svb	svb	svb	svb	sia	sgb	smb	sia	svb	smb	svb	svb	svb
	Kan ge ett historiskt värde	svb	svb	svb	svb	svb	smb	svb	sia	sia	sia	svb	sia	sia	sgb	smb
	Permanent vattenspegel	sia	sia	svb	smb	sia	sia	sia	sia	sia	sia	sia	sia	sia	svb	sia
Vattnets existens	Synligt vatten i samband med nederbörd	sia	sia	svb	svb	svb	sgb	sia	svb	sia	sia	svb	sia	sia	svb	svb
	Synligt vatten efter avslutad normal nederbörd	sia	sia	svb	svb	svb	sia	sia	sia	sia	sia	svb	sia	sia	svb	svb
	Synligt vatten i samband med extrem nederbörd	sia	sia	svb	svb	svb	svb	sia	sia	sia	sia	svb	sia	sia	svb	svb
	Synligt vatten efter avslutad extrem nederbörd	sia	sia	svb	svb	svb	sgb	sia	sia	sia	sia	svb	smb	sgb	svb	svb
	Lämplig för LOD på tomtmark	svb	svb	svb	svb	svb	sia	svb	svb	svb	svb	sgb	sia	sgb	sia	smb
	Mångfunktionell yta	sia	sia	sia	sia	sia	svb	svb	sia	sia	sia	sia	svb	svb	sia	sia
	Kan ta emot vatten från stort avrinningsområde	sgb	sgb	svb	svb	svb	svb	svb	sia	sgb	svb	svb	svb	svb	svb	svb
	Lämplig vid extrem nederbörd	smb	sia	svb	svb	svb	svb	s ih	smb	sia	svb	svb	svb	svb	svb	svb
	Renande effekt på dagvatten	svb	svb	svb	sgb	sgb	sia	sia	sia	sia	sgb	sia	sgb	sgb	svb	svb
	Forbättrar luftkvaliteten och reglerar lufttemperaturen	svb	svb	svb	svb	svb	sia	sia	sia	sia	sia	svb	svb	svb	svb	svb
Funktion	Fungerar i tätta jordarter	sia	svb	svb	smb	svb	svb	sia	sia	sia	svb	svb	svb	sia	svb	smb
	Kan användas som smöupplag	sia	sia	sia	smb	sia	svb	svb	sia	sia	sia	svb	svb	sia	svb	sia
	Kraver lite underhåll	sia	smb	sia	sia	sia	stb	smb	stb	smb	smb	svb	sia	smb	smb	stb
	Platseffektiv	smb	svb	smb	stb	smb	svb	svb	svb	svb	svb	stb	sia	sia	smb	sia
	Kostnadseffektiv	smb	stb	sia	svb	sia	smb	smb	svb	svb	svb	stb	svb	sia	smb	stb
	Infiltration	svb	sia	sia	svb	sia	sia	svb	svb	sia	svb	svb	sia	svb	sia	sia
	Fördrojning	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	svb	sgb	svb	svb	svb	svb
	Trög avledning	sia	sia	sia	svb	smb	sia	svb	svb	sia	sia	svb	sia	sia	sia	sia

3.5.3 Sammanfattning

Att välja dagvattenlösning för en plats är inte ett lätt val. Det finns en mängd olika faktorer som måste beaktas t.ex. platstillgång, vad det är för slags jordtyp och om den ska kunna ta hand om vatten från ett stort avrinningsområde. I en valsituation är det också viktigt att tänka igenom vad som önskas uppnå med lösningen, ska vattnets väg vara synlig, ska vattnet infiltreras i marken eller sakta ledas bort från platsen, önskas en större biologisk mångfald i dess omgivning eller önskas fler kvaliteter införlivas såsom dofter, social mötesplats, en mångfunktionell yta?

Ibland kan en kombination av lösningar vara det mest optimala för att uppnå en så god dagvattenhantering som möjligt, den ena utesluter inte den andra. Kanaler kan t.ex. användas i samband med dammar och växtbäddar, och en stor parkeringsyta kan uppnå en mycket god dagvattenhantering genom en kombination av svackdiken och trädplanteringar.

Som tomtägare som kanske inte har plats för en damm kan de mest oansenliga lösningarna göra en stor skillnad för avrinningen exempelvis infiltration av takvatten på gräsytor, grönt tak, genomsläppliga beläggningar istället för asfaltering eller uppsamling av takvatten för återanvändning vid bl.a. toalettspolning.

Det är också av stor vikt att vara medveten om att en öppen dagvattenlösning kanske inte helt kan ersätta det traditionella va-systemet utan fungera som ett komplement på platsen.

Med hjälp av tabellen kan utläsas vilka olika lösningar som förutom dagvattenhantering även kan ge ett högt upplevelsevärde på platsen, t.ex. bidra till fågelkvitter, dofter och vattenljud. Dessa aspekter visar på hur betydelsefulla dessa lösningar kan vara i den hårdgjorda stadsmiljön genom att förhöja livskvaliteten för människor som bor och vistas i staden.

Även om många av lösningarna är kostsamma och kräver mycket mer skötsel än va-systemet så är det viktigt att beakta alla de övriga kvaliteter som dessa lösningar bidrar till. Det är dessa kvaliteter som gör dessa lösningar till långsiktigt hållbara och därmed väger upp kostnader och skötselbehov.

3.6 Exempel

De kommande exemplen är ett resultat av litteraturstudier där jag sökt efter föredömliga exempel i Sverige, Nederländerna och USA. De svenska exemplen är från Norra Djurgårdsstaden och Hammarby sjöstad i Stockholm och Bo01 i Malmö som alla tre är stadsdelar som byggts med strikta miljömål i fokus. Jag valde att titta närmare på exempel från Nederländerna och USA för att de har kommit längre i utvecklingen av hållbar dagvattenhantering än vad vi har gjort i Sverige.

3.6.1 Växtbäddar i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm

Norra Djurgårdsstaden, som började byggas 2011, kommer att bli en ny miljöstadsdel i Stockholm och är ett av Europas mest omfattande stadsutvecklingsområden (Stockholms Stad, 2011). ”För Norra Djurgårdsstaden finns miljömål som beskriver att dagvattenhanteringen ska anpassas efter förändrat klimat, användas för bevattning av vegetation samt bidra till biologisk mångfald och estetiska gårdsmiljöer” (Exploateringskontoret, 2011, s.4). Här är målet att dagvattnet ska tas omhand lokalt genom växtbäddar. Ambitionen är att utforma växtbäddar med ett tillräckligt stort potentiellt vattenmagasin för att klara en sommarmånad utan regn (Exploateringskontoret, 2011).

Pimpsten blandas i jorden i växtbäddarna för att förbättra den vattenhållande förmågan (Stockholms Stad, 2011). Pimpsten bildas i samband med vulkaniska utbrott och är ett poröst mineral med en mycket hög andel porer. Materialet suger lätt vatten till sig och transporterar det snabbt över större avstånd på grund av kapillär kraft (Bara mineraler, 2011).

Jag tycker att växtbäddar är ett mycket bra sätt att ta hand om dagvatten i bostadsområden eftersom de, förutom att ta hand om dagvatten, också utgör ett attraktivt inslag i miljön.



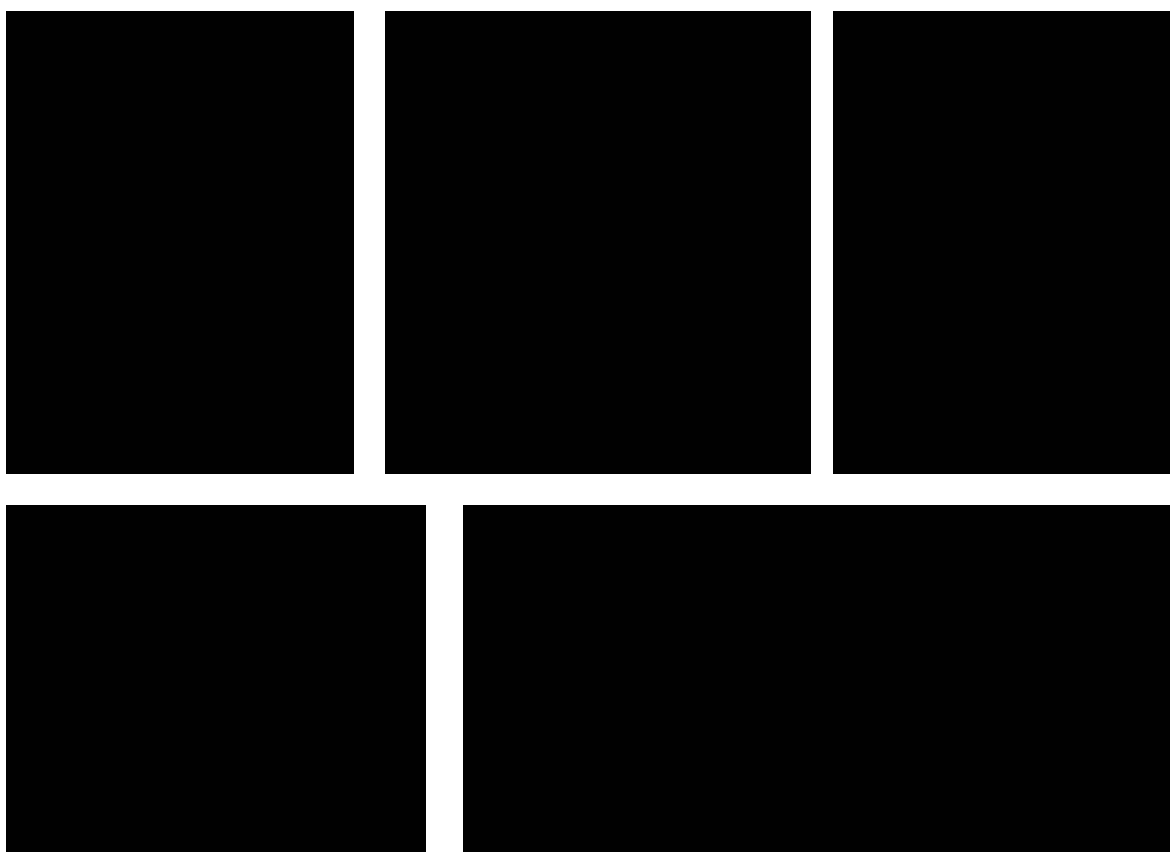
Perspektiv som visar hur växtbäddar kommer vara ett tydligt inslag i boendemiljön. Växtbäddarna är öppna och sträcker sig längs med hela gatan. Passager utformas som broar. Illustration: Sweco. Källa: Exploateringskontoret, 2011, vä bild s9, hö bild s.1

3.6.2 LOD i Hammarby sjöstad, Stockholm

Hammarby Sjöstad ligger i ett tidigare hamn- och industriområde vid Hammarby Sjö i Stockholm och har byggts med syfte att vara en modern och ekologiskt hållbar stadsdel. I ett upprättat miljöprogram för stadsdelen beskrivs hur dagvattnet ska tas om hand på ett hållbart sätt och LOD utgör en viktig faktor (Bodén, Å., 2002).

På flera kvarter låter man vattnet som rinner av från taken rinna vidare till ett rännalssystem med genomsläpplig yta. På så sätt blir vattnet också ett arkitektoniskt inslag i miljön. Rännalarna är byggda av gatsten och ger möjlighet, för det vattnet som inte infiltrerats direkt i fördjupningen nedanför stuprörets utkastare, att infiltreras längs vägen. Det vatten som fortfarande inte infiltrerats breddar över till brunnar som är kopplade till underjordiska stenkistor och perkolationsmagasin, där vattnet lagras tills det sjunkit ner i marklagren. Vattnets väg från stuprör till infiltration är ett synligt och förskönande inslag samtidigt som det är en lösning på lokalt omhändertagande av dagvatten (Krögerström, L., 2010). Regelbunden skötsel och underhåll krävs för att behållas som ett attraktivt inslag i boendemiljön.

Detta sätt att ta hand om dagvatten kan ge ett pittoreskt inslag och locka till barnlek i boendemiljön.



Exempel på hur boendemiljö kan göras mer attraktiv genom att synliggöra vattnets väg i olika stenläggningar. Vattnet leds ut över marken för att infiltreras till markvatten och grundvatten. Källa: Krögerström, L., 2010, s. 6.



Ränndalar. Källa: Krögerström, L., 2010, s.5.

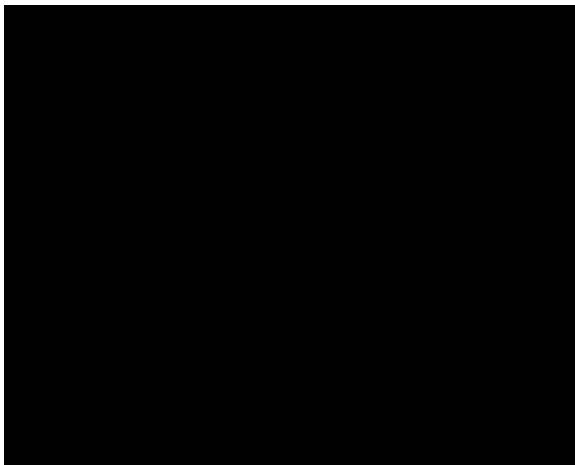
3.6.3 Våtmark och gröna tak i Bo01, Malmö

I bostadsområdet Bo01 i Malmö har man skapat en lösning för lokal dagvattenhantering med syfte att synliggöra avrinning. Lösningen visar människor hur dagvatten kan fördröjas och gestaltas i en tät stadsstruktur (Nilsson, P-A., et al., 2005).

Gröna tak och små våtmarker utgör det lokala omhändertagandet av dagvattnet på ett antal gårdar. I området är alla stuprör kopplade till ett öppet dagvattensystem. Det öppna dagvattensystemet bidrar till att mängden dagvatten reduceras, avrinningen utjämnas och vattnets kvalitet förbättras. Resultatet av detta är att risken för översvämningar minskar och behovet av dagvattenledningar, rännstensbrunnar, stuprörsledningar och inspektionsbrunnar försvinner (Kruuse, A. & Widarsson, L-E., 2005).

Det synliga dagvattensystemet med inslag av våtmark, kanaler, dammar och små vattenattraktioner har skapat identitet åt Bo01-området. Även om det nu för tiden är ganska vanligt med lokalt omhändertagande av dagvatten så brukar dessa system oftast vara småskaliga och sällan ett framträdande element (Kruuse, A. & Widarsson, L-E., 2005).

Detta sätt att ta hand om dagvatten tycker jag ger ett vackert och pittoreskt inslag i boendemiljön och lockar till barnlek. En negativ aspekt kan vara att det vid torrperioder kan behövas pumpa vatten från kran eller närliggande vattendrag för att inte förlora det estetiska värdet.



På en av innergårdarna finns denna dagvattendamm med svenska våtmarksväxter och omgivande ängsväxter. Här syns också ett grönt tak, klätt med en matta av mossor och sedumväxter. Foto: Annika Kruuse. Källa: Kruuse, A. & Widarsson, L-E., 2005.

3.6.4 Mångfunktionella ytor i Rotterdam

Debatten om vattenfrågan är stor i staden Rotterdam i Nederländerna eftersom en i framtiden förhöjd vattennivå innebär stora problem. Tre typer av översvämningar hotar staden; tidvatten från Nordsjön, floder som svämmas över i anslutning till floden Rhen och översvämningar i samband med kraftig nederbörd i tätt bebyggda stadsområden. Alla dessa förväntas öka med klimatförändringarna. Vattenfrågan kommer att bli än mer aktuell då nederbörden under de senaste åren har visat att det befintliga vattensystemet redan är belastat till sin bristningsgräns (Municipality of Rotterdam, et al., 2007).

En vision om stadens vatten har utformats, *Rotterdam Water City 2030*, som beskriver hur staden planerar att öka sin attraktionskraft som en "vattenstad" samtidigt som problemet med vattenfrågan angrips (Boer, F., 2010).

En avgörande lösning för den fortsatta utvecklingen av vattenstaden är "vattentorg". Vattentorget är en mångfunktionell yta som, i den tätt bebyggda staden, både fungerar som sport- och lekplats samtidigt som det vid extremt kraftig nederbörd fungerar som vattenmagasin (Boer, F., 2010).

Ett pilotprojekt, som designats av De Urbanisten och Studio Marco Vermeulen, anlades 2011 vid Rotterdam Museum Park. Torget är byggt i olika nivåer där höjdskillnaderna tas upp av trappsteg där man kan gå, sitta och leka. Under 90 procent av året är torget torrt och kan användas som rekreationsyta. Även vid normal nederbörd är platsen torr då vattnet kan infiltreras i jorden eller tas upp av stadens va-system. Det är vid extremt kraftig nederbörd som torgets funktion och utseende ändras genom att vatten successivt strömmar till från en pump i platsens mitt. Anordningen är utformad så att vattnet stiger mycket långsamt och färgad belysning indikerar ständigt vattnets djup. Vattnet skapar små kanaler, pölar och små dammar där barnen kan leka. Vattnet stannar på vattentorget tills vattenståndet gått tillbaka till normalt (Boer, F., 2010).

Under mer omfattande nederbörd omvandlas vattentorget till en stor damm, ett vattenmagasin. Det är viktigt att anläggningen rengörs från ev. smuts som vattnet kan ha fört med sig efter att ha använts fullt ut som vattenmagasin. För att underlätta rengöringen har torget utformats med runda former för att undvika trånga hörn och utrymmen (Boer, F., 2010).

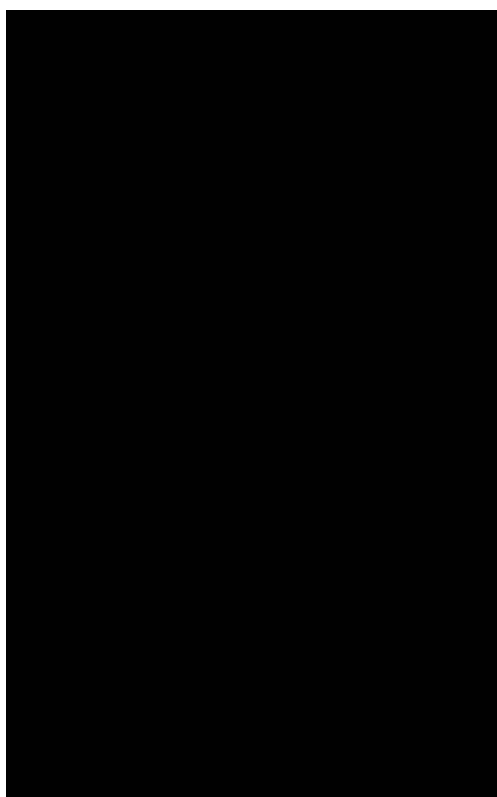
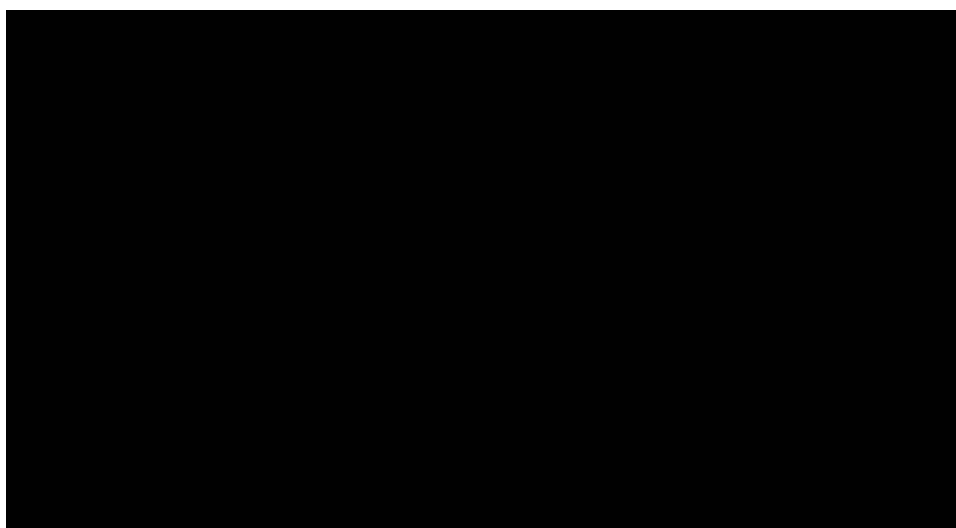
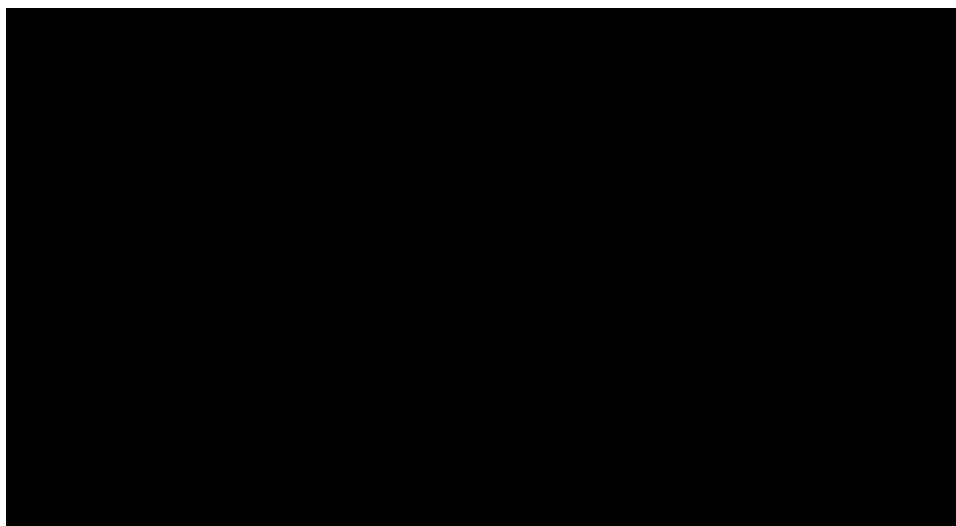
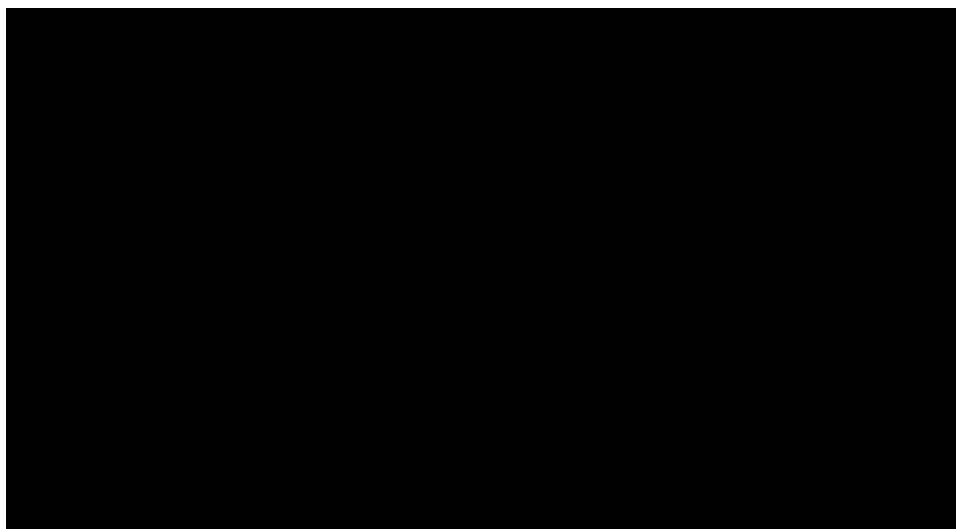


Illustration över olika situationer beroende på nederbördsmängd. Källa: Boer, F., 2010, s. 43

Detta sätt att hantera dagvatten och utnyttja de öppna platserna i staden på ett effektivt sätt är föredömligt i vår strävan efter att bygga ett långsiktigt hållbart samhälle. Denna typ av lösning skulle kunna användas i Sverige i större utsträckning än vad de gör idag.

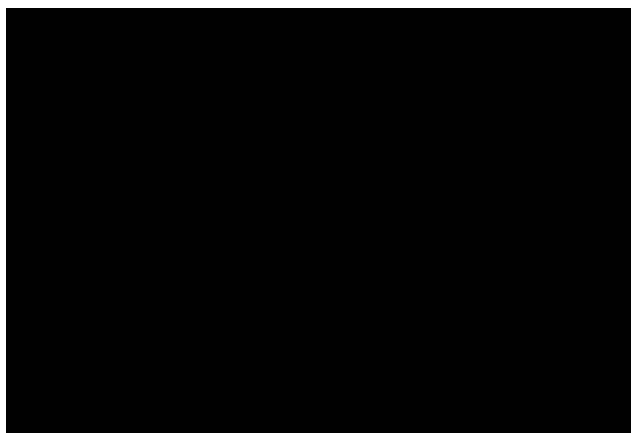


Övre bilden: Fotomontage som illustrerar daglig situation vid torrperioder. Källa: Boer, F., 2010, s. 43.
Mittenbilden: Fotomontage som visar situationen ungefär 30 gånger per år. Källa: Boer, F., 2010, s. 45.
Nedre bilden: Fotomontage som illustrerar situation max en gång per år. Källa: Boer, F., 2010, s. 47.

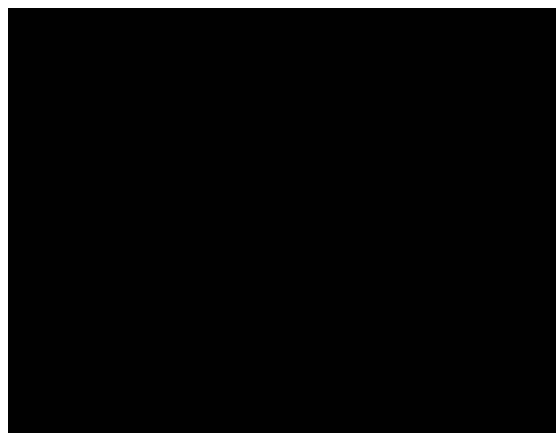
3.6.5 Gröna gator och regnträdgårdar i Portland och San Mateo, USA

Internationellt sett är Portland, Oregon USA, känt för att på ett innovativt sätt satsa på att ta hand om dagvatten i växtbäddar. I den nordamerikanska staden Portland genomfördes 2005 ett pilotprojekt som kallas *Green Streets* och som innefattade att skapa boendenära attraktiva planteringar i gatumiljö som absorberar och fördröjer dagvatten. Portland har en genomsnittlig nederbörds mängd på 980 millimeter (jämfört med ca 650 mm i Stockholm) varje år och myndigheterna var angelägna om att hantera dagvattnet på ett hållbart sätt. Projektet utfördes längs en gata i stadens universitetsområde, 12th Avenue, som hade befintliga trottoarer där specialdesignade växtbäddar anlades. Växtbäddarna samlar upp dagvattnet från gaturummet, filtrerar det och växterna tar upp föroreningarna (The National Archives, 2011).

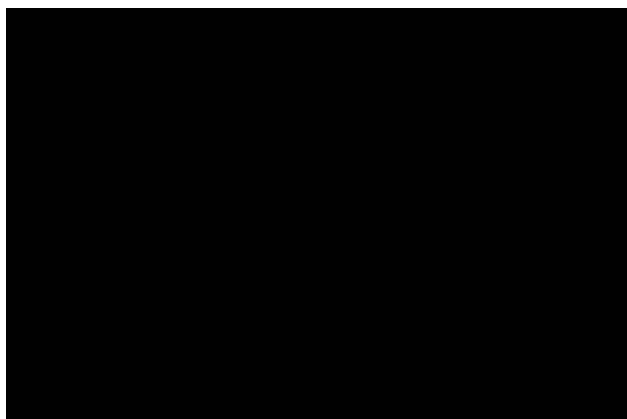
Växtbäddarna visade sig kunna ta upp det mesta av gatans dagvatten och därmed förebygga översvämningar och minska mängden vatten som hamnar i stadens va-system. Träd och buskar i växtbäddarna ger skugga, sänker lufttemperaturen och ger färg åt gaturummet. Denna prisbelönta lösning som kombinerar en förbättrad livsmiljö och minskad belastning på ledningssystemet dyker nu upp i flera amerikanska städer (The National Archives, 2011).



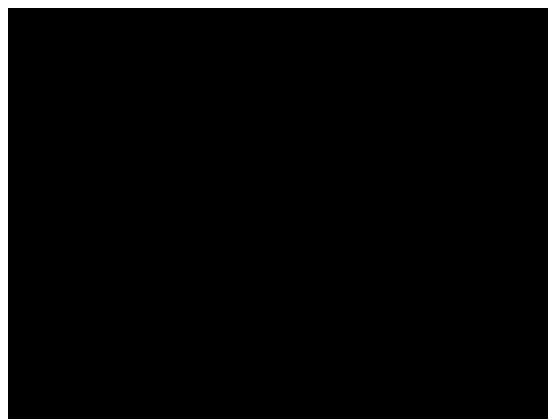
Man har valt växter som tål både torra och blöta förhållanden och som fördröjer vattenflödet och tar upp föroreningar. Källa: The National Archives, 2011.



Informationstavlor informerar allmänheten om projektet. Källa: The National Archives, 2011.



Växtbäddarna integrerades i den befintliga miljön och anpassades för att passa in bland fotgängare, cyklister, parkeringsplatser och sittmöbler. Källa: The National Archives, 2011.

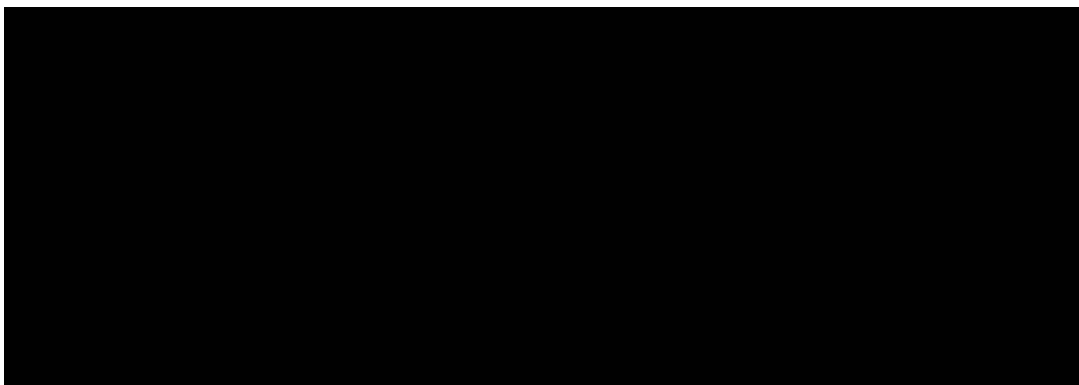


Stora träd och andra buskar planterades för att skapa skugga och ge kyla under sommaren och för att förbättra livsmiljön i omgivningen. Källa: The National Archives, 2011.

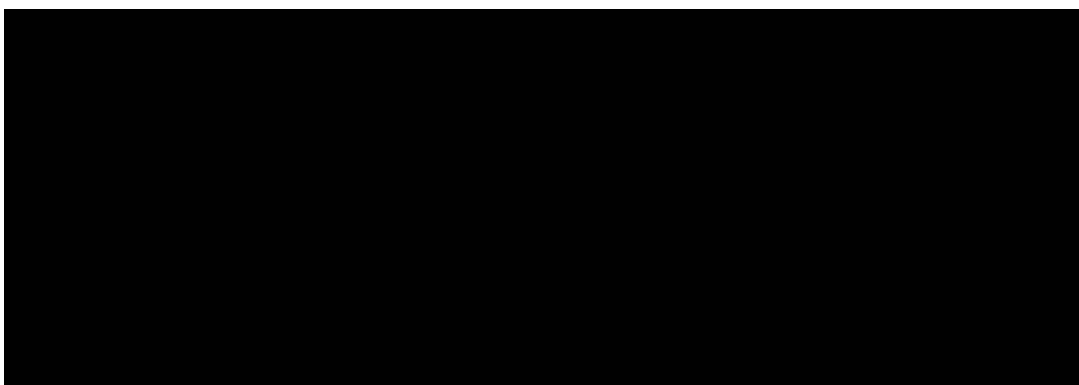
Anna Pettersson Skog⁶ som är hortonom menar att den viktigaste aspekten när det gäller raingardens, är växtbäddsuppbyggnaden och genomsläppligheten. Vatten kan under vissa perioder bli stående och det är viktigt att det kan dränera ut så att inte växterna ruttnar. Inblandning av pimpsten gör att jorden får en ökad genomsläpplighet men också en ökad vattenhållande egenskap, och det resulterar i en bra vattenbalans. Jorddjupet är också viktigt, en djupare växtbädd har en bättre dränerande förmåga. Det är viktigt att välja sådana växter som klarar av extrema förhållanden som stående vatten och torka (Pettersson Skog, A., 2012).

I San Mateo, USA, har man startat ett dagvattenprojekt för att förbättra kvaliteten på dagvattnet samt minska flödet och avrinningen. Projektet inkluderar gröna gator och parkeringsplatser och växtbäddarna kallas *raingardens* (Perry, K. & Dusenbury, R., 2009).

Växtbäddarna kan föra småskalig grönska och känsla av trädgård till hårda stadsmiljöer som komplement till stora stadsträd. De skapar en trivsammare miljö som kan locka till promenader och utomhusvistelse. Både gröna gator och regnträdgårdar kräver regelbunden skötsel och underhåll dels för att de ska fungera så som de är ämnade för men också för att behålla de estetiska kvaliteterna.

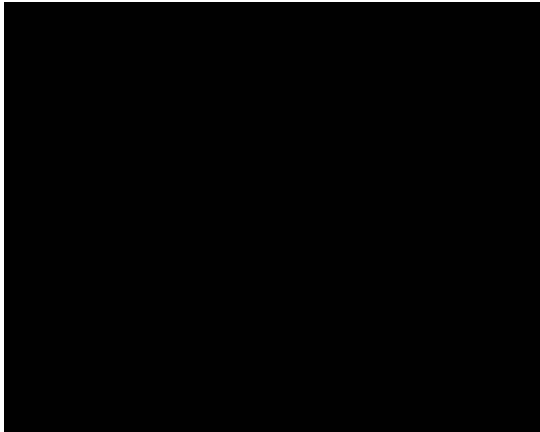


Parkeringsplatser görs om och anläggs så att planteringar får plats längs vägen, San Mateo, USA. Källa: Perry, K. & Dusenbury, R., 2009, s. 25.

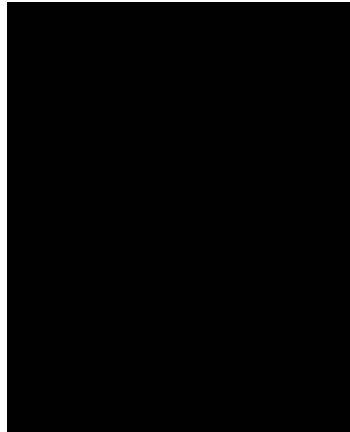


Parkeringsplatser byggs om med mer grönska, San Mateo, USA. Källa: Perry, K. & Dusenbury, R., 2009, s. 27.

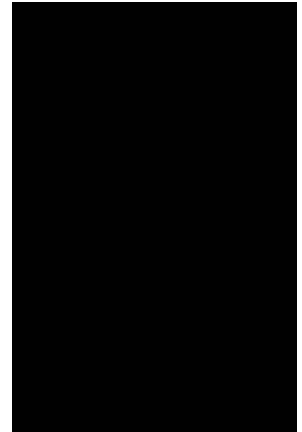
⁶ Anna Pettersson Skog (Sweco) intervjuad av författaren den 26 april 2012.



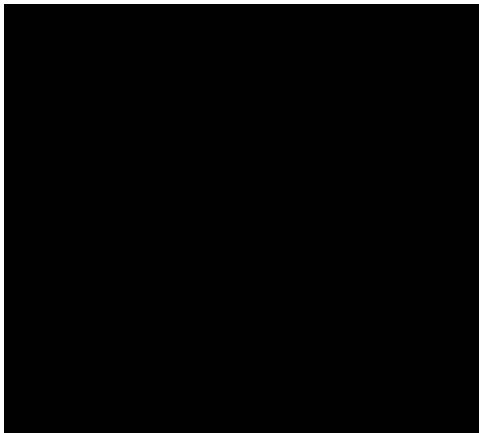
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 43.*



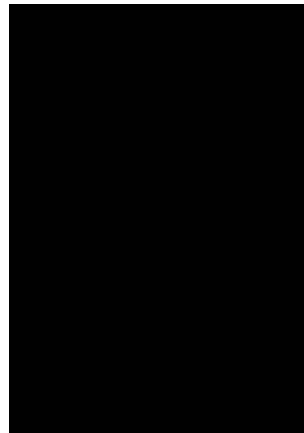
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 51.*



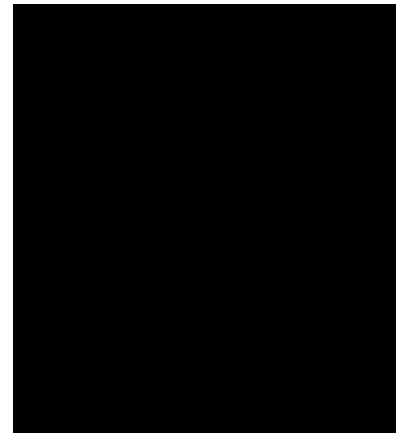
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 51.*



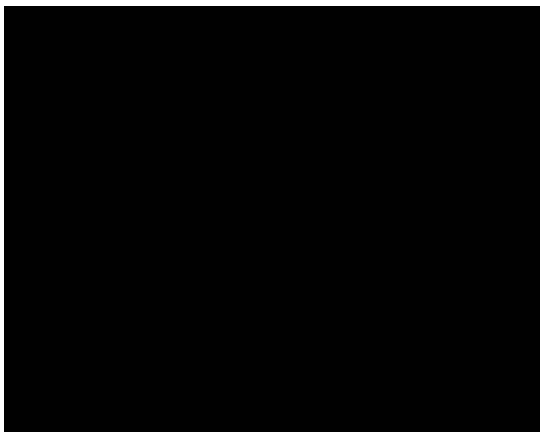
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 51.*



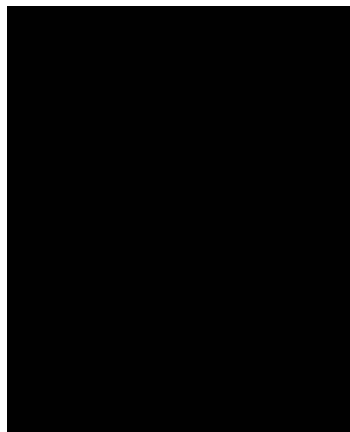
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 43.*



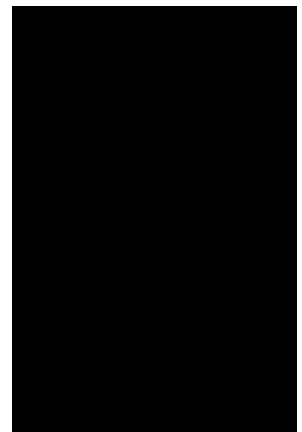
*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 43.*



*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 43.*



*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 51.*



*Källa: Perry, K. &
Dusenbury, R., 2009, s. 39.*

4 DISKUSSION

Kunskaper om dagvattenanläggningars funktion, klimatpåverkan, bedömningsgrunder och bedömningsverktyg har funnits länge men mer måste till för att förverkliga de uthålliga dagvattensystemen (Viklander, M. & Bäckström, M., 2008). Hur ser planeringen av dagvatten av dagvattenhantering ut idag och vad behöver förbättras för att förverkliga en långsiktigt hållbar dagvattenhantering? De som arbetar inom dagvattenområdet har ett stort ansvar att alla samarbetar och strävar efter samma mål. Även tomtägare kan bidra till att mer dagvatten tas omhand redan inne på den egna tomtmarken.

Daniel Stråe⁷ menar att det är viktigt med djärva föregångare (exploatörer/bostadsbyggare) här i Sverige som vågar gå före och visa på möjligheter, ökat kunskaps-/erfarenhets- och informationsutbyte mellan berörda aktörer via kanaler som Dagvattenguiden samt en ökad allmän och politisk insikt om dagvattnets negativa betydelse på vattenmiljöerna i främst storstadsregionerna.

4.1.1 Vikten av planer, strategier och dagvattenpolicys

Strategier kan formuleras för områden som till största del består av hårdgjorda ytor och dagvattenpolicy som är gemensam för alla berörda kommuner inom ett avrinningsområde är av stor vikt (Boverket, 2010a). En dagvattenstrategi kan bland annat innehålla mål för dagvattenhanteringen, en gemensam ståndpunkt om att dagvatten är viktigt att arbeta med både inom planerad och befintlig bebyggelse, strategier för integrering av dagvattnet i stadsplaneringen och för att ta tillvara dagvattnet som en resurs i nya och befintliga områden, reglering av ansvaret för olika delar av dagvattenhanteringen och strategier för hantering av dagvatten vid extrem nederbörd (Svenskt Vatten AB, 2011a).

Redan i planeringsskedet måste kommunens planhandläggare och politiker se till att bebyggelse inte tillåts i områden som kan komma att översvämmas. De viktigaste instrumenten för detta ändamål är Plan- och bygglagen och kommunens översiktsplan (Svenskt Vatten AB, 2007). I översiktsplanen kan sammanhängande stråk för öppen dagvattenhantering redovisas och koppla samman dessa med planering av grönstruktur (Boverket, 2010a). Vid exploatering och bebyggelse av ett område är det viktigt att redan i höjdsättningsskedet ha en plan för dagvattenstrukturen (Hall, K. 2011). För det vatten som inte kan tas om hand av dagvattensystemet vid kraftig nederbörd är det viktigt att i planerna visa vart det tar vägen (Boverket, 2010b). Ibland är frågan så betydande att den påverkar utformningen av nya områden (Hall, K. 2011).

Stråe⁸ menar att tydligare lagstiftning är nödvändig, bl. a. tydligare/ökade möjligheter att styra ny bebyggelse med hjälp av Plan- och bygglagen.

⁷ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

⁸ Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

4.1.2 Balans mellan förtätning och grön- och blåstruktur

Förtätning är bra ur klimatsynpunkt, eftersom det sparar energi, infrastruktur och markresurser men det är samtidigt ett hot mot de gröna och blå ytorna (Forsman, B., 2010). Det är viktigt att det finns en balans mellan stadsförtätning och grön- och blåstruktur (Ibid.). När förtätning av befintlig bebyggelse sker där en grönyta tas i anspråk är det viktigt att konsekvenserna av dagvattensituationen redogörs (Boverket, 2010b).

Det är viktigt att inte bara planera för färre hårdgjorda ytor vid anläggning av nya områden utan också omvandlar redan hårdgjorda ytor, både vertikala och horisontella till genomsläppliga. Vid omgestaltning av torg eller park är det viktigt att plats planeras för både vatten och grönska så att ytan blir en mångfunktionell yta (Boverket, 2010b).

I ett klimatperspektiv finns det stora vinster i att låta tätort och landsbygd dra nytta av varandra i vattenfrågorna. Behovet av att magasinera vatten, utifrån bevattningssyfte, kan komma att bli större då jordbruket och skogsbruket redan idag har behov av tillgång till vatten under torrperioder. Lantbruken och skogsbruken har ofta svårt att utnyttja de stora regnmängder som kan komma sommartid. Magasinering av överflödigt regnvatten kan användas vid bevattning under de torrare perioderna och om anläggningen är tillräckligt stor kan dessutom delar av vinterperiodens överflödiga avrinningsmängd nyttjas (Boverket, 2010a).

Andelen hårdgjord yta i staden behöver bedömas och beslutas vilka av dessa som kan bli mer genomsläppliga. En ständig diskussion bör föras om balansen mellan behov av förtätning och av klimatanpassning (Boverket, 2010a).

4.1.3 Gör rätt från början

Det är betydligt mer tidskrävande att planera för hållbara dagvattenlösningar än planeringen av konventionella dagvattensystem eftersom det är många fler aspekter som måste beaktas (Stahre, P., 2004). För att kunna utveckla en mer översvämningstålig dagvattenhantering behövs kunskap om varför vissa delar av samhällena är mer utsatta för översvämningar än andra. De bakomliggande lokala förhållandena måste undersökas från uppströms liggande markområden, samhällets höjdsättning, val av avloppssystem ned till de nedströms liggande recipienterna där dagvattnet måste ges ett fritt utlopp (Svenskt Vatten AB, 2007). Inom byggande och planering måste klimatsäkring drivas genom hela planeringsprocessen (Boverket, 2010b).

Det är lättare för kommunerna att reglera frågor om lokalt omhändertagande av dagvatten när ett område ska bebyggas än i ett befintligt bebyggt område (Forsman, B., 2010). Vid nybebyggelse behöver vi planera så att problem inte uppstår medan vi i befintlig bebyggelse måste identifiera problem och möjliga åtgärder på lång och kort sikt. Det är förstås mest effektivt att göra rätt från början när en hållbar dagvattenhantering ska säkerställas. Det kan innebära mycket stora kostnader om en fel utformad dagvattenanläggning tvingas byggas om i efterhand (Svenskt Vatten AB, 2011a).

4.1.4 Tydliga direktiv

Hans Bäckman⁹ på Svenskt Vatten menar att funktionskrav i en detaljplan måste vara juridiskt hållbara lika länge som de hus som byggs, annars riskeras att en ny fastighetsägare fyller igen exempelvis diket som reglerar dagvattenflödet. Det är viktigt att i ett tidigt skede fråga sig hur det här området avvattnas och tänka på vad som händer nedströms om en fastighetsägare bestämmer sig för att asfaltera hela tomten. Ett stort problem idag är alla befintliga detaljplaner som ofta inte beskriver mer än att dagvattnet ska hanteras med LOD. Idag är dagvattensituationen sådan att nästan all nederbörd som faller i innerstadsmiljöer måste ledas bort på grund av alla tak och andra hårdgjorda ytor (Bäckman, H., 2012).

Det är viktigt att i detaljplanen inte bara ange att ”Dagvatten ska hanteras med LOD” utan också beskriver hur detta ska gå till. Hur stor fördröjningen ska vara är viktigt att ange och också beskriva hur den hållbara dagvattenhanteringen ska utformas samt vilka ramar och funktionskrav som gäller (Svenskt Vatten AB, 2011a).

5 REFLEKTION

Den globala klimatförändringen är en av de mest angelägna och synliga förändringarna som sker i vår nutida omgivning. Det går inte en dag utan att media presenterar de senaste förutsägelseerna om utvecklingen av jordens klimat. Vatten är ett av de viktigaste temana i denna diskussion. Det är uppenbart att vi i stora delar av världen kommer ha att göra med en ständigt ökande mängd vatten de närmaste årtiondena till följd av smältande glaciärer och kraftigare nederbörd medan andra drabbas av torka. Det är nödvändigt att vi tar denna fråga på allvar och låter denna faktor vara en viktig utgångspunkt i vår samhällsplanering. Vi behöver tänka nytt och inte fastna i gamla vanor och planera som vi alltid gjort.

Under det senaste årtiondet har intresset för dagvattenhanteringen ökat och allt oftare syns öppna dagvattensystem i stadsnära miljöer. Det är en positiv förändring från det traditionella tänkandet, utvecklingen går åt rätt håll. Det är nödvändigt att bygga ett hållbart samhälle och att upplysa befolkningen om utvecklingen är viktigt för att få med sig alla i samma tankesätt. Genom att skapa öppna dagvattensystem kan man upplysa människor om vikten att ta hand om vårt dagvatten och att göra det på ett hållbart sätt som fungerar långsiktigt. Genom att sprida kunskapen om den hållbara dagvattenhanteringen kan det hjälpa till när den enskilda privata tomtägaren ska planera för sitt dagvatten.

Det behövs mer kunskap hos alla inblandade parter, t.ex. landskapsarkitekter, stadsplanerare, geotekniker, VA-ingenjörer, gatuingenjörer, parkingenjörer, exploatörer och politiker. Det är viktigt att olika yrkesgrupper samarbetar och tar del av varandras kunskap. Alla parter tjänar på en högre kunskapsnivå inom ämnet eftersom det ger större möjlighet att vara med och påverka samhällets utveckling.

⁹ Hans Bäckman (doktor i avlopp, Svenskt Vatten) intervjuad av författaren den 21 januari 2012.

Landskapsarkitekter behöver mer undervisning om hållbar dagvattenhantering på utbildningen och även fortbildning i yrkeslivet. Begreppet hållbar dagvattenhantering tas upp på utbildningen i viss mån för att sedan gå tillbaka och tala om vikten av höjdsättning och brunnar. En bredare syn på dagvattenhanteringen behövs i ett tidigt stadium för en blivande landskapsarkitekt eftersom det finns så mycket att utforska i detta ämne.

Att försöka vägleda läsaren bland de olika långsiktigt hållbara dagvattenlösningarna har varit mycket lärorikt för mig själv och en riktig utmaning. Även om en tabell är något som jag själv sökt efter i mitt val av lösningar under utbildningen så har jag insett att det är svårare än jag trodde att försöka dela in lösningarna i olika kategorier och jämföra dem med varandra. Många av lösningarna som t.ex. vid gott underhåll kan ge ett positivt estetiskt intryck kan få människor att koppla dessa lösningar till något negativt om de inte underhålls som de ska. Att försöka återge hur stor plats en lösning kräver har varit svårt att avgöra eftersom flera av lösningarna kan utföras i olika storlekar, t.ex. dammar. Vissa av lösningarna tar stor plats i anspråk men ytan kan samtidigt brukas för andra ändamål, så ur den aspekten tar lösningen knappt någon plats alls, t.ex. fördröjningsmagasin och översvämningsytor.

När jag sökt bland olika litteratur om ämnet långsiktig dagvattenhantering så upplever jag att det är svårt att hitta enkla och sammanfattande beskrivningar. Det behövs fler som forskar inom ämnet och skriver enkla sammanställningar som kan användas både av studenter och yrkesverksamma inom stadsbyggande och privatpersoner.

Något som jag gärna hade kompletterat mitt arbete med och som hade minskat felkällor är studiebesök vid olika dagvattenanläggningar, både i Sverige och i andra länder. Det har jag tyvärr inte haft möjlighet till i detta arbete men det är något som jag kommer att ta med mig till framtida resor. Jag vill fortsätta att lära mig mer om dagvattenhantering och få inspiration från andra länder där utvecklingen kommit längre.

Jag tror att det behövs mer samarbete och workshops mellan studenter från olika utbildningar som berör stadsplanering och stadsgestaltung så att alla får en inblick i varandras yrkesområden. En högre kunskapsnivå hos alla inblandade parter i stadsbyggandet är nyckeln för att förbättra planeringsprocessen ytterligare. Då kan målet att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering med så effektiva och väl fungerande lösningar som möjligt uppnås.

För att uppnå en långsiktigt hållbar dagvattenhantering behöver också privatpersoner bli mer upplysta om att dagvattenfrågan är ett problem, om konsekvenserna av det, om vikten att vi gör något åt det och att ALLA kan vara med och bidra till en förändring. Liksom att sprida kunskap och innebörd av sopåtervinning anser jag att spridningen av kunskap om återvinning av dagvatten är minst lika viktig. LOD är något som skulle kunna etableras på privat mark i mycket större utsträckning än vad det är idag genom att informera fastighetsägare om olika alternativ och de positiva effekterna av att genomföra det.

Gröna tak är t.ex. något som skulle göra en enorm skillnad på vattenflödena i staden om de tillämpades på fler byggnader. Anledningen till att gröna tak inte är mer vanliga tror jag grundar sig i missuppfattningar om att lösningen i längden skulle vara ett dyrare alternativ än ett hårdgjort tak och även innebära risk för fuktskador. Jag tror att gröna tak, och de andra

hållbara dagvattenlösningarna som presenterats i denna rapport, skulle vara mycket mer vanligt förekommande om fler kände till de positiva mervärden som uppstår med dem.

En hållbar dagvattenlösning är inte bättre än en annan. Den bästa lösningen är den som fungerar bäst för den aktuella platsens förutsättningar och för de kvaliteter som önskas uppnå.

6 KÄLLFÖRTECKNING

Tryckta källor:

Beatley, T. (2005) *Framtidens städer – en kommentar till Bo01 (red.) Bo01 Hållbar framtidsstad: lärdomar och erfarenheter*. Västerås: Edita.

Bodén, Å. (2002). *Hammarby Sjöstad BoStad02*. Stockholm: Hammarby Sjöstad, Gatu- och fastighetskontoret.

Boverket (2010a) *Låt staden grönska - klimatanpassning genom grönstruktur*. Karlskrona: Boverket.

Boverket (2010b) *Mångfunktionella ytor- Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. Karlskrona: Boverket.

Dunnet, N. & Kingsbury, N. (2004) *Planting green roofs and living walls*. Timber press.

Embrén, B., Alvem, B-M., Stål, Ö. & Orvesten, A. (2009) *Växtbäddar i Stockholm stad- en handbok*. Stockholm: Stockholms stad.

Exploateringskontoret (2011) *Norra Djurgårdsstaden dagvattenstrategi*. Stockholm: Exploateringskontoret.

Göransson, C. (1994) *Att forma regnvatten – Tankar kring utformningen av dagvattenanläggningar i stadsmiljö*. Stad & land Nr 126. Alnarp: Movium.

Hall, K. (2011) *Dags att tänka rätt och nytt om dagvatten*. Plan, 1-2-2011.

Jansson, E., Lind, B. och Malbert, B. (1992) *Lokal dagvattenhantering - Erfarenheter från några anläggningar i drift*. Svenskt Vatten AB (VA-forsk rapport nr 1992-09)

Junestedt, C., Bergström, R., Larsson, K., Marcus, H.O. & Furusjö, E. (2007) *Dagvatten i urban miljö*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL Rapport B1699.

Kruuse, A. & Widarsson, L-E. (2005) *Första steget mot myllrande mångfald. I Formas (red.) Bo01 Hållbar framtidsstad- lärdomar och erfarenheter*. Västerås: Edita.

Krögerström, L. (2010) *Ta hand om ditt vatten*. Stockholm: Stockholms Stad.

Larm, T. (1994) *Dagvattnets sammansättning recipient påverkan och behandling*. Rapport nr 1994-06. Stockholm: Svenska vatten- och avloppsverksföreningen VAV, KTH och Stockholm Vatten AB.

Larm, T., Holmgren, A. & Börjesson, E. (1999) *Dagvattenstrategi för Stockholm- Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav*. Stockholm: Stockholms stad.

Lönnngren, G. (2001) *Vatten i dagen – Exempel på ekologisk dagvattenhantering*. Stad & land Nr 165. Alnarp: Movium & AB Svensk Byggtjänst.

Miljödepartementet (2007) *Klimat- och sårbarhetsutredningen*. Publikation Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter, SOU 2007:60. Stockholm: Miljödepartementet.

Nikolajew, M. (2008) *Att uppleva vattnet*. Gröna fakta, vol. 3, ss. 3.

Nilsson, P.-A., Andersson, J., Hallin, P.-O. & Hillbur, P. (2005) *Bo01 som modell för framtiden? I Formas (red.) Bo01 Hållbar framtidsstad: lärdomar och erfarenheter*. Västerås: Edita.

Norrköping kommun (1999) *Dagvattenprogram för Norrköpings kommun 2000-2004*. Antagandehandling.

Oxunda vattensamverkan (2007) *Dagvatten i Oxundaåns avrinningsområde - policy, råd och riktlinjer*. Oxunda vattensamverkan.

Perry, K. & Dusenbury, R. (2009) *San Mateo county sustainable green streets and parking lots Design Guidebook*. San Mateo: San Mateo Countywide Water Pollution Prevention Program.

Persson, B., Lind, B. & Bucht, E. (1990) *Plats för regn*. Stad och land Nr 86. Alnarp: Movium & VA-Forsk.

Stahre, P. (2004) *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering - planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten.

Stahre, P. (2004) *Sustainability in urban storm drainage planning and examples*. Stockholm: Svenskt vatten.

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

Svenskt Vatten AB (2007) *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem*. M134. Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Svenskt Vatten AB (2011a) *Hållbar dag- och dränvattenhantering- råd vid planering och utformning*. Publikation P105.

Svenskt Vatten AB (2011b) *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Publikation P104. Solna: Litografia Alfaprint AB.

Ullstad, E. (2008) *Hållbar stadsutveckling - En politisk handbok från Sveriges Arkitekter*. Stockholm: Sveriges Arkitekter.

Ulrich, R. S. (1983) *Aesthetic and affective responses to natural environments*. New York: Plenum Press.

Viklander, M. & Bäckström, M. (2008). *Alternativ dagvattenhantering i kalla klimat*. Rapport Nr 2008-15. Stockholm: Svenskt Vatten.

Elektroniska källor:

Avloppsguiden (2011) *Om Avloppsguiden*. [Elektronisk] Tillgänglig: < <http://husagare.avloppsguiden.se/om-avloppsguiden.html>> [2012-03-01]

Bara mineraler (2011) *Pimpsten*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.baramineraler.se/produkter/pimpsten> [2012-02-10]

Boer, F. (2010) *Watersquares- The elegant way of buffering rainwater in cities*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.waterpleinen.nl/Watersquares.pdf>> [2012-01-18]

Dagvattenguiden (2012) *Om dagvattenguiden*. [Elektronisk] Tillgänglig: < <http://www.dagvattenguiden.se/om-dagvattenguiden.html>> [2012-03-01]

Forsman, B. (2010) *Vattnet kommer från himlen och brunnar*. [Elektronisk] Rapport. Planera bygga bo 6/10. Tillgänglig: http://www.boverket.se/Global/Om_Boverket/Dokument/planera_bygga_bo/2010/Nummer-6/vatten-kommer.pdf [2010-01-23]

Hedberg, T., Pettersson, T., Svensson, G. & Willén, B-M. (2004). *Framtidens vattenrening kräver vassare teknik och kunskapsexport*. [Elektronisk] Rapport. Miljöforskning, Formas. Tillgänglig: <<http://miljoforskning.formas.se/sv/Nummer/Februari-2004/Innehall/Temaartiklar/Framtidens-vattenrening/>> [2012-01-20]

Municipality of Rotterdam, the Schieland and Krimpenerwaard Water Control Board, The Hollandse Delta Water Authority & Delfland Water Control Board (2007). *Waterplan 2 Rotterdam- Working on water for an attractive city*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/Documenten/WATERPLAN_engels.pdf> [2012-01-19]

Mälarenergi (2012) *Vattnets historia*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.malarenergi.se/sv/om-malarenergi/skola/vattensajten/historia/Vattnetshistoria/> [2012-04-23]

SMHI (2009) *Klimatscenarier* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatscenarier-1.3850> [2012-02-27]

SMHI (2011) *Anpassningsplan* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatanpassningsportalen/verktyg/planera-for-anpassning/anpassningsplan-1.5916> [2012-02-27]

Stockholms Stad (2011) *Norra Djurgårdsstaden*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.stockholm.se/norradjurgardsstaden> [2012-02-10]

Stockholm Vatten (2010) *Dagvattenbegreppet* [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.stockholmvatten.se/sv/Vattnets-vag/Avloppsvatten/Dagvatten/>> [2011-05-31]

The National Archives (2011) *Green Streets, Portland, USA*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/case-studies/green-streets>> [2012-01-18]

VA SYD (2010) *Om Peter Stahre* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/Om/Stipendier/peterstahre/Pages/OmPeterStahre.aspx> [2012-02-23]

Världsnaturfonden WWF (2006) *Urvatten, naturvatten, kulturvatten*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.wwf.se/vrt-arbete/vtmarkerstvatten/1129279-levande-skogsvatten-unk> [2012-04-23]

Bildkällor:

Illustrationer: Författaren har gjort alla illustrationer där ingen annan källa namnges

Armstrong, M. (2011) *Your Roof: Once Black, Now Green*. [Elektronisk] The Atlantic. Tillgänglig: <<http://www.theatlantic.com/national/archive/2011/10/your-roof-once-black-now-green/246625/>> [2012-01-19]

Boer, F. (2010) *Watersquares- The elegant way of buffering rainwater in cities*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.waterpleinen.nl/Watersquares.pdf>> [2012-01-18]

Boverket (2010b) *Mångfunktionella ytor- Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. Karlskrona: Boverket.

Engberg, R., Eskilsdotter, S., Orvesten, A. & Stål, Ö. (2010) *Trädhandbok för Uppsala kommun*. Uppsala: Uppsala kommun.

Jurries, D. (2003) *Biofilters- Bioswales, vegetative buffers & constructed wetlands*. Oregon: Department of Environmental Quality.

Kruuse, A. & Widarsson, L-E. (2005) *Första steget mot myllrande mångfald. I Formas (red.) Bo01 Hållbar framtidsstad- lärdomar och erfarenheter*. Västerås: Edita.

Krögerström, L. (2010) *Ta hand om ditt vatten*. Stockholm: Stockholms Stad.

Malmö Stad (2008) *Dagvattenstrategi för Malmö*. Malmö: Malmö Stad

Perry, K. & Dusenbury, R. (2009) *San Mateo county sustainable green streets and parking lots Design Guidebook*. San Mateo: San Mateo Countywide Water Pollution Prevention Program.

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

Svenskt Vatten AB (2007) *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem*. M134. Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Vegtech (2011) *Gröna tak & gårdar*. [Elektronisk] Tillgänglig: < <http://www.vegtech.se/sv/grona-tak---gardar/sedumtak---grona-tak.aspx> > [2012-02-07]

Muntliga referenser:

Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) Nationell konferens om vatten, kretslopp och avlopp, 7-8 april 2011.

Hans Bäckman (doktor i avlopp, Svenskt Vatten AB) intervjuad av författaren den 21 januari 2012.

Daniel Stråe (Dagvattenguiden/WRS) intervjuad av författaren den 7 mars 2012.

Anna Pettersson Skog (hortonom, Sweco) intervjuad av författaren den 26 april 2012.