



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ
Avdelningen för elektronik, matematik och naturvetenskap

Funktion och vegetation för biofilter i kallt klimat

Med fokus på Gävle

Function and vegetation for
bioretention systems in cold climate

With a focus on Gävle

Malin Hiller

2016

Examensarbete, Grundnivå (kandidatexamen), 15 hp
Biologi med ämnesdidaktisk inriktning
Trädgårdsmästarprogrammet med inriktning mot hälsa och design
Examensarbete i Biologi med inriktning mot Trädgårdsmästarkunskap

Handledare: Sandra A.I. Wright
Examinator: Mirjam Åkerblom

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till Cristian Jansson på Samhällsbyggnad Gävle, Gävle kommun och till Michael Bergman på Gavlegårdarna AB för att de ställt upp på intervju till detta examensarbete.

Jag vill också tacka min handledare Sandra A.I. Wright för den handledning hon gett mig och att hon styrt mig i rätt riktning under arbetets gång.

Slutligen vill jag tacka Anna-Lena Wennerberg, Lars Hiller och Carl Eriksson för det stöd och den hjälp de gett mig vid skrivandet av detta arbete. Utan dem hade detta inte varit möjligt!

Malin Hiller, 2016-11-25, Järvsö.

Sammanfattning

Dagvattnet tar ofta med sig stadens föroreningar och därmed kan ett behov av rening finnas, för att skydda recipienten. Ett system för att rena och omhänderta dagvatten är biofilter, som använder sig av de kemiska, biologiska och fysikaliska egenskaper som finns hos jord, mikrober och växter. Biofilter är vanligtvis uppbyggt som en vegetationsbeklädd infiltrationsbädd.

I Gävle leds vanligtvis dagvattnet direkt ut till vattendrag, det är endast en mycket liten andel av dagvattnet som leds till reningsverk. Att det finns ett intresse för biofilter i Gävle har framkommit genom intervjuer med personer som är verksamma i Gävle inom den gröna sektorn.

Syftet med detta arbete är att ge en insikt i hur biofilter fungerar under svenska klimatförhållanden och ge uppslag till växter som skulle kunna passa i ett biofilter om det vore placerat i det klimat som råder i Gävle.

De frågeställningar arbetet ska försöka besvara är:

- Hur fungerar biofilter i kallt klimat
- Vilka växter skulle passa för ett biofilter i Gävle

Arbetet har genomförts som en litteraturstudie där fakta sökt i olika databaser, med sökord som biofilter, bioretention och cold climate. Till växtlistorna som finns i arbetet har fakta söks i bland annat växt databasen Plantarum och trädgårdslitteratur. Även en mindre intervjustudie har gjorts och de personer som har valts för intervjustudien är verksamma inom den gröna sektorn i Gävle och arbetar på företag som har stor inverkan på stadens utformning.

I områden med kallt klimat kan dagvattenhantering med biofilter stå inför en del svårigheter vintertid, så som minskad biologisk aktivitet, temporal frysning och vägsalt. Studier kring biofilters effektivitet och reningskapacitet under kallt klimat har visat att biofilter fungerar bra även under kalla förhållanden.

Vegetationen i ett biofilter har flera funktioner och effekter, bland annat så bidrar de till reningen av metaller, möjliggör sedimentation och bidrar till utvecklandet av biofilm. När man väljer växter till ett biofilter bör man titta på växter som tål torra till normala markförhållanden. Det är också bra att ha en blandning av snabbväxande och långsamväxande arter samt kombinera växter med grunt och djupt rotsystem. Vid val av växter till en stad som Gävle är härdighet en viktig faktor att ta i beaktande, viktigt är också friskt växtmaterial. Med utgångspunkt i detta har förslag på växter sammanställts i olika växtlistor.

Forskningsresultaten kring biofilters prestanda och reningskapacitet under kalla förhållanden indikerar att användandet av biofilter för omhändertagande och rening av dagvatten är ett fungerande system även för områden med kallt klimat. Biofilters användning ser ut att öka i framtiden och då det är ett ganska nytt system i Sverige behöver information spridas och medvetenheten om biofilters funktioner och värden ökas.

Abstract

Stormwater often brings the city's pollutions with it and therefore there might be a need for treatment of the water, to protect the recipient. Bioretention systems are systems for stormwater retention and treatment, that uses the chemical, biological and physical properties inherent to the soil, microbes and plants for pollutant removal. Bioretention systems are typically constructed as an infiltration bed with vegetation upon it.

The city of Gävle usually leads its stormwater directly into small waters, it is only a very small proportion, of stormwater that is led to the sewage treatment plant. That there is an interest in bioretention systems in Gävle has emerged through interviews with people who are active within the green sector in Gävle.

This work aims to provide an insight into how bioretention systems operates under Swedish climate conditions and give suggestions for plants that could fit in a bioretention system if it were placed in the climate of Gävle.

The issues this master thesis will try to answer are:

- How does bioretention systems operate in a cold climate?
- Which plants would be suitable for a bioretention system in Gävle?

This work was conducted as a literature study in which facts have been searched in different databases, with keywords like biofilters, bioretention and cold climate. For the lists of plants that are included in the work, the facts have been searched in, inter alia, the plant database Plantarum and garden literature. A small interview study has also been implemented in the work and the people who have been chosen for the interviews are active in the green sector in Gävle and work at companies that have a major impact on the city design

In areas with cold climates, storm water management with bioretention systems are facing some difficulties in the winter, such as reduced biological activity, temporal freezing and road salt. Studies on bioretention systems efficiency and treatment capacity in cold climates have shown that the bioretention systems works well even in cold conditions.

The vegetation in a bioretention system have multiple functions and effects, among other things, they contribute to the removal of metals, allowing sedimentation and contribute to the development of the biofilm. When choosing plants for bioretention system you should look at plants that tolerate dry to normal ground conditions. It is also good to have a mixture of fast-growing and slow-growing species and combine plants with shallow and deep root system. When choosing plants for a city like Gävle resistance is an important factor to take into consideration, it is also important with healthy plant material. Based on this, suggestions of plants have been compiled in various plant lists.

Research results on bioretention systems performance and treatment capacity in cold conditions indicate that the use of biofilters for stormwater treatment is a working system also for areas with cold climates. The use of bioretention systems appears to be increasing in the future and as it is a rather new system in Sweden there is a need to spread information and awareness about the systems functions and values.

Ordlista

Biofilm

Skikt av mikroorganismer som lever på en vätskeyta eller lever på en yta som är mer eller mindre fast och i kontakt med vatten. Biofilmen består av organismerna själva och komplexa kolhydrater som främst är skapade av organismerna (Malmquist u.å.).

Evapotranspiration

Ett sammanfattande begrepp för den avdunstning som sker från växter och mark. Avdunstningen från mark kallas ofta för evaporation och innebär direkt avdunstning från mark, vatten, snö, is och våta växtdelar. Avdunstningen från växter kallas för transpiration (SMHI 2015).

Hydraulisk konduktivitet

En egenskap hos jord som beskriver den lätthet markens porer tillåter rörelse av vatten (Montana State University Bozeman 2004).

Infiltration

Nedträngande av vatten i mark (Jansson u.å.).

Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD

Att regnvatten eller smältvatten omhändertas på den plats det faller och ges möjligheter att lokalt infiltrera, avdunsta och renas (Gävle kommun 2009).

Recipient

Mottagare, inom miljösammanhang innebär det hav, sjö eller vattendrag som får ta emot restprodukter (Nationalencyklopedin u.å.)

TSS – Total suspended solids

Fasta material som uppslammas i vatten. Materialen kan vara både organiska och oorganiska. (North Dakota Department of Health).

Innehållsförteckning

Bakgrund	1
Dagvatten	1
Biofilter	2
Dagvattenhantering i Gävle.....	5
Syfte	6
Metod	6
Resultat	7
Biofilter i kallt klimat.....	7
Reningsfunktion	8
Vegetation i biofilter	10
Växtval till Gävle	12
Växtlistor.....	13
Diskussion	19
Referenser	22
Bilaga	28

Bakgrund

För ett långsiktigt hållbart samhälle finns ett behov av grönstruktur. Växtlighet har många viktiga funktioner och bidrar till ett bättre klimat i den urbana miljön. Grönskan renar luft och vatten, ger en större biologisk mångfald, sänker temperaturen och skapar skugga. Större grönytor kan omhänderta stora vattenmängder vid översvämningar och de skapar förutsättningar för en omväxlande rekreativmiljö. Därför är det av stor vikt med hållbara lösningar, ur både social, ekonomisk och ekologisk synvinkel, där grönstrukturerna samspelar med de olika intressena som finns i staden. En speciellt viktig aspekt är samspelet med hanteringen av yt- och grundvatten (Boverket 2014).

Vattnets lokala kretslopp har genomgått en stor förändring i och med den utveckling som skett i tätorterna där de hårdgjorda ytorna ökar allt mer. På grund av detta har mängden nederbörd som infiltreras, avdunstar och tas upp av växtlighet blivit betydligt mindre (Gävle kommun 2004).

Dagvatten

Den nederbörd som passerar de hårdgjorda ytorna i stadsmiljön kallas för dagvatten (Gävle kommun 2004). I Statens Naturvårdsverks (SNFS 1994:7, s. 1), idag Naturvårdsverket, författningssamling gällande miljöskydd definieras begreppet dagvatten på följande sätt. *”Nederbördsvattnet, dvs. regn- eller smältvattnet, som inte tränger ned i marken, utan avrinner på markytan”*. Beroende på de ytor dagvattnet passerar över är det mer eller mindre förorenat. För att skydda recipienten kan dagvattnet behöva renas (Gävle kommun 2004)

Vid naturliga förhållanden kan dagvatten tas upp av växter eller renas när det rinner genom marken men i stadsmiljön med dess hårdgjorda ytor rinner vattnet istället undan och tar med sig stadens föroreningar (Stockholm vatten). De föroreningar som kan förekomma i dagvatten är tungmetaller, olja och organiska föreningar, slam med partiklar från asfalt och däck. En stor källa till föroreningarna är vägtrafiken, där de kan komma från vägbanor, däck och avgaser (Vägverket 2014). En annan källa till föroreningarna är den korrosion metallkonstruktioner utsätts för, där slitage och kemisk

påverkan frigör metaller som sedan hamnar i dagvattnet. Att leda ut dagvatten från stadsmiljön direkt till sjöar och vattendrag kan vara problematiskt i och med bristen på naturlig rening. Dagvattnets föroreningar kan påverka vattenmiljöernas djur- och växtliv samt förorena bottenarna och orsaka förhöjda halter av näringsämnen (Stockholm Vatten 2014).

Under vintern används ofta mycket salt i områden med kallt klimat, detta för att motverka is och halka. I områden där temperaturen periodvis är för låg för att snö och is ska kunna smälta av salt används också sand. Då snön töat och gatorna sopats rena från grus och sand finns stora mängder fina partiklar kvar på gatorna, som sedan med smältvattnet transporteras till recipient eller till reningsverk genom rörsystem. Forskning har visat att koncentrationen av föroreningar är högre i smältvatten än i regnvatten. De olika föroreningarna i smältvattnet kan orsaka miljömässiga skador hos vatten, mark, växtlighet och djur (Westerlund & Viklander 2006).

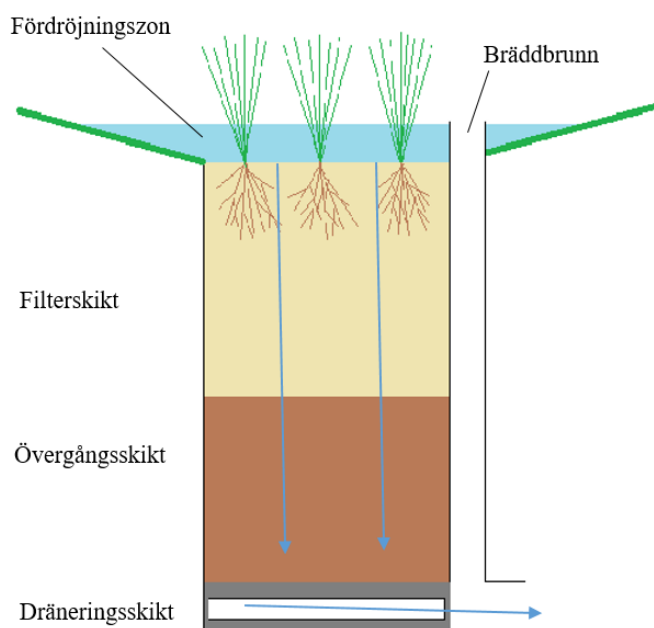
Biofilter

Biofilter är ett system för omhändertagande och rening av dagvatten (Prince George's County 2009) och är vanligtvis konstruerad som ett dike eller en sänka. Diket/sänkan är vegetationsbeklädd och har ett filtermaterial under sig (Blecken 2016). För att få bort föroreningar från dagvatten i ett biofilter nyttjas de kemiska, biologiska och fysikaliska egenskaper som finns hos jord, mikrober och växter (Prince George's County 2009; Minnesota Pollution Control Agency 2008). Biofilter kan också kallas för regnbäddar (Fridell & Jergmo 2015) och på engelska har de ofta benämningarna *rain garden*, *rainwater garden* (Minnesota Pollution Control Agency 2008), *bioretention systems* och *biofiltration systems* (Hunt, Lord, Loh & Sia 2015).

Vid dagvattenhanteringen kan biofilter medföra flera funktioner och effekter. Biofilter kan rena grund- och ytvatten, skydda vattendrag, reducera toppflöden och underhålla grundvatten påfyllnad och basflöden (Davis, Hunt, Traver & Clar 2009). Andra funktioner som biofilter också har är att de bidrar till en biologisk mångfald och är självvattnande anläggningar som kan fungera som ett attraktivt inslag i landskapet.

De kan också påverka det lokala mikroklimatet genom att evapotranspirationen kyler ner den närliggande luften (Facility for Advancing Water Biofiltration (FAWB) 2009; CIRIA 2015).

Ett biofilter är uppbyggt av ett inlopp, filtreringsskikt, ett dräneringsskikt med dräneringsrör, och vegetation. Biofiltret kan också konstrueras med ett övergångsskikt mellan filtreringsskiktet och dräneringsskiktet, och ovanför filtermaterialet kan en fördröjningszon för tillfällig lagring av dagvattnet anläggas (Water by Design 2014). I anslutning till biofiltret bör också en bräddbrunn konstrueras, där det vatten som inte får plats i fördröjningszonen kan avledas. En annan viktig komponent till biofilter är rens- och inspektionsbrunnar, dessa behövs för att kunna se till att drift och kontroll av biofiltret sker på ett säkert sätt (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014). Ett biofilters storlek/yta ovan mark bör vara ungefär 2–4 % av avrinningsområdets storlek, detta för att biofiltrets yta inte ska bli igensatt (CIRIA 2015). Figur 1 visar en ungefärlig uppbyggnad av ett biofilter.



Figur 1. Uppbyggnad av biofilter, principskiss.

Figuren visar hur ett biofilter kan vara uppbyggt med olika markskikt, fördröjningszon för dagvattnet och bräddbrunn där överskottsvatten leds bort. Figuren visar också dagvattnets väg genom biofiltret. Bildkälla: Malin Hiller

Vegetationen i ett biofilter har flertalet funktioner, bland annat så är den viktig för den långsiktiga funktionen och hjälper till att rena dagvattnet från föroreningar (Water by Design 2014).

Tekniken med biofilter för dagvattenhantering utvecklades i Prince George's County, i Maryland, USA (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014). Metoden att använda sandbaserade växtjordar med underliggande dräneringslager för att få en växtbädd som kan ta emot stora mängder regnvatten och klara belastning började utvecklas under 1950-talet då man började laborera med specialbäddar till golfgreenar (Fridell & Jergmo 2015). Kring 1990 började man undersöka om det var möjligt att genom naturlig infiltrering ta hand om dagvatten istället för att leda ut det obehandlat till recipienten (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014). Här provade man att använda nedsänkta växtbäddar, vilket fick ett mycket gott resultat och tekniken började att spridas världen över (Fridell & Jergmo 2015).

Biofilter är ett anpassningsbart system då det kan utformas på många olika sätt, med varierande storlek och utseende. Det kan anläggas som en del i det befintliga landskapet utan tydliga linjer eller också utformas som ett tydligt inslag i den omgivande miljön (Water by Design 2014). Utformningen av ett biofilter är beroende av de lokala förutsättningarna som råder på platsen där det ska anläggas. Viktiga aspekter som påverkar utformningen är det omgivande markmaterialet, avrinningen och de växter som finns på platsen. Även siktsträckor för trafik, placeringen av infrastruktur och estetiska aspekter är viktigt att ta i beaktande vid utformningen av biofilter (Prince George's County 2009). Biofilter kan anläggas på flera olika platser i den urbana miljön, bland annat i gatulandskapet, på offentliga platser, i parker eller i anslutning till naturmark (Water by design 2014). De kan också anläggas i anslutning till parkeringsplatser eller på privat mark (Prince George's County 2009).

Användandet av biofilter för dagvattenhantering är ännu inte så utbrett i Sverige och kunskapen om hur biofilter fungerar under vintern och vilka växtarter som passar för svenska förhållanden är låg (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014). I och med detta finns det ett behov av en ökad kunskap kring biofilters funktion i områden med kallt klimat och kring vilka växter som kan klara de svenska förhållandena samt de förutsättningar biofilters växtmiljö innebär.

Dagvattenhantering i Gävle

Gävle är centralort i Gävle kommun och staden är belägen vid Gavleåns och Testeboåns utlopp i Gävlebukten (Bergman, Edlund & Selinge u.å.) och ligger i odlingszon 4 (Riksförbundet svensk trädgård u.å.)

I Gävle kommun strävar man efter att bli en av de bästa miljökommunerna i Sverige och har i och med detta satt upp flertalet miljömål. De övergripande målen gällande natur är att bevara och stärka den biologiska mångfalden samt stärka och utveckla de mark- och vattenområden som har särskild betydelse för rekreation. De övergripande målen för vatten är att man för råvatten och dricksvatten ska ha ett långsiktigt hållbart skydd och den ekologiska och kemiska statusen ska vara god för alla vattenförekomster. Där ingår det att dagvattenhanteringen ska vara väl fungerande och man vill minska de utsläpp av föroreningar som förekommer via dagvatten (Gävle kommun 2014).

Dagvattnet från Gävle leds vanligtvis direkt till mindre vattendrag via diken och ledningssystem för att sedan ledas vidare till Gavleån, Testeboån eller Inre fjärden. Andelen dagvatten som leds vidare och behandlas i reningsanläggningar är mycket liten (Gävle kommun 2009). Gävle kommuns dagvattenpolicy (2004) innehåller ett antal riktlinjer för dagvattenhanteringen i kommunen. Bland annat så vill man att där det är motiverat och möjligt ska lokalt omhändertagande av dagvatten genomföras och smutsigt dagvatten ska separeras från rent.

I Gävle finns det ett intresse för biofilter för dagvattenhantering. Enligt Cristian Jansson¹, parkingenjör på Gävle kommun, har man funderingar på att använda biofilter i staden och man har pratat om att det på prov skulle kunna anläggas på parkmark. Jansson menar att biofilter skulle kunna vara ganska enkla, okomplicerade lösningar men att det då gäller att göra rätt från början, man behöver tänka till från start. Även hos bostadsbolaget Gavlegårdarna AB är man intresserad av biofilter, det uppger Landskapsarkitekten Michael Bergman². Han skulle vilja anlägga detta på prov för att se om det kan fungera. Bergman anser att det finns ett behov av ett annat angreppssätt gentemot dagvatten och ser i detta biofilter som en möjlighet.

¹ Cristian Jansson Parkingenjör Samhällsbyggnad Gävle, Gävle kommun, personlig intervju den 16 november 2016

² Michael Bergman Landskapsarkitekt Gavlegårdarna AB, personlig intervju den 15 november 2016

Syfte

Arbetets syfte är att ge en insikt i hur biofilter kan fungera under svenska klimatförhållanden. Syftet är också att ge uppslag till växter som skulle kunna passa i ett biofilter om det vore placerat i det klimat som råder i Gävle.

De frågeställningar som arbetet kommer försöka besvara är:

- Hur fungerar biofilter i kallt klimat?
- Vilka växter skulle passa för ett biofilter i Gävle?

Avgränsningar

Det finns många delar av biofilter som kan studeras och tas upp. Detta arbete kommer främst att titta på vad forskningen säger om funktionen under kalla förhållanden och vilken vegetation som kan passa i Gävle. Arbetet kommer inte att gå in på systembeskrivning av biofilter eller den tekniska konstruktionen av systemet.

Metod

Arbetet har genomförts genom litteraturstudie där fakta till har sökts i databaserna Google, Google scholar och Discovery. De sökord som används är bland annat: biofilter, regnbäddar, dagvattenhantering, bioretention, cold climate, stormwater management. Till växtlistorna har fakta sökts i Moviums databas Plantarum, florum, trädgårdslitteratur och plantskolekataloger.

Även en mindre intervjustudie har genomförts. Detta för att få en inblick i hur man tänker kring växtval i Gävle och hur man ser på biofilter. De personer som har valts för intervjustudien är verksamma inom den gröna sektorn och arbetar på företag som har stor inverkan på stadens utformning. För de frågor som ställdes i intervjuerna och dess svar, se bilagan i slutet av arbetet.

Resultat

Biofilter i kallt klimat

I områden med kallt klimat kan dagvattenhantering med biofilter stå inför en del svårigheter vintertid. De problematiska aspekterna är minskad biologisk aktivitet i biofiltret, temporal frysning som kan medföra att sprickor uppstår i filterskiktet, snöfall och snösmältning, vägsalt samt potentiellt höga föroreningsnivåer (Blecken, Marsalek & Viklander 2011).

I ett biofilter bör markmaterialet baseras på naturlig jord eller modifierad jord och materialet kan vara av kiselhaltigt eller kalkhaltigt ursprung (Facility for Advancing Water Biofiltration (FAWB) 2008). Vanligtvis är det material som används enklare sand- eller jordblandningar innehållandes en mindre andel lera (Blecken 2016). I vissa fall har biofilter också ett 50–100 mm tjockt kompostlager ovanpå filtermaterialet (Blecken 2010). Filtreringsskiktets syfte i biofilter är framförallt att rena dagvatten från föroreningar samt möjliggöra för vegetation (Water by design 2014). För att biofiltret ska generera en god reningseffekt behöver filtermaterialet ha en tillräckligt låg infiltrationskapacitet så att vattnet är i kontakt med filtret under en tillräckligt lång tidsrymd, detta för att få en effektiv reningsprocess. För en effektiv rening krävs också att filtermaterialet har kemiska egenskaper som gör det möjligt för reningsprocesserna att äga rum, filtret behöver ha en infiltrationskapacitet som är tillräckligt hög för att reducera bräddning i biofiltret samt ha de kemiska och fysikaliska egenskaper som krävs för att ett växtliv ska kunna stödjas i biofilter (Blecken 2016).

I områden med kallt klimat, under vintern och töperioden, är infiltration av vintervatten en central faktor i biofilters prestanda (Muthanna, Viklander & Thorolfsson 2008). För att infiltrationen i ett biofilter ska bli lyckad krävs det att vattnet filtreras genom filtermaterialet och att infiltrationshastigheten är tillräckligt hög. Det finns ett nära samband mellan vattnets infiltration i frusen mark och den fukt marken innehöll då den frös (Blecken et al. 2010).

Det kan bildas tre olika sorters tjäle när marken fryser: kompakt tjäle, porös tjäle och småkornig tjäle. Vilken sort som bildas beror på mängden fukt marken innehåller när den fryser. När marken är helt mättad bildas kompakt tjäle, när markfukten är medelhög bildas porös tjäle och när marken är omättad bildas småkornig tjäle. Den småkorniga tjälen ger en mer genomtränglig mark. (Muthanna, Viklander & Thorolfsson 2008). Om det finns vatten kvar i porerna i filtermaterialet när tjälen går ner i marken kan det bildas ett fryst skikt som är svår genomträngligt och har mycket låg eller ingen infiltrationsförmåga. Detta sker om filtermaterialet består av ett särskilt finpartikulärt material med låg hydraulisk konduktivitet. Om filtermaterialet istället består av ett grövre material med hög hydraulisk konduktivitet kan markens vattenhalt göras så liten som möjligt (Blecken 2016).

I en studie där man tittade på biofilters effektivitet under kalla förhållanden fann man att biofilter har hög hydrologisk prestanda både under varma och kalla förhållanden. Skillnader i prestandan under kallt och varmt klimat påträffades med signifikant högre utflödesvolym och lägre flödesfördröjning, högre topphastighet för utflödet och längre fördröjning av toppflöden för kalla förhållanden. Trots dessa skillnader var effektiviteten hos biofiltret hög under de kalla förhållandena (Khan, Valeo, Chu, van Durin 2012a). I samma studie undersökte man också hur effektiva biofilter var på att förbättra vattenkvalité. Där tittade man bland annat på effekten av kalla förhållanden och man fann att kalla klimatförhållande inte hade någon signifikant påverkan på prestandan hos biofilter (Khan, Valeo, Chu, van Durin 2012b).

Reningsfunktion

I biofilter kan dagvatten renas från ett stort antal föroreningar. Reningen av TSS och metaller är framför allt effektiv, reningsgraden för dessa föroreningar överstiger ofta 95% (Blecken, Marsalek & Viklander 2011). De metaller som kommer in i biofilter är för det mesta partikelbundna vilket gör att den mekaniska infiltrationen av dagvatten bidrar stort till reningen av partikelbundna metaller (Blecken 2010). Även lösta metaller kan renas i biofilter, detta sker genom processer som växtupptag och sorption. Att lösa metaller i dagvatten kan renas är mycket viktigt ur biologisk synpunkt då de

kan tas upp av biologiska organismer, vilket gör att det påverkar vattenlevande organismer mycket negativt (Blecken, Marsalek & Viklander 2011).

De processer som framförallt påverkar reningen av metaller i biofilter är oftast oberoende av temperatur och det har påvisats genom forskning att biofilter är effektiva i reningen av metaller, och då framförallt partikelbundna metaller, även vid låga temperaturer (Blecken, Marsalek & Viklander 2011). I en studie kring rening av tungmetaller i biofilter i kallt klimat fann man att flödesfördröjningen var hälften så stor under april jämfört med augusti, detta på grund av att marken var halvfrusen och biomassan ovan jord var mindre under april. Trots detta var reduktionen av metaller relativt hög även under april månad, med en reningsgrad på 90% för zink, 83% för bly och 60% för koppar (Muthanna, Viklander, Gjesdahl & Thorolfsson 2007).

Biofilters kapacitet att rena smältvatten från vägar/vägdiken undersöktes i en studie och den visade att biofilter har en relativt god förmåga att rena smältvatten, där reningsgraden för zink, koppar, bly och kadmium låg mellan 81–99% (Muthanna, Viklander, Blecken & Thorolfsson 2007).

Biofilters reningskapacitet gällande näringsämnen har visats vara varierande, vilket kan bero på komplexiteten hos de olika näringsämnenas kemi. Reningen av näringsämnen kompliceras också av att det finns risk för läckage hos biofiltrets filtermaterial och vegetation (Davis et al. 2009). Reningen av fosfor har visats vara effektiv och studier pekar på en minskning med 60-80% i biofilter. Effektiviteten hos rening av kväve har dock visats vara betydligt mindre (Prince George's County 2009).

I en studie som undersökte effektiviteten hos biofilter gällande rening av näringsämnen och sediment under låga temperaturer fann man att temperaturen inte påverkade reningen av fosfor eller TSS. Reningen av kväve var däremot dålig och man såg en stor urlakning av ämnet, vilket ökade med temperaturen. Man såg också en minskning av kväverelaterade biologiska processer vid låga temperaturer vilket resulterade i att inget nettokväve läckte ut (Blecken et al. 2010).

Vegetation i biofilter

I biofilter kan träd, buskar, gräs och perenner planteras, och där har vegetation ett flertal funktioner och effekter. Växtligheten kan dämpa hastigheten på det inkommande dagvattnet, vilket gör att de uppslammade partiklarna kan sedimentera i biofiltret och hindra sediment från att virvla upp av vind eller vattenströmmar (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014). Vegetationen bidrar också till reningen av föroreningar och kan förhindra att filtret sätt igen då deras rötter öppnar upp markens porstruktur (Blecken 2016). Vegetationen bidrar till reningen genom att de kan ta upp föroreningarna direkt, men också genom att de påverkar biofiltrets pH och bidrar till utvecklandet av biofilm och förser mikrolivet med syre och kolhydrater. (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm 2014).

I Svenskt Vattens kunskapssammanställning om dagvattenrening skriver Blecken (2016) att den sorts växter som kan stå i biofilter kan hittas i miljöer som t.ex. en fuktängsbiotop. Enligt Lindfors, Bodin-Sköld & Larm bör det växtmaterial (2014) som väljs till ett biofilter klara torra till normala markförhållanden och enligt Water by Design (2014) så bör växter som är anpassade till fuktiga markförhållanden och längre våtperioder inte väljas då de oftast inte klarar långa perioder med torra.

Vid val av växter till ett biofilter är det också viktigt att tänka på att växternas tillgång på vatten påverkas av vart i anläggningen de placeras. I utkanten av större biofiltersanläggningar kan det vid mindre regn finnas en risk att området inte får något stående vatten, vilket gör att de växter som placeras här bör vara mer torktåliga än de växter som placeras närmare inloppet till biofiltret. Vid inloppet bör tåliga växter placeras som också klarar blöta förhållanden då de kan bli utsatta för översvämningar och höga flödes hastigheter (FAWB 2009; Hunt et al. 2015).

I ett biofilter är det också bra att ha en blandning av snabbväxande arter och långsamväxande. De snabbväxande arterna ger en snabbare etablering och täcker biofiltrets yta, vilket hindrar ogräsetablering och minskar risken för erosion. Det stora näringsbehov de snabbväxande arterna har möjliggör också ett upptag av föroreningar och deras korta livscykel ger biofiltret tillgång till organiskt material. De långsamväxande arterna medför en gradvis ökning av lagringskapaciteten och föroreningsupptaget i biofiltret genom sin vanligtvis större storlek och välutvecklade

rotsystem. En kombination av växter med grunt och djupt rotsystem maximerar biofiltrets kapacitet att rena föroreningar på alla djup i systemet (Water by Design 2014).

Vegetationen i ett biofilter bör planteras tätt, då en tät plantering ger täta rotsystem och gör att infiltrationskapaciteten kan upprätthållas. Detta medför också att biofiltret får en porös yta och gör att inkommande vatten blir jämnare fördelat över ytan.

En tät plantering ökar också den mängd vatten som avdunstar vid evapotranspirationen, vilket i sin tur minskar mängden dagvatten i systemet. (Hunt et al. 2015)

Som ett skydd mot långa perioder av torra kan biofiltret konstrueras med en vattenmättad zon. Den vattenmättade zonen fungerar som ett stöd för vegetationen och det mikrobiella livet i biofiltret vid långvarig torra då den har ett konstant vatteninnehåll. Om den vattenmättade zonen har ett djup på 300 mm kan den skydda mot uttorkning i upp till fem veckor av kontinuerligt torrt väder (FAWB 2009). Om träd ska planteras i biofiltret bör biofiltret ha en vattenmättad zon för att minska risken för att trädrötter blockerar dräneringsrör och filterskiktets djup bör vara minst 700 mm djup (Water by Design 2014).

Biofilter kan också konstrueras med en fördröjningszonen vars syfte är att sprida dagvattnet över biofiltrets hela yta och tillfälligt lagra vattnet innan det infiltreras i biofiltret (Water by Design 2014). Man rekommenderar att fördröjningszonen har en tömningstid på 12–48 timmar, detta utifrån vilken vegetation man vill ha och vilken reningseffekt man är ute efter. Den rekommenderade hastigheten för bortdräneringen av det lagrade dagvattnet beror på att det behöver finnas utrymme i fördröjningszonen för ett nytt regnväder. Den rekommenderade tömningstiden beror också på att det inte ska bildas syrefattiga situationer under för lång period, för vegetationens skull (Fridell & Jergmo 2015).

För att främja viss planttillväxt kan organiskt material tillsättas till biofiltret, dock bör man se till att näringsinnehållet i det organiska materialet inte är för högt. Detta för att undvika näringsläckage. Det kan också vara bra att se till att det organiska materialet enbart finns i den övre delen av filterskiktet (FAWB 2009).

Växtval till Gävle

När man väljer växter till den urbana miljön måste man ta hänsyn till platsen unika förutsättningar, dess klimat och markförhållanden (Lagerström & Sjöman 2007).

Att välja växter till en stad som Gävle handlar först och främst om att välja växter utifrån härdighet. Detta menar Landskapsarkitekten Michael Bergman³. Han arbetar på bostadsbolaget Gavlegårdarna AB, och för dem är det också viktigt med planteringar som ser bra ut, i och med att de har de boendes åsikter att ta hänsyn till. En annan viktig aspekt enligt Bergman är att den biologiska mångfalden gynnas, att det är miljöer som också är attraktiva för insekter och djur. Enligt Cristian Jansson⁴, parkingenjör på Gävle kommun, är det också viktigt att välja friska växter, man vill inte ha in sjukdomsbenägna sorter i staden.

I den urbana miljön finns de flera faktorer som påverkar vegetationen, många av dem negativt. I städer är mark- och lufttemperaturerna förhållandevis höga, luften och marken är torr och jorden kan vara förorenad och ha högt pH (Sjöman & Lagerström 2007).

Vanligtvis kan man placera växter som är härdiga i zon 3 i Gävle menar Cristian Jansson⁵, men till ett biofilter skulle han välja sorter som är härdiga från zon 4. Ska växterna klara stressen av att stå bland hårdgjorda ytor och den typen av växtbädd som biofilter är, då är det bättre med zon 4 menar han. Jansson anser också att de växter som placeras i ett biofilter bör vara torktåliga och att man bör ha i åtanke, när man väljer växter, att detta är anläggningar som inte har obegränsad livslängd och kan behövas grävas om. I och med detta kan det vara bra att välja växter som är lätta att byta ut, så som buskar och mindre träd.

³ Michael Bergman Landskapsarkitekt Gavlegårdarna AB, personlig intervju den 15 november 2016

⁴ Cristian Jansson Parkingenjör Samhällsbyggnad Gävle, Gävle Kommun, personlig intervju den 16 november 2016

⁵ Cristian Jansson Parkingenjör Samhällsbyggnad Gävle, Gävle Kommun, personlig intervju den 16 november 2016

Växtlistor

Här följer ett urval av växter som kan passa i ett biofilter från odlingszon 4. De växter som har valts är framför allt arter som klarar torra och magra markförhållanden. Det kan förekomma att olika namnsorter till de valda arterna också kan passa för dessa markförhållanden. Växtlistorna är sammanställda av författaren. Följande litteratur har använts: Hansson, B. & Hansson, M. (2011). *Perenner Våra trädgårdsväxter*. 3. uppl., Stockholm: Norstedts; Movium (u.å.) *Plantarum*. <http://plantarum.slu.se/?nav=home#> [2016-11-25]; Ståhl, P. (red.) (2016). *Gästriklands flora*. Uppsala: SBF-förlaget; Stångby plantskola AB (u.å.). *Stångbykatalogen 2013 2014*. [plantskolekatalog]; VegTech AB (u.å.). *Plantor för markmiljöer*. http://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_katalog_Plantor.pdf [2016-11-23]

Tabell 1. Växter som tål att stå i skugga

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Amelanchier 'Ballerina'</i>	Häggmispel	Träd	Zon 5	Sol – halvskugga	5-6 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Amelanchier alnifolia</i>	Häggmispel	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	2,5 m	Vita blommor, maj	Skjuter rotskott, Får bär
<i>Amelanchier lamarckii</i>	Häggmispel	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	5-6 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Amelanchier spicata</i>	Häggmispel	Buske	Zon 7	Sol – halvskugga	3-5 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Aronia x prunifolia</i>	Slånaronia	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	2-3 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Spiraea salicifolia</i>	Häckspirea	Buske	Zon 7	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Rosa blommor, juni-juli	Skjuter rotskott

Tabell 2. Växter för soligt läge

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Prunus sargentii</i>	Bergskörbär	Träd	Zon 5	Sol-halvskugga	7-9 m	Rosa blommor, april-maj	Vill ha vindskydd
<i>Caragana frutex</i>	Lyckobladsbuske	Buske	Zon 6	Sol	0,7-1,2 m	Gula blommor, maj	
<i>Lonicera maackii</i>	Koreanskt try	Buske	Zon 5	Sol	3-5 m	Vita blommor, maj-juni	Får bär
<i>Prunus pumila</i> var. <i>depressa</i>	Sandkörbär	Buske	Zon 5	Sol	0,1-0,7 m	Vita blommor, maj-juni	
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färgkulla	Perenn	B	Sol	20-80 cm	Gula blommor, juni-sept	
<i>Anaphalis triplinervis</i>	Ulleternell	Perenn	A	Sol	25-50 cm	Vita blommor, juli-aug	Gynnas av kalk
<i>Eryngium planum</i>	Rysk marton	Perenn	B	Sol	50-100 cm	Blåa blommor, juli-aug	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	Vårtörel	Perenn	A	Sol	25-50 cm	Gula blommor, maj	
<i>Sedum acre</i>	Gul fetknopp	Perenn	A	Sol	10 cm	Gula blommor, juni	Marktäckare
<i>Stachys byzantina</i>	Lammöron	Perenn	A	Sol	10-25 cm		Gynnas av kalk
<i>Briza media</i>	Darrgräs	Gräs	B	Sol	25-50 cm		
<i>Koeleria glauca</i>	Tofsäxing	Gräs	B	Sol	25-50 cm		
<i>Stipa pennata</i>	Fjädergräs	Gräs	C	Sol	25-50 cm		

Tabell 1. Pollinerarväxter

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Achillea millefolium</i>	Röllika	Perenn	A	Sol	20-70 cm	Vita blommor, juni-okt	Underjordiska utlöpare
<i>Calamintha nepeta</i>	Stenkyndel	Perenn	B	Sol	25-50 cm	Blå, lila blommor, juni-okt	Gynnas av kalk
<i>Echinops bannaticus</i>	Blå bolltistel	Perenn	C	Sol	90-100 cm	Blå blommor, juli-sept	Frösår sig
<i>Eryngium giganteum</i>	Silvermarion	Perenn	B	Sol	50-100 cm	Silver/grå blommor, juli-aug	Gynnas av kalk
<i>Nepeta x faassenii</i>	Kantnepeta	Perenn	C	Sol	30-60 cm	Lilablå blommor, maj-sept	
<i>Salvia nemorosa</i>	Stäppsalia	Perenn	B	Sol	25-50 cm	Lila blommor, juni-sept	Gynnas av kalk
<i>Salvia officinalis</i>	Kryddsalvia	Perenn	C	Sol	25-50 cm	Lila blommor, juni-juli	Gynnas av kalk
<i>Thymus serpyllum</i>	Backtimjan	Perenn	B	Sol	3-10 cm	Lila blommor, juni-aug	Marktäckare
<i>Thymus vulgaris</i>	Kryddtimjan	Perenn	B	Sol	10-25 cm	Rosa, lila blommor, juni-juli	

Tabell 2. Växter som tål vind

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Amelanchier 'Ballerina'</i>	Häggmispel	Träd	Zon 5	Sol – halvskugga	5-6 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Betula pendula 'Crispa'</i>	Fransbjörk	Träd	Zon 5	Sol	12-15 m		
<i>Prunus serotina</i>	Glanshägg	Träd	Zon 4	Sol-halvskugga	9-12 m	Vita blommor, maj-juni	Får bär
<i>Aronia melanocarpa</i>	Svartaronia	Buske	Zon 6	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Vita blommor, maj	
<i>Aronia x prunifolia 'Viking'</i>	Svartaronia	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Betula nana</i>	Dvärgbjörk	Buske	Zon 8	Sol	0,7-1,2 m		
<i>Caragana arborescens</i>	Sibirisk ärtbuske	Buske	Zon 8	Sol	3-4 m	Gula blommor, maj	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Havtorn	Buske	Zon 6	Sol	3-5 m		Får bär
<i>Lonicera syringantha</i>	Syrentry	Buske	Zon 5	Sol-halvskugga	1,2-2 m	Rosa blommor, maj-juni	Doftar
<i>Lonicera tatarica</i>	Rosentry	Buske	Zon 6	Sol – halvskugga	2-3 m	Rosa blommor, juni	Får bär
<i>Lycium barbarum</i>	Bocktörne	Buske	Zon 4	Sol	1,5-2 m	Lila blommor, maj	Får bär
<i>Rosa rugosa</i>	Vresros	Buske	Zon 5	Sol	2,5 m	Röda blomor, juni-sept	Skjuter rotskott, får nypon
<i>Salix repens 'Geen Carpet'</i>	Krypvide	Buske	Zon 5	Sol	0,2 m	Gula blommor, april	Mattbildande
<i>Spiraea salicifolia</i>	Häckspirea	Buske	Zon 7	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Rosa blommor, juni-juli	Skjuter rotskott
<i>Thymus vulgaris</i>	Kryddtimjan	Perenn	B	Sol	10-25 cm	Rosa, lila blommor, juni-juli	
<i>Stachys byzantina</i>	Lammöron	Perenn	A	Sol	10-25 cm	Rosa, lila blommor, juni-juli	Gynnas av kalk
<i>Festuca glauca</i>	Blåsvingel	Gräs	B	Sol	25-50 cm		
<i>Festuca mairei</i>	Atlassvingel	Gräs	B	Sol	50-100 cm		

Tabell 3. Växter som tål salt ¹

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Betula pendula</i> 'Youngii'	Tårbjörk	Träd	Zon 6	Sol	5-7 m		
<i>Amelanchier lamarckii</i>	Häggmispel	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	5-6 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Amelanchier spicata</i>	Häggmispel	Buske	Zon 7	Sol – halvskugga	3-5 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Aronia melanocarpa</i>	Svartaronia	Buske	Zon 6	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Aronia x prunifolia</i> 'Aron'	Svartaronia	Buske	Zon 7	Sol – halvskugga	0,7-1,2 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Caragana arborescens</i>	Sibirisk ärtbuske	Buske	Zon 8	Sol	3-4 m	Gula blommor, maj	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Havtorn	Buske	Zon 6	Sol	3-5 m		Skjuter rotskott, får bär
<i>Lycium barbarum</i>	Bocktörne	Buske	Zon 4	Sol	1,5-2 m	Lila blommor, maj	Skjuter rotskott
<i>Rosa rugosa</i>	Vresros	Buske	Zon 7	Sol	2,5 m	Rosa blommor, juni-sept	Skjuter rotskott, får nypon
<i>Achillea millefolium</i>	Röllika	Perenn	A	Sol	20-70 cm	Vita blommor, juni-okt	Underjordiska utlöpare
<i>Achillea filipendulina</i>	Praktröllika	Perenn	B	Sol	50-100 cm	Gula blommor, juni-aug	Gynnas av kalk
<i>Antennaria dioica</i>	Kattfot	Perenn	A	Sol	5-30 cm	Rosa blommor, maj-juli	Ovanjordiska utlöpare
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färgkulla	Perenn	B	Sol	20-80 cm	Gula blommor, juni-sept	
<i>Dianthus deltoides</i>	Backnejlika	Perenn	B	Sol	10-30 cm	Rosa blommor,	
<i>Helictotrichon sempervirens</i>	Silverhavre	Gräs	B	Sol	50-100 cm		
<i>Leymus arenarius</i>	Strandråg	Gräs	B	Sol	100-150 cm		

Tabell 4. Växter som tål vöta ¹

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Växtslag	Härdighet	Ljusförhållande	Höjd	Blomning	Anmärkning
<i>Prunus serotina</i>	Glanshägg	Träd	Zon 4	Sol-halvskugga	9-12 m	Vita blommor, maj-juni	Får bär
<i>Aronia melanocarpa</i>	Svartaronia	Buske	Zon 6	Sol – halvskugga	1,2-2 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Aronia x prunifolia</i>	Slånaronia	Buske	Zon 5	Sol – halvskugga	2-3 m	Vita blommor, maj	Får bär
<i>Betula nana</i>	Dvärgbjörk	Buske	Zon 8	Sol	0,7-1,2 m		
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	Buske	Zon 4	Sol	2-3 m		Skjuter rotskott, gynnas av kalk
<i>Elaeagnus commutata</i>	Silverbuske	Buske	Zon 7	Sol	1,2-2 m		Skjuter rotskott, gynnas av kalk
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Havtorn	Buske	Zon 6	Sol	3-5 m		Skjuter rotskott, får bär
<i>Salix repens</i> 'Geen Carpet'	Krypvide	Buske	Zon 5	Sol	0,2 m	Gula blommor, april	Mattbildande
<i>Salix repens</i> 'Grey Carpet'	Krypvide	Buske	Zon 5	Sol	0,2 m	Gula blommor, april	Mattbildande
<i>Salix repens</i> var. <i>argentea</i>	Sandvide	Buske	Zon 4	Sol	0,7-1,2 m	Gula blommor, april	Mattbildande

Diskussion

I den urbana miljön finns många intressen som vill ha plats i det offentliga rummet; infrastruktur, fordon och människor måste alla få rum på begränsad yta. I och med detta finns det ett behov av miljöer i staden som har flera funktioner och som tar liten yta i anspråk. Miljöer med grönstruktur är viktigt för staden och dess invånare och att då kunna kombinera det gröna med hantering och rening av dagvatten känns som en klar fördel. Dagvatten är ju ett växande problem i och med den urbanisering som allt mer breder ut sig, miljöer med mer hårdgjorda ytor som hindrar vattnet att naturligt infiltreras i marken. Här verkar biofilter vara en bra lösning i och med att de är anpassningsbara i sin storlek och utformning, och att de är just system med flera funktioner. Deras huvudsyfte är reningen av dagvatten och att få in den funktionen i den urbana miljön är ju mycket positivt, att dessutom i detta kunna få in grönstruktur i den urbana miljön är ju ännu mer fördelaktigt, och allt på en relativt liten yta.

I och med den globala uppvärmningen står vi i Sverige inför ett antal klimatförändringar, bland annat kan vi förvänta oss en ökning av perioder med intensiv nederbörd (Boverket 2010). Detta gör att vi i framtiden behöver dagvattenanläggningar som kan ta hand om stora vattenmassor under kort tid. I detta kan dagvattenhantering med biofilter ifrågasättas då den vattenmängd systemet kan ta emot är relativt begränsad och eventuellt överflödesvatten leds bort genom bräddavlopp. Alltså är biofilter inte en optimal lösning när det gäller omhändertagandet av stora mängder dagvatten men i och med att reningskapaciteten är så pass stor fyller de ändå en viktig funktion i dagvattenhanteringen. Att de också kan bidra med estetiska värden och anläggas på mer begränsade ytor gör att de har ett bredare användningsområde än till exempel dagvattendammar, som är svåra att få in i den urbana miljön i och med deras storlek.

Generellt så skiljer sig inte uppbyggnaden av biofilter i olika områden speciellt mycket, grunden är densamma på de flesta platser; en infiltrationsbädd i olika skikt som är klädd med vegetation. I områden där klimatet är kallt och där tjäle går ner i marken om vintern har man dock andra förutsättningar gällande storleken på markmaterialet och, framförallt, vegetationen. Där är det viktigt att man tänker till och väljer ett växtmaterial som är hårdigt och klarar av att växa i platsens klimatzon.

De olika studierna (Blecken et al. 2010; Khan et al. 2012a, 2012b; Muthanna et al. 2007) som gjorts gällande biofilters prestanda och reningskapacitet under kallt klimat visar på en relativt god effekt även under de kalla förhållandena. Man har sett skillnader mellan de olika säsongerna med sämre resultat under vintersäsongen, men effektiviteten är ändå ganska stor under kalla förhållanden. Så trots skillnaderna i prestandan mellan kalla och varma förhållanden så indikerar forskningsresultaten att användandet av biofilter för omhändertagning och rening av dagvatten är ett fungerande system även för områden med kallt klimat. Att kunna ha viss rening av dagvatten gentemot att inte ha någon form av rening alls känns som ett lätt val.

Den stora svårigheten med att anlägga biofilter anser jag vara val av rätt sorts växter. Det finns flertalet tekniska beskrivningar kring delar som filtermaterial, dimensionering och dylikt, däremot är det svårare att finna råd om växtval till biofilter. När man väljer växter är det viktigt att ha en klar bild av ståndorten som råder på platsen. Växtbädden i biofilter är vanligtvis sandbaserad och innehåller oftast endast en mindre andel lera. Alltså har den här typen av växtbädd inte speciellt stor vattenhållande förmåga utan blir väl-dränerad. I och med att biofilter är väl-dränerade och att perioderna mellan nederbördstillfällena kan bli långa och miljön väldigt torr bör den vegetation som placeras i biofilter vara torktålig hellre än att den klarar våta förhållanden. Det kan visserligen bli perioder med stående vatten, men det är endast under relativt kort tid och de torra perioderna är vanligtvis längre än de våta. Att då använda växter som kräver markfukt för att må bra blir här väldigt fel. Växter som tål torra borde klara kortare perioder med våta bättre än vad växter som tål våta borde klara längre perioder med torra. En annan aspekt som spelar in i valet av växter är bäddens näringsinnehåll. Att ha organiskt material i ett biofilter är inte nödvändig men om det ska tillsättas till systemet bör dess näringsinnehåll vara lågt, detta för att undvika näringsläckage. Detta medför att de växer som väljs inte bör ha ett högt näringsbehov. Alltså bör de växter som väljs till ett biofilter klara torra och magra markförhållanden. Ytterligare en aspekt att begrunda är att i områden med kallt klimat så används ofta salt under vintern för att hålla vägar och gångbanor öppna från is. Detta vägsalt tas ofta med av dagvattnet när det rinner över de hårdgjorda ytorna och sedan ner i växtbädden, Därför kan det vara bra att i vissa urbana miljöer välja växter som tål salt, speciellt om växtbädden placeras i anslutning till de hårdgjorda ytor som saltas vintertid.

Blecken (2016) skriver att den sorts växter som kan stå i biofilter kan hittas i miljöer som tex en fuktängsbiotop. Av de arter som där tas upp som lämpliga för biofilter är flertalet av dessa arter som naturligt växer mest på fuktig mark. Att placera denna typ av arter i hårdgjord miljö känns mycket osäkert och risken är nog stor att de inte klarar sig i urban miljö speciellt bra. Den urbana miljön är nämligen i genomsnitt varmare än det kringliggande landskapet, vilket främst beror på städers höga andel hårdgjorda ytor. Sten, asfalt och betong har en högre värmeabsorberande förmåga än vad till exempel trä och plåt har. Den snabba avrinningen av dagvatten i de hårdgjorda miljöerna gör också att stadens mark är mycket torrare (Lagerström & Sjöman 2007). Att då placera växter som vill ha markfukt i denna redan varma och torra miljö i de väl-dränerade växtbäddar som biofilter är ställer jag mig mycket frågande till.

Om våren kan det dock bli en del stående vatten i dessa system, när snötäcket tår och tjäle ännu inte helt gått ur marken. I och med att biofilters markmaterial till största delen är sandbaserade och endast innehåller en mindre andel ler så blir perioden med stående vatten på våren relativt kort, i jämförelse med jordar med högre andel ler, då sandbaserade jordar värms upp snabbt. Dessutom så rekommenderas det att man till biofilter i kallt klimat använder grövre material för att undvika att biofiltret är helt vattenmättat när tjälen går ned i marken och då blir helt fruset. I och med detta bör inte perioden med stående vatten om våren bli alltför lång. Men på grund av det stående vattnet kan det ändå vara bra att i de centrala delarna av biofiltret placera växtarter som också tål viss väta.

Vid anläggandet av biofilter är det viktigt att tänka på växternas krav och förutsättningar. Det är inte bara att placeras växter utan ståndorten måste analyseras och de växter som väljs måste vara härdiga, vegetationen måste klara alla de väder som finns i klimatzonen. Utifrån biofiltrets funktion bör det växtmaterial som väljs ha ett utbredd rotsystem och det är bra att ha en blandning av växter med rotsystem på olika djup, så att det finns rötter i så stor del av filtermaterialet som möjligt (Water by Design 2014). Utifrån detta och utifrån den ståndort som råder i ett biofilter om det är anlagt i en hårdgjord miljö i soligt läge och i Gävles klimat skulle växtvalet till en växtbädd i ett biofilter kunna se ut som följande: *Aronia melanocarpa* och *Betula nana* i de centrala delarna. *Leymus arenarius*, *Achillea millefolium* och *Dianthus deltoides* i ytterkanten.

Vidare forskning

Enligt FAWB (2008) är vissa växtarter bättre på att ta hand om föroreningar än andra. Man har i studier sett en markant variation i olika växtarters rening av föroreningar. I FAWBs riktlinjer för uppförande av biofilter (2009) listar man ett antal växter som man speciellt rekommenderar att använda då de är effektiva i reningen av näringsämnen. FAWB tillhör Monash University i Australien. Det har gjorts ett antal nordiska studier kring biofilters funktion och kapacitet under våra klimatförhållanden, dock har inga nordiska studier som tar upp olika svenska arter för biofilter och deras reningskapacitet påträffats i den här litteraturstudien. Jag ser här ett behov av forskning kring just vilka växter som har hög reningskapacitet och som kan klara de svenska klimatförhållandena och biofilters ståndort.

När det gäller rening av näringsämnen, kväve och fosfor, och då framför allt kväve har reningen i biofilter inte uppnått tillfredställande resultat. Här skulle växter kunna spela en betydande roll. Då vi idag har allvarliga problem med övergödning, som kan drabba marker, sjöar, vattendrag och hav (Naturvårdsverket 2016) finns ett behov att kunna rena dagvatten från näringsämnen innan vattnets leds vidare till recipienten. Det är höga halter av fosfor och kväve som orsakar övergödningen och näringsämnena kan komma från bland annat utsläpp från reningsverk eller industrier (Naturvårdsverket 2016). Alltså finns också här ett behov av ytterligare forskning kring hur man kan konstruera ett biofilter för att reningen av näringsämnen ska bli så effektiv som möjligt.

Användandet och behovet av biofilter kommer troligtvis att öka i framtiden. I Gävle är man intresserad av systemet, det uppger både Michael Bergman⁶ landskapsarkitekt på Gavlegårdarna och Cristian Jansson⁷ parkingenjör på Samhällsbyggnad Gävle. Då det är ganska nytt i Sverige med biofilter så behöver information kring systemet spridas mer och medvetenheten kring dess funktioner och värden behöver ökas.

⁶ Michael Bergman Landskapsarkitekt Gavlegårdarna AB, personlig intervju den 15 november 2016

⁷ Cristian Jansson Parkingenjör Samhällsbyggnad Gävle, Gävle Kommun, personlig intervju den 16 november 2016

Referenser

Bergman, M., Edlund, L.-E. & Selinge, K.-G. (u.å.). Gävle. I *Nationalencyklopedin*.
Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2016-11-07]

Blecken, G.-T. (2010). *Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment*.
Diss. Luleå: Luleå Tekniska Universitet.

[http://pure.ltu.se/portal/sv/publications/biofiltration-technologies-for-stormwater-quality-treatment\(6c77f890-a615-11df-a707-000ea68e967b\).html](http://pure.ltu.se/portal/sv/publications/biofiltration-technologies-for-stormwater-quality-treatment(6c77f890-a615-11df-a707-000ea68e967b).html)

Blecken, G.-T. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening* (Svenskt Vatten Utveckling rapportserie 2016-05) Svenskt Vatten AB.

http://www.svensktvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svu-rapport_2016-05.pdf

Blecken, G.-T., Marsalek, J. & Viklander, M. (2011). Laboratory Study of Stormwater Biofiltration in Low Temperatures: Total and Dissolved Metal Removals and Fates. *Water Air Soil Pollut*, (219), ss.303-317. DOI:10.1007/s11270-010-0708-2

Blecken, G.-T., Zinger, Y., Deletić A., Fletcher, T. D., Hedström, A. & Viklander, M. (2010). Laboratory study on stormwater biofiltration: Nutrient and sediment removal in cold temperatures. *Journal of Hydrology*, (394), ss.507-514.

DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.10.010

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

http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf

Boverket (2014). *Planering av grönstruktur*.

<http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planering-av-mark-och-vatten/gronstruktur/?tab=fordjupning> [2016-10-20]

CIRIA (2015). *The SuDS Manual*. London: CIRIA

http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDS_Manual_C753_Chapters.aspx?WebsiteKey=3f18c87a-d62b-4eca-8ef4-9b09309c1c91

Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G. & Clar, M. (2009). Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs. *Journal of Environmental Engineering*. 135(3), ss.109-117. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109)

Facility for Advancing Water Biofiltration (FAWB) (2009). *Stormwater Biofiltration Systems Adoption Guidelines*. Monash University: FAWB.

http://www.waterforliveability.org.au/?page_id=2014

Facility for Advancing Water Biofiltration (FAWB) (2008). *Advancing the Design of Stormwater Biofiltration*. Monash University: FAWB.

<http://www.monash.edu.au/fawb/products/fawb-advancing-rain-gardens-workshop-booklet.pdf>

Fridell, Kent & Jergmo, Fredrik (2015). *Regnbäddar - biofilter för behandling av dagvatten*. Alnarp: Movium

Gävle kommun (2004). *Dagvattenpolicy Gävle kommun*. Gävle: Gävle kommun.

<http://www.gavle.se/PageFiles/19103/Dagvattenpolicy.pdf>

Gävle kommun (2014). *Miljöstrategiskt program*. Gävle: Gävle kommun

http://www.gavle.se/Global/Bygga%20och%20miljö/Miljö%20och%20klimat/Miljöstrategiskt%20program/miljostrategiskt_program_webb.pdf

Gävle kommun (2009). *Översiktsplan Gävle Stad 2025*. Gävle: Gävle kommun

<http://www.gavle.se/PageFiles/23057/%c3%96P%20G%c3%a4vle%20stad.pdf>

Hansson, B. & Hansson, M. (2011). *Perenner Våra trädgårdsväxter*. 3. uppl., Stockholm: Norstedts.

Hunt, William F., Lord, Bill, Loh, Benjamin & Sia, Angelia (2015). *Plant Selection for Bioretention Systems and Stormwater Treatment Practices*. Singapore: Springer
DOI:10.1007/978-981-287-245-6

Jansson, P.-E. (u.å.) infiltration. I *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig:
Nationalencyklopedin. [2016-12-12]

Khan, U. T., Valeo, C., Chu, A. & van Duin, B. (2012a). Bioretention cell efficacy in cold climates: Part 1 – hydrologic performance. *Canadian Journal of Civil Engineering*, (39), ss.1210-1221. DOI:10.1139/12012-110

Khan, U. T., Valeo, C., Chu, A. & van Duin, B. (2012b). Bioretention cell efficacy in cold climates: Part 2 – water quality performance. *Canadian Journal of Civil Engineering*, (39), ss.1222-1233. DOI:10.1139/120212-111

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H. & Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Vinnova
http://www.greenurbansystems.eu/sv/resultat/Documents/GrGr_WP4_Inventering%20av%20dagvattenlösningar%20för%20urbana%20miljöer%20ink%20bilagor.pdf

Malmquist, J. (u.å.) biofilm. I *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig:
Nationalencyklopedin. [2016-12-12]

Minnesota Pollution Control Agency (2008). *Minnesota Stormwater Manual*. (version 2). St. Paul: Minnesota Pollution Control Agency
<https://www.pca.state.mn.us/sites/default/files/wq-strm9-01.pdf>

Montana State University Bozeman (2004). *Analytical methods*.
<http://ecorestoration.montana.edu/mineland/guide/analytical/physical/hydraulic.htm>
[2016-12-12]

Movium (u.å.) *Plantarum*. <http://plantarum.slu.se/?nav=home#> [2016-11-25]

Muthanna, T. M., Viklander, M., Blecken, G & Thorolfsson, S.T. (2007). Snowmelt pollutant removal in bioretention areas. *Water Research*, (41), ss.4061-4072.

DOI:10.1016/j.watres.2007.05.040

Muthanna, T. M., Viklander, M., Gjesdahl, N & Thorolfsson, S.T. (2007). Heavy Metal Removal in Cold Climate Bioretention. *Water Air Soil Pollut*, (183), ss.391-402.

DOI:10.1007/s11270-007-9387-z

Muthanna, T. M., Viklander, M & Thorolfsson, S.T. (2008). Seasonal climatic effects on the hydrology of a rain garden. *Hydrological Processes*, (22), ss.1640-1649.

DOI:10.1002/hyp.6732

Nationalencyklopedin (u.å.). recipient. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2016-12-11]

Naturvårdsverket (2016). *Ingen övergödning*.

<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Ingen-overgodning/> [2016-11-24]

North Dakota Department of Health (2005). *TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS)*.
https://www.ndhealth.gov/WQ/SW/Z6_WQ_Standards/WQ_TSS.htm [2016-12-12]

Prince George's County (2007). *Bioretention Manual*. Maryland.

http://www.ct.gov/deep/lib/deep/p2/raingardens/bioretention_manual_2009_version.pdf

Riksförbundet Svensk Trädgård (u.å.). *Svensk Trädgårds Zonkarta över Sverige*.

http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/zonkarta_stor.html [2016-11-03]

SMHI (2015). *Avdunstning*.

<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/avdunstning-1.30720> [2016-12-12]

SNFS 1994:7. *Statens naturvårdsverks författningssamling Miljöskydd*.

Stockholm Vatten (2014). *Dagvatten*. <http://www.stockholmvatten.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/#!/dagvattenanlaggningar> [2016-10-17]

Sjöman, H. & Lagerström, T. (2007). *Stadens hårdgjorda miljöer som växtplats*. Alnarp: Movium, SLU

Ståhl, P. (red.) (2016). *Gästriklands flora*. Uppsala: SBF-förlaget

Stångby plantskola AB (u.å.). *Stångbykatalogen 2013 2014*. [plantskolekatalog].

Trafikverket (2014). *Dagvatten – det smutsiga vattnet från våra vägar*.

<http://www.trafikverket.se/nara-dig/Stockholm/Dagvatten--det-smutsiga-vattnet-fran-vara-vagar/> [2016-10-17]

Water by Design (2014). *Bioretention Technical Design Guidelines*. (version 1.1).

Brisbane: Healthy Waterways Ltd.

http://healthywaterways.org/u/lib/mob/20150715140823_de4e60ebc5526e263/wbd_2014_bioretentiontdg_mq_online.pdf

VegTech AB (u.å.). *Plantor för markmiljöer*.

http://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_katalog_Plantor.pdf [2016-11-23]

Westerlund, C. & Viklander, M. (2006). Particles and associated metals in road runoff during snowmelt and rainfall. *Science of the Total Environment*, (362), ss.143-156.

DOI:10.1016/j.scitotenv.2005.06.031

Bilaga

Frågor och svar från de två intervjuer som genomförts i intervjustudien.

Intervju 1

Intervju med Michael Bergman, Landskapsarkitekt hos bostadsbolaget Gavlegårdarna AB i Gävle, den 15 november 2016.

Hur tänker man när väljer växter till en stad som Gävle, rent allmänt

- För det första så ska de vara härdiga i den här klimatzonen, och för det andra så ska de vara snygga. Vi är ett bostadsbolag och jobbar mot allmännyttan, vi behöver ju tänka på de boende och vad de vill ha. Det ska ju vara snygga växter, de vill ju inte ha något fullt. Det ska inte vara nått näselfält liksom

Har ni tänkt något på att använda biofilter/regnbäddar

- Jag har, det är ett system jag skulle vilja prova
Det ska vara anläggningar där det inte är för mycket skötsel och de ska bidra estetiskt. Formen på anläggningen ska vara snygg inte bara nått runt eller fyrkantigt.
Det ska vara växter som gynnar den biologiska mångfalden, man kan ju tänka sig insekter eller groddjur, växter för fjärilar, humlor och bin. Det är en biotop man bygger.

Det är också viktigt att välja en bra plats, att den accepteras av de boende. Det är viktigt också när man väljer växter, att de kanske kommer att bli beskuggade. Ytor med sol går ju först och främst till de boende, till uteplatser eller ytor för lek. De boende vill ju inte ha sin uteplats på norrsidan. Har de uteplatserna i norr i skuggan och en regnbädd i solen på sydsidan kommer de tillslut avsky den om

den ligger där de vill kunna vara. De ska som sagt inte vara för svåra att sköta, de pengarna och kompetensen har vi inte.

Jag skulle vilja anlägga en demoanläggning någonstans för att se hur det kan fungera. Fungerar den och är den dessutom snygg får jag ju anlägga flera. Jag tycker att vi behöver ha ett annat angrepp när det gäller dagvatten och där kommer det här in.

Intervju 2

Intervju med Cristian Jansson, parkingenjör på Samhällsbyggnad Gävle, Gävle kommun, den 16 november 2016

Hur tänker man när väljer växter till en stad som Gävle, rent allmänt?

- När det gäller träd och buskar tänker vi på att vi lär ha in sorter som ej heter Tilia. Sorter som inte är sjukdomsbenägna. I Gävle har vi mycket lind och oxel. De har ju ett visst kulturvärde men det är inte bara att ersätta dem med nya av samma art. Det är ju bland annat det här med jordtrötthet. Det är till exempel inte lätt att byta en Sorbus mot en Sorbus.

Vi tittar alltså på friska träd. Till exempel ek och lönn, träd som inte är i majoritet i stan. Vissa sorter passar dock inte här. Som avenboken. Den är bättre som solitär, men den torkar in för mycket här, så som allé funkade den inte, den är typiskt mycket ojämn. Är ett exemplar snygg men resten fula i en rad så blir ju hela raden ful. Men pratar man med plantskolorna säger dom att avenbok absolut går här.

När det gäller perenner har jag inte lika mycket att säga till om, men jag är en del i processen. Jag försöker att ta tillbaka gamla sorter, som funkia. De har jag inga problem med, medan vissa inte alls gillar dem. Men det är ju mest rent estetiskt. Allt förändras ju över tid, sorter kommer ju tillbaka i popularitet. Men det känns också som det är ett bättre material nu.

Har ni tänkt något på att använda biofilter/regnbäddar?

- Ja, vi pratar om det. Men det är ju rätt långt från prat till verklighet. Men han som har hand om dagvattenfrågor är intresserad. Vilket ju ökar möjligheten för det. Skulle vi anlägga det så skulle nog andra följa efter. Vi har stora obebyggda ytor att jobba med, medan kommunens fastighetsbolag har sämre med plats för att bygga i befintliga bostadsbestånd.

Skulle jag välja växter till en sådan anläggning så skulle jag se till att titta på torktåliga växter. Och då speciellt smalbladiga. Jag skulle välja växter som är hårdiga i zon 4. I en vanlig växtbädd skulle jag sätta växter som är hårdiga till zon 3, utan problem. Men inte här, ska de dessutom klara stressen av att stå bland hårdgjorda ytor och den här typen av växtbädd, nä då blir det zon 4 och inte zon 3.

Var skulle ni kunna tänkas anlägga den är typen av anläggningar?

- Vi har pratat om att i sådana fall ha det på parkmark, som ett prov. Ska vi ha det i en befintlig hårdgjord miljö så kan det bli mycket att gräva och bygga om, vilket kan vara svårt att få igenom. Man måste ju också ha i åtanke att de har en begränsad livslängd, så småningom måste de ju grävas om. Det kanske inte tar jättelång tid men det blir ju ändå en störning.

Jag tror att detta egentligen kan vara ganska enkla lösningar, de behöver inte vara så komplicerade, gör man bara rätt från början så. Ju mer man tänker efter från början desto bättre blir det.

Men när man gör sådana här anläggningar bör man ha växter som är lätta att ersätta, som buskar eller mindre träd. Man bör ha i bakhuvudet att anläggningen bara håller i kanske 20–25 år, så växter behöver ju kunna bytas.

Hur man gör sånt här är ju något man måste lära sig, det finns ju inget facit i och med att det är så pass nytt system i Sverige. Man kommer gå på en del minor.