

Beteckning:



Institutionen för matematik, natur- och datavetenskap.

Insamling, rening och användning av vatten i den hållbara hemträdgården.

Malin Wedrén

December 2009

Examensarbete, 15 hp, B-nivå.
Biologi med inriktning mot trädgårdskunskap

Trädgårdsmästareprogrammet med inriktning mot hälsa och design
Examinator: Yngve Gunnarsson.Handledare: Anna Lindvall.

Utan vatten inget liv. Människor är beroende av rent vatten för sin överlevnad. I många länder orsakar idag bristen på rent vatten sjukdomar och för tidig död. Världens problem med sötvatten i form av brist och svåra föroreningar orsakade av människan kan te sig kolossala. Befolkningsökning och ändrade levnadssätt påverkar. Industrier och jordbruk har stor påverkan men också den enskilda människans vattenanvändning har betydelse.

I Sverige tycks den allmänna inställningen vara att vi inte har ett problem med vårt användande av vatten. Men vid en närmare undersökning av vårt innanhav Östersjöns problem med exempelvis övergödning och syrebrist och utsläppen av näringsämnen ifrån våra enskilda avlopp kan man ställa sig frågande. Även svenskens nyttjande av grundvattenreserver kan te sig olämpligt utifrån ett ekologiskt hållbart perspektiv. Att sedan detta vatten renas till dricksvattenkvalitet för att sedermera användas till att vattna fuktälskande växter som är planterade i gassande sol i en sandig torr jord kan vara förbryllande. Medvetenhet utifrån det lilla perspektivet, till exempel den svenska hemträdgården, kan vara åskådligt. Samtidigt kan det kanske också bidra till en i framtiden miljövänligare politik där målet är att rent sötvatten skall finnas tillgängligt för alla i ett långt perspektiv.

I denna litteraturstudie, möjligheten till en rationell vattenanvändning i den privata hemträdgården ur ett ekologiskt hållbart perspektiv. Flertalet olika metoder att hushålla med vatten och att tillvarata, rena och använda sig av nederbörd och gråvatten belyses. Resultatet är indelat i två delar; hushållning och rening. I den första redogörs på vilka sätt en effektivisering av vattenanvändandet kan gå till. Lättast och effektivast görs detta genom att dra ner på förbrukningen. Detta går enkelt att göra med några få tekniker. Till exempel att bättra på jordstruktur med organisktmaterial, att placera växter på platser som liknar deras naturliga habitat, minska avdunstning och forma platsen så att nederbörd kan ledas dit den behövs. Att se över hur extrabevattning ska tillämpas på effektivast sätt samt vilken vattenkälla detta vatten kommer ifrån tillhör också detta hushållande stycke. I den andra delen redogörs för olika metoder som kan tillämpas i en trädgård för att rena grå- och dagvatten så att trädgårdens naturliga potential till att vara en del av jordens naturliga kretslopp främjas. Lättast görs detta genom en begränsning av föroreningar redan vid deras källa. Därefter kan infiltrationsytor, infiltrationsplanteringar, biodiken, gröna tak, dammar, konstruerade våtmarker, rotzoner, UV-ljus och aquakulturer vara mer eller mindre användbara metoder som kan tillämpas i hemträdgården.

Vattenfrågan bör klarläggas redan vid planeringen av byggnader och trädgård. Varje tomt måste sättas in i sitt sammanhang då dessa unika med speciella förutsättningar och problem. Hemträdgården är en utmärkt plats för experiment och utvecklingsarbete av ett hållbart vattenanvändande.

Nyckelord: Ekologisk vattenhantering, hemträdgårdar, resurshushållning, vattenrening, gråvatten, BDT-vatten, dagvatten.

Without water there would be no life on earth. People depend of clean water for their survival. Today in many countries the lack of clean water is causing disease and premature death. World problems with fresh water in the form of shortage and severe pollution caused by humans may seem colossal. Industries and agriculture have a major impact but also the individual's water-use has consequences.

In Sweden the public opinion seems to be that we do not have a problem with our use of water. But with a closer look on facts that is not the case. For example our inland sea, Östersjön, and our contribution to its problems with eutrophication, lack of oxygen with the spillage of nutrients from the sewers and agriculture. Also the Swedish use of ground water may seem inappropriate in an ecological sustainable perspective. What is even more puzzling is that this water gets cleaned to a drinking water quality and then gets used for watering plants in the garden or to wash the car. Consciousness from the small perspective (as the Swedish private garden) can contribute to a future environmentally friendly politic that will lead to a sustainable water-use in a long perspective.

With this paper I would like to demonstrate, in a literature study, the possibility of a rational water-use in the private home garden from an ecological sustainable perspective. Different methods of economising the water-use, gathering and cleaning stormwater and greywater will be illustrated. The result part will be divided into two parts; economization of water and cleaning of water.

The first part describes the ways in which an efficiency of water-use can be preceded. The easiest way this is done is to cut down the consumption of water. This can easily be done with a few techniques. For example to improve the soil structure with organic material, placing of plants in places that resemble their natural habitat, reduction of evaporation and shaping of the site so that precipitation can be managed where it is needed. Also to in which way irrigation is applied in the most efficient way and from which source this water is taken is presented in this part. The second part describes different methods of cleaning grey- and stormwater so the home garden's natural potential to be a part of the earth's natural rhythm is promoted. Most easily this is done by stopping the pollution at the source. After that infiltration areas, bioswales, green roofs, ponds, constructed wetlands, reed beds, UV light and aquacultures can be more or less potential methods to be applied in the home garden.

Water issues should be clarified already at the design process with homes and gardens. Each plot and garden is unique with its particular conditions and problems. Therefore needs every case to be seen in its particular context in order to obtain the optimal solution for that particular place. The home garden is a suitable place for experimental development of a sustainable water-use.

Keywords: Ecological water-use, home gardens, resource management, water purification, greywater, stormwater.

1. INLEDNING	6
1.1. Något om vattnets kemi	6
1.2. All världens vatten	6
1.3. Den hydrologiska cykeln	7
1.4. Brist på vatten?	7
1.5. Föroreningars verkan	8
1.6. Hållbar utveckling och vatten	9
1.6.1. Vad är hållbar utveckling?	9
1.6.2. Hållbarutveckling för vattenhantering i Europa	10
1.7. Sveriges Vattensituation	10
1.7.1. De svenska miljömålen	11
1.8. Något om svenska avlopp	11
1.8.1. Vad innehåller avloppsvatten?	12
1.8.2. Varför separera urin och fekalier ifrån gråvattnet?.....	12
1.8.3. Vad innehåller dagvatten?	12
1.8.4. Lagar och tillstånd	13
1.8.5. Vilka krav ställs?	13
1.9. Trädgård och vatten	14
1.10. Syfte.....	15
1.10.1. Frågeställning	15
2. METOD	15
2.1. Avgränsning.....	15
3. RESULTAT	16
3.1. Hushållning med vatten i trädgården.....	16
3.1.1. Jordar rika på organiskt material	16
3.1.2. Lucker jord	16
3.1.3. Rätt växt på rätt plats.....	16
3.1.4. Att forma landskapet för att optimera vattenanvändningen.....	17
3.1.5. Att minska avdunstning	18
3.1.6. Täckodling.....	18
3.1.7. Bevattningstekniker	19
3.1.8. Vatten till bevattning	20
3.1.8.1. Kommunalt vatten.....	20
3.1.8.2. Regnvatten	20
3.1.8.3. Gråvatten.....	22
3.1.8.4. Naturligt ytvatten	22

3.2. Rening av vatten i trädgården	24
3.2.1. Infiltrationsytor	26
3.2.2. Infiltrations planteringar.....	27
3.2.3. Biodike	27
3.2.4. Gröna tak.....	28
3.2.4.1. Hur fungerar ett grönt tak?.....	28
3.2.4.2. De olika skikten	30
3.2.4.3. Växter	31
3.2.4.4. Anläggningsmöjligheter.....	31
3.2.5. Dammar.....	32
3.2.5.1. Konstruktion	32
3.2.5.2. Syresättning	34
3.2.5.3. Växter	34
3.2.5.4. Skötsel.....	35
3.2.5.5. Andra värden med öppet vatten i trädgården	36
3.2.6. Konstruerade våtmarker	36
3.2.6.1. Konstruktion.....	36
3.2.6.2. Växter	37
3.2.6.3. Skötsel	37
3.2.7. Rotzoner/Vassbäddar	38
3.2.8. UV-ljus.....	39
3.2.9. Aquakulturer	39
4. DISKUSSION.....	40
4.1. Slutsatser.....	43
5. REFERENSER	44
5.1. Skriftliga källor:.....	44
5.2. Elektroniska källor:	46
6. BILAGOR	50
6.1. Bilaga 1: Lagar och tillstånd	50
6.2. Bilaga 2 Nivå krav.....	52
6.3. Bilaga 3: Växtlista för perenner i vattenmiljö	53
6.4. Bilaga 4: Växtlista för extensiva gröna tak.....	59

1. Inledning

Utan vatten inget liv. Alla idag kända former av liv har utvecklats i vatten och anpassat sig till dess egenskaper. Det är för ett stort antal människor ett känt faktum att den globala vattensituationen är ett problem i många länder. Att oljan håller på att ta slut vet de flesta om vid det här laget och agerar därefter. Men att samma situation skulle gälla för rent vatten är ännu relativt okänt för gemene man. Att rent vatten är en ändlig resurs som håller på att förbrukas i allt snabbare takt är emellertid de flesta som är insatta på ämnet övertygade om. En av de avgörande skillnaderna mellan olja och vatten är att för olja finns det ersättande medel. Men det finns det inte för rent vatten. Många konflikter kring tillgången på rent vatten finns idag och läget kommer att bli mer kritiskt i framtiden enligt många prognoser. För att belysa detta utgörs inledningen av en allmän översikt om vatten i världen. Tillgången på vatten i dagens Sverige är inget akut problemområde. Dock finns det viss problematik i vårt tillvaratagande, användande och utsläpp.

I detta arbete vill jag visa på de möjligheter som finns för den enskilde svenske trädgårdsägaren att ansvarsfullt och ekologiskt hållbart bruka sitt dag- och grävatten.

1.1. Något om vattnets kemi

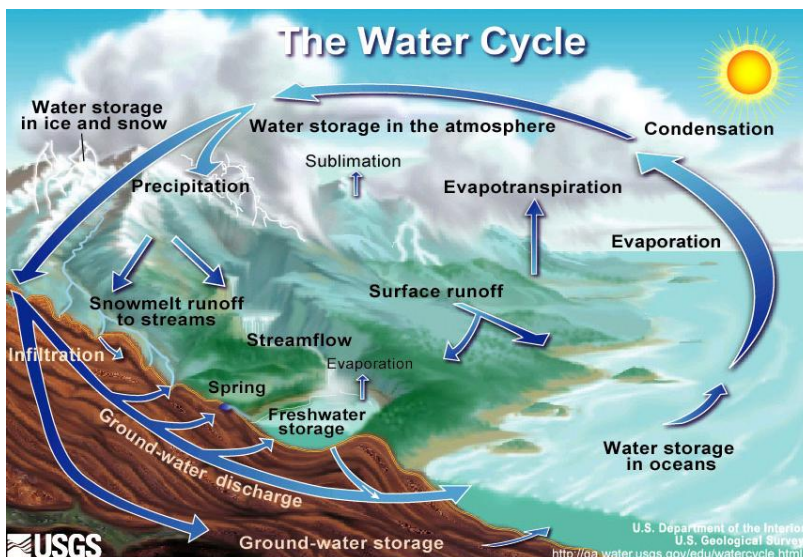
Vatten (diväteoxid) är en kemisk förening som består av två väte- (H) och en syreatom (O) med formeln H_2O . Det är tillsammans med energi den restprodukt som bildas då syre och väte reagerar. Vatten har många ovanliga egenskaper. Ett stort antal på grund av sin polära natur, vilket betyder att dess molekyl har en ända som är övervägande positivt laddad och en som är övervägande negativt laddad. Detta gör att vattenmolekylen villigt sätter ihop sig med varandra så att en vattenmolekyls väte ligger mot en annans vattenmolekyls syre, en så kallad vätebindning. Detta gör bland annat att vatten har en hög värmekapacitet. Vattnets polära egenskaper gör det även till ett utmärkt lösningsmedel för salter och andra molekyler med polära grupper. Dessa ämnen kallas hydrofila. Detta gör att det används som lösningsmedel i nästan all industriell produktion och kan inte ersättas med något annat ämne i ett otal biokemiska reaktioner. Motsatsen är de ämnen som inte är vattenlösliga, de kallas hydrofoba. Vilket också är av stor betydelse i naturliga processer. Till exempel så utnyttjas detta tillsammans med vattnets ytspänning i cellernas membran (som är uppbyggda av lipider och proteiner) för att styra kemiska processer. Vattnets ytspänning gör vattendroppar stabila, vilket bland annat är avgörande för växternas transpiration. Rent vatten är färg-, lukt- och smaklöst och har ett neutralt pH-värde (pH 7). Vatten har högst densitet vid $+4^{\circ}C$, vilket gör att is flyter på vatten då det är lättare i en fast form än i flytande. Detta är av stor betydelse då sjöar, vattendrag och hav sällan bottenfryser så att djur kan överleva där och isen ligger ovanpå som ett lock. (NE 2009:1)

1.2. All världens vatten

Av jordens totala yta består ungefär 2/3 av hav och den resterande 1/3 av land (NE 2009:1). 97,5 % av allt vatten på jorden är antingen salt eller bräckt (Vattenportalen 2004:1). Detta är för oss otjänligt i jordbruk eller som dricksvatten om det inte avsaltas först. Teknologin finns idag för att avsalta vatten, emellertid är den för dyr och energikrävande för att användas i större skala. (Bokalders & Block 1997:1, s.102ff, Nordström 1995, s.69-71) 2,5 % av den totala mängden vatten är sötvatten. 1,6 % är fruset till is i glaciärer och vid polerna. 0,1 % är bundet som permafrost, vattenånga i luften och som biologiskt vatten i växter. Det lämnar oss med 0,8 % tillgängligt sötvatten i sjöar, floder, grundvatten, markvatten, sumpmarker med mera. Alltså är en väldigt liten del lättillgänglig för människan. Exempelvis är 0,00015 % av jordens vatten flytande i våra floder. (Vattenportalen 2004:1)

1.3. Den hydrologiska cykeln

Den hydrologiska cykeln (vattnets kretslopp) är i ständig rörelse. Denna rörelse drivs av solenergi (vatten till ånga) och gravitation (dränering av vatten tillbaka till haven). Av den totala avdunstningen, på planeten, kommer 86 % från haven. Men 91 % av det faller tillbaka som regn. De återstående 9 % förs med vindar in över kontinenterna. Där blandas den med vattenånga från markens avdunstning och förs upp i atmosfären där den kondenserar och bildar moln från vilka nederbörd bildas i form av regn, hagel och/eller snö. Var detta faller beror på vindsystem och avskärmade bergskedjor. Detta skeende förser kontinenterna med färskvatten vilket är av fundamental betydelse för livet därpå. I varje regn fastnar det upp till ett par millimeter vatten på växtligheten som sedan avdunstar. Normalt infiltreras resten i marken. Om nederbördsintensiteten är stor kan en del rinna av direkt på markytan. Denna fördelning kan variera, bland annat på grund av mänsklig aktivitet. Om markytan ligger bar (som periodvis är vanligt i odlingslandskapet) eller är hårdgjord (som på vägar, torg och hårt trampade betesmarker) kan ytavrinningen bli mycket stor och i vissa fall leda till erosion.



Den nederbörd som infiltrerar marken, fyller på markvattenförrådet. Det är härifrån som växtligheten tar upp sitt vatten för sin ämnesomsättning. Det mesta av det avgår som transpiration, via växternas klyvöppningar, åter till atmosfären. Överskottet från markvattnet sjunker vidare nedåt och fyller på grundvattnet. Detta strömmar i sin tur nedåt och bildar genom utströmningsområden

slutligen ytvatten i våtmarker, vattendrag, källor, sjöar eller direkt ut till haven. Små vattendrag flyter samman och bildar större vattendrag som slutligen flyter ut i haven och därvid är vattnets kretslopp är slutet. (NE 2009:1) Kortfattat kan vattnets kretslopp på jorden beskrivas som en kedja av processer som driver varandra och är beroende av varandra. Detta kretslopp klarar sig utan oss, men vi klarar oss inte utan det. (Vattenportalen 2008)

Vattnet uppehåller sig olika länge i kretsloppets delar. För att bara nämna några exempel så byts atmosfärens vatten ut i genomsnitt var tionde dygn. Markvattnet tar ett år på sig, aktiva grundvatten förråd (de rörliga) tar 330 år, det totala grundvattnet tar 5000 år, världshaven 3000 år och landisarna i polärområdena tar 8000år på sig att byta ut sitt vatten. (NE 2009:2)

1.4. Brist på vatten?

I många områden är tillgängligt rent vatten (för att konsumera, tvätta och sanitet) en knapp resurs för att det finns för lite på just den plats eller för att det som finns är förorenat, alternativt både och (NE 2009:1). Befolkningstillväxten i de drabbade områdena sänker den genomsnittliga tillgången per person. En befolkningstillväxt leder även till ett större behov av matproduktion som i torra områden är beroende av konstbevattning, som i sin tur på grund av sin ineffektivitet kräver stora vattenmängder. (Nordström 1995, s. 31ff) Vidare tillkommer

stigande förväntningar på en ökad livskvalitet som idag i ofta innebär ett ökat vattenbehov (NE 2009:1).

Idag är ungefär två miljarder människor beroende av grundvatten och använder varje år 1/5 av den befintliga grundvattenreserven. Totalt använder jorden invånare 54 % av alla tillgängliga vattenkällor (floder, sjöar och grundvattenförråd). FN beräknar att till år 2025 kommer den siffran stiga till 70 % (inräknat då bara effekterna av befolkningsökningen). Om även takten på hur mycket vatten vi använder per person ökar som idag kommer vi använda 90 % av jordens sötvatten år 2025, vilket lämnar 10 % kvar för andra levande varelsers behov. FN beräknar att 2/3 av jordens befolkning kommer år 2025 leva i länder med måttlig eller allvarlig vattenbrist. (Vattenportalen 2006:1) FN har länge påpekat att tillgången på rent vatten är en förutsättning för mänsklig utveckling och därmed en förutsättning för att få stopp på fattigdom och svält. Emellertid avvisar FN att bristen skulle bero på att det totalt finns för lite vatten i världen i ”Human Development Report” från 2006:

”Tillgången till vatten är problematiskt i vissa länder men den globala vattenkrisen och bristen på vatten har sina rötter i makt, fattigdom och ojämlikhet – inte fysisk tillgång.”

(UNDP 2006)

1.5. Föroreningars verkan

En snedfördelning av vattenresurser, fattigdom och befolkningsökning är inte det enda hotet mot tillgången på rent vatten. Det vatten vi har på jorden gör vi även obrukbart i hög takt genom diverse utsläpp av bakterier och gifter. (AAAS 2001) I I-länder där god sanitet och hygien redan är väletablerat dominerar gifter som orsak till förstörelse av vattentillgångarna, medan i U-länderna verkar båda typerna samtidigt (NE 2009:1).

80 % av världens befolkning utsätts för sjukdomar som har sin grund i dåligt vatten, beroende på ingen eller dålig tillgång till rent dricksvatten eller att de inte har utrustning för en god vatten- och avloppshantering. 20-25 000 människor dör varje dag av sjukdomar orsakade av otjänligt vatten. (Nordström 1995, s.8) Vissa av dessa sjukdomar skulle kunna minska med så mycket som 75 % om vatten- och avloppsförhållandena förbättrades. I U-länder går 90-95 % av hushållens och 70 % av industrins avloppsvatten orenat direkt ut i vattendrag, det vill säga direkt ut i de vattenresurser som behövs för människors dagliga behov. Enligt FN släpps det ut två miljoner ton mänskligt avfall per dag i världens floder. (Vattenportalen 2006:3)

Källor till föroreningar finns idag i riklig mängd som utsläpp i atmosfären, från industrier och i landskapet naturligt. Vidare ändras vattnets sammansättning då man påverkar dess kretslopp och ändra dess strömningsvägar i och på markytan. Till exempel då det sker ett överuttag av grundvatten i kustområdena kan saltvatten tränga in i grundvattnets markformationer och fylla upp dem. (NE 2009:1) Grundvattnets salthalt och korrosions förmåga kan även tillta ju mer man överpumpar tillgångarna inne i landet. Detta är något som bland annat hotar konstbevattningsjordbruket i stora områden. Grundvattennivån kan stiga i områden där konstbevattning vansköts. Detta leder till att jordbruksmarker blir försumpade och att markerna kan bli översaltade då vattnet avdunstar och saltet blir kvar i jorden. Men där uttag sker kan även en sänkt grundvattennivå bli följden. Detta kan medföra en minskad vattentillgång i floder och brunnar, och att dessa försaltas. (Nordström 1995, s.36ff) I vissa delar av världen pumpas vatten från fossila grundvattendepåer upp. Detta är vatten som legat instängt i berggrunden i cirka 30 000år. Dessa uttagsplatser ligger ofta i ökenklimat och därför kommer ingen nybildning av detta grundvatten ske. (Nordström 1995, s.69) På grund av dessa överexploateringar av grundvattenmagasin och ett intensifierat jordbruk har en systematisk

förflyttning av vatten skett från land till hav. Detta har kunnat ses på en höjning av vattenståndet i haven, vilket är en långsiktig förändring i vattnets kretslopp. (NE 2009:1)

Ur ett biologiskt perspektiv är världens sötvattens ekosystem de mest hotade av alla ekosystem. Stora sötvattenresurser försvinner i snabb takt. Mer än 50 % av jordens våtmarker har försvunnit under det senaste seklet. Därtill har 50 % av sötvattens populationer av växter och djur försvunnit mellan åren 1970-2000 och mängder av dessa arter har utrotats. Flera av jordens största floder har förlorat kontakten med haven. (WWF 2008:1) Likaså larmrapporter om världens saltvattens ekosystem duggar allt tätare och människans effekt på havsmiljön blir allt synligare då föroreningar förgiftar våra hav och kuster och vattnen blir utfiskade. Ekologiskt (och även ekonomiskt) viktiga ekosystem som utsjöbankar, korallrev, sjögräsängar och mangroverskogar utarmas av mänsklig exploatering och klimatförändringar. (WWF 2008:2)

Organiska föroreningar, närsalter från hushåll, övergödning och bekämpningsmedel från jordbruk, luftföroreningar, försurat regn, gifter från industrin, gifter från annat håll, tungmetaller, the great pacific garbage patch, läkemedel och konstgjorda hormoner i hav och sjöar samt i dricksvatten, alg tillväxt och syrefria djupvatten, döda bottnar, listan kan göras lång och man blir nästan deprimerad på kuppen. Men vad kan det då göras åt saken?

Först och främst får man inte glömma att det redan görs saker i alla skikt av samhället. Utvecklingen går framåt och medvetenheten kring dessa problem ökar, vilket ofta är det första steget mot en positiv förändring. Men oavsett hur sötvatten används, om det är inom jordbruk, industri eller hushåll, så är stora besparningar och förbättring av vattenhanteringen möjliga. Nu slösas vatten bort nästan överallt och så länge människan inte utsätts för akut vattenbrist verkar hon tro att tillgången på rent vatten är en självklar och naturligt förekommande sak. Men i och med urbaniseringen och den förändrade livsstilen kommer vattenförbrukningen och därmed trycket på vattnet att öka. (World Water Council 2009) Det är därför kunskap måste spridas på ämnet och förändringar ske på internationella, nationella och individuella plan.

1.6. Hållbar utveckling och vatten

1.6.1. Vad är hållbar utveckling?

Detta begrepp introducerades 1987 av FN:s *World Commission on Environment and Development* i den så kallad *Bruntlandrapporten*. Där definierades för första gången begreppet hållbar utveckling så som:

”...en utveckling som säkrar behoven hos dagens generation utan att äventyra framtida generationers möjlighet att tillgodose sina behov.”

(Naturvårdsverket 2005:1)

Vid FN:s konferens om *Miljö och Utveckling* i Rio 1992, enades deltagarländerna om att hållbar utveckling berör alla nivåer i samhället (globalt, nationellt, regionalt, lokalt och individuellt). Länderna enades om att arbeta utifrån en global handlingsplan, *Agenda 21*, som skulle säkerställa ett arbete i rätt riktning, där målet var att få bukt med miljöproblemen och utrota fattigdomen. (Nordström 2005, s.17ff)

Begreppet hållbar utveckling skulle även omfatta tre dimensioner som skulle ses i ett sammanhang där varje del är ömsesidigt beroende av varandra:

1. *Ekologisk hållbarhet* – Ett långsiktigt bevarande av vattnets, jordens och ekosystemens produktionsförmåga och att minska påverkan på människans och naturens hälsa till en nivå som klaras av.
2. *Social hållbarhet* - Att bygga en långsiktigt stabilt men dynamiskt samhälle där grundläggande mänskliga behov uppfylls.
3. *Ekonomisk hållbarhet* - Att hushålla på långsikt med mänskliga materiella resurser.

(KTH 2007)

Detta var början på en ny era där vikten av att säkra en bärkraftig utveckling på jorden med hållbarhet som ett viktigt nyckelord slogs fast, och där hanteringen av vattenresurser hade en nyckelroll.

För en hållbar vattenanvändning är det bara det förnyelsebara vattnet, alltså den årliga tillrinningen, som kan användas. Att fortsätta överutnyttja och förorena yt- och grundvatten är en ohållbar utveckling som säkerligen kommer få konsekvenser för kommande generationer.

1.6.2. Hållbarutveckling för vattenhantering i Europa

År 2000 antogs de *Ramdirektiv för vatten* som gäller för alla EU:s medlemsstater. Där fastslogs att staterna måste samarbeta för att uppnå en ekologisk hållbar vattenkonsumtion genom ett långsiktigt skydd av vattenresurser. Det är uppbyggt kring fem huvudpunkter som ska vara uppfyllda 2015:

1. Ett skydd av alla yt- och grundvatten samt kustvatten. Både vad gäller kvalitet och kvantitet för ekosystem och människan.
2. Utsläpp ska kontrolleras på ett integrerat sätt. Med detta menas att man kombinerar normer för avloppsutsläpp med normer för kvalitet i yt- och grundvatten.
3. Införande av prispolitik för vatten där varje land anpassar detta till sin egen politik. Förorenaren ska betala, och även konsumenten.
4. Vattenhanteringen i avrinningsområden ska ha samordnade åtgärdsprogram som ska sträcka sig tvärsöver politiska och administrativa gränser.
5. Allmänheten ska få ett förstärkt deltagande och goda möjligheter till insyn.

Dessa ramdirektiv har införts i svensk lag genom ”Förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön” (Riksdagen 2004).

FN ansåg att denna planeringsmodell, då man utgick från avrinningsområdena, var så bra att de gav alla världens länder i uppdrag att bygga sina vattenadministrationer på samma sätt. (Nordström 2005, s.25)

1.7. Sveriges Vattensituation

Många skulle troligen vilja påstå att vatten inte är ett problem i Sverige idag. Vi är inte en stor befolkning, vi har gott om utrymme, har en hög utbildningsgrad och har goda ytvattentillgångar och reserver. Vi är vana med att ha rent vatten i vad vi tror oss veta är överflöd, så utan att tänka vidare på det spolar vi till exempel toaletten, tvättar bilen och vattnar gräsmattan med rent dricksvatten. Men allt är inte frid och fröjd då man tittar närmare på fakta. Det har redan uppstått konflikter på grund av att endast 20 % av ytvattentillgångarna finns söder om Dalälven där minst 80 % av befolkningen bor. (Rosén 1996, s.9)

Regn kommer sällan i lagom mängd, när man vill och där man vill ha det. Detta leder till att bevattning av trädgårdar sker i de torraste delarna av landet under de regnfattigare perioderna av året. Påverkan på det lokala vattenkretsloppet kan bli stor. Dessutom är kostnaden stor för

att rena vatten till drickskvalitet stor så att slösa det på sånt som inte behöver den renhetsgraden är onödigt. (Pears 2005, s.63)

Sverige har sin del i problemen kring Östersjöns (med det menas det egentliga Östersjön, Botten havet och Bottenviken) övergöda och utfiskade vatten. Östersjön är på flera sätt ett speciellt hav. Avrinningsområdet till det är stort i förhållande till själva havsområdet. Med andra ord så rinner mycket föroreningar ut i en förhållandevis liten vattenmassa. Sedan har Östersjön liten kontakt med resterande världshav och det tar cirka 30 år för hela Östersjöns vatten att omsättas. De föroreningar som där ansamlas blir kvar länge. (Johansson 2006, s.15) Tungmetaller, klorerade kolväten (som DDT och PCB), plaster och andra miljögifter är det gott om, hur gott är oklart då det är en fråga om hur små partiklar man kan mäta. (Nyteknik 2009, Naturvårdsverket 2009:1) Ett intensifierat fiske har lett till en exploatering av framför allt torsk och strömming. Idag räknar man med att 75 % av de viktigaste marina fiskeområdena i Östersjön antingen är överexploaterade eller fullt nyttjade. (Havet 2007) Kontinuerliga stora utsläpp av kväve och fosfor har lett till att stora delar av havsbotten är död och en utbred algbloomning på sommaren är regel, snarare än undantag (Naturvårdsverket 2009:2). Men sjuka bottenar kan repa sig på bara några år, om utsläppen minskar (Forskning och framsteg 2008).

1.7.1. De svenska miljömålen

Sveriges riksdag antog i april 1999 15 stycken miljömål, och i november 2005 lades ytterligare ett till dem. Målen beskriver den kvalitet och det tillstånd som är ekologiskt hållbara under längre sikt för Sveriges miljö, natur- och kultureresurser. De syftar till att främja människors hälsa, värna om den biologiska mångfalden, tillvarata kulturmiljö och historiska värden, bevara ekosystems långsiktiga produktionsförmåga samt att säkerställa en god hushållning med naturresurserna. (Miljömål 2009:1) De flesta av miljömålen går in i varandra, men det finns några som berör hållbar vattenanvändning lite mera:

1. *Bara naturlig försurning.*
2. *Ingen övergödning.*
3. *Levande sjöar och vattendrag.*
4. *Grundvatten av god kvalitet.*
5. *Hav i balans samt levande kust och skärgård.*
6. *Myllrande våtmarker.*
7. *God bebyggd miljö.* (Miljömål 2009:2)

Länsstyrelsen i varje län verkar som samordnare i miljömålsarbetet. De anpassar miljömålen efter respektive läns behov. De arbetar tillsammans med kommuner, näringsliv, frivilligorganisationer så att miljömålsarbetet får en genomslagskraft. (Miljömål 2009:3) Emellertid är det kommunerna som har det övergripande ansvaret för att se till att de nationella miljömålen anpassas till en lokal nivå och att dialog förs med invånarna om hur detta ska ske (Miljömål 2009:4).

1.8. Något om svenska avlopp

Ungefär 10 % av hushållen (cirka en miljon svenskar) har enskildt avlopp året runt och ungefär lika många under kortare perioder under året. Många av dessa är ineffektiva i sin rening och släpper därför ut stora mängder näringsämnen och syreförbrukande material i naturen. (Vattenportalen 2006:2, Vattenportalen 2006:3) 8 % av fosfor- och 2 % av kväveutsläppet i Östersjön beräknas komma från de enskilda avloppen (Johansson 2006, s.26 & 27). Alla svenskar som bor i tätort är anslutna till ett reningsverk. Det är stora mängder som samlas in och varje år renas nästan 1,5 km³ avloppsvatten (Vattenportalen 2006:2). Av kväve

utsläppen i Östersjön står de kommunala reningsverken (där inkluderat dagvattnet) för 13 % och av utsläppen av fosfor står de för 7 % (Johansson 2006, s.26 & 27). Utsläppen från dessa reningsverk är idag lika belastande på vattenmiljön som de var för ett sekel sedan när befolkningen var betydligt mindre och hade en mindre vattenintensiv vardag än vad dagens tätbebyggelses har. (Vattenportalen 2006:3) Då fanns inte reningsverk, men vår moderna livsstil ger samma belastning på Östersjön trots reningsverk.

Det är uträknat att varje svensk använder i genomsnitt 200 liter dricksvatten per dygn i hushållet. Av detta går 70 liter till den personliga hygien, 40 liter till WC, 40 liter till disk, 30 liter till tvätt, 10 liter till städning m.m. och ungefär 10 liter går till matlagning och dricksvatten. Av det sötvatten som totalt togs ut i Sverige år 2000 använde hushållen totalt 23 %. (Vattenportalen 2006:2, Vattenportalen 2006:3)

1.8.1. Vad innehåller avloppsvatten?

I avloppsvatten kommer näringsämnen i huvudsak ifrån föda, men fosfor kan även tillföras med rengöringsmedel. Hur man lever i hushållet påverkar innehållet, dvs. vad man äter, hur man tvättar etc. Det finns riktvärden för att kunna utgå ifrån något och avlopp brukas delas upp i urin, fekalier och gråvatten (det vill säga vatten från bad, dusch, disk etcetera)

Näringsämnen i hushållsavloppet brukar delas upp enligt följande:

- Kväve – 80 % i urin, 10 % i fekalier och 10 % i gråvatten.
- Fosfor – 50 % i urin, 25 % i fekalier och 25 % i gråvatten.
- Kalium – 60 % i urin, 25 % i fekalier och 10 % i gråvatten.

Mängden av metaller är små i hushållsavlopp, mycket små i fekalier och ännu mindre i urin. Metallerna förekommer främst i födan, men här hör även i viss utsträckning från tobak, snus och plomber. Bakterier och virus finns i allt men i olika mängd. I urin och fekalier är halten hög. I gråvatten kan halten variera avsevärt från att i stort sett vara obefintligt till att vara lika hög som i urin och fekalier. Schablonvärdena är pålitliga för att beräkna BOD (organiskt material vilka använder syre för sin nedbrytning), fosfor och kväve i olika slags avloppsvatten, men metallvärden är mer osäkra. (Naturvårdsverket 2005:2)

1.8.2. Varför separera urin och fekalier ifrån gråvattnet?

20 % av det vatten hushållen använder går till WC. Detta innehåller 90 % av kvävet, 75 % av fosfor och 85 % av kaliumet som släpps ut av hemmen. De resterande 80 % av vattnet, alltså gråvattnet, innehåller förhållandevis små mängder men blir därför kraftigt förenat då de blandas med WC-vatten i avloppsröret på väg till reningsverken. Urinen utgör ungefär 1 % av hushållens avloppsvatten. (Johansson 1998) Eftersom näringsvärdet är så högt främst i urin, men även i fekalier, finns alternativet att återföra dem till åkermark så att ett näringskretslopp mellan jordbruk och stad bildas. Separeras detta ifrån det relativt rena gråvattnet kan gråvattnet dessutom lättare renas och återanvändas. Vilket leder till ekonomiska och ekologiska vinster.

1.8.3. Vad innehåller dagvatten?

Den nederbörd som faller kommer att lösa upp ämnen och föra dessa med sig mot recipienten (det vill säga sjö, hav eller vattendrag). I industriområden och på hårt trafikerade vägar tar den med sig de metaller och föroreningar som finns. Från koppar- och plåttak tar det med sig legeringar. Ett annat problem är den stora volym som snabbt kan bildas när nederbörd faller i områden med många hårdgjorda ytor. Där blir belastningen stor och ojämn på brunnar, avloppssystem, reningsverk och slutligen recipient. Dagvatten kan också bidra med närsalter

och övergödning hos recipienter. (Lönngren 2001) Beroende av var man bor i jämförelse med storstadscentrum och industrier, innehåller dagvatten olika mängder och antal föroreningar.

På 1970-talet introducerades en ny gammal teknik i Sverige, lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Detta syftar till att i största möjliga mån ta hand om nederbörd på den plats det faller istället för att skicka det vidare i ledningar för rening på annan plats. Då handlade det mest om nedgrävda magasin som stenkistor från vilka vattnet kunde perkolera i marken. På senare år har utvecklingen gått åt att synliggöra dagvattnet och använda det till ett utsmyckande objekt innan eller samtidigt som det tas om hand och renas. (Axelsson & Hallgren 1993)

1.8.4. Lagar och tillstånd

Enligt miljöbalken räknas allt utsläpp av avloppsvatten som miljöfarlig verksamhet, oavsett om det är från ett hus eller en hel stad. Detta innebär bland annat att avloppsvatten måste renas eller tas om hand på ett sådant sätt att det inte uppstår problem för människors hälsa eller naturen. Enskilda avlopp kräver en skriftlig anmälan eller ett tillstånd från miljökontoret i den kommunen man befinner sig i. Det är fastighetsägaren som har ansvaret för att detta sker. (Rivera 2009) För vidare information om detta se bilaga 1.

1.8.5. Vilka krav ställs?

I lagstiftningen finns inga specifika krav för hur avloppsvatten ska renas eller hur effektiv reningen måste vara, utan bara att det ska renas så att man skyddar människors hälsa, miljön samt hushålla med naturresurser.

Skydd av människors hälsa - Avloppsvatten kan innehålla smittämnen, speciellt om det kommer från urin och fekalier. Reningen ska minska risken för utsläpp av smittämnen till grund- och ytvatten. Reningen ska också minska risken av dålig lukt.

Skydd av miljön - Det idag största problemet med avlopp är utsläpp av gödande och syreförbrukande ämnen. Dessa utsläpp måste minska.

Resurshushållning - I dessa krav anses framför allt skapande av förutsättningar för ett kretslopp av näringsämnen från avlopp tillbaka till odlad mark för att på så sätt nyttja näringsämnena igen. I vissa fall omfattar de också krav på hushållning med energi, vatten och andra resurser.

Att direkt ifrån en trekammarbrunn släppa ut avloppsvatten (inklusive urin och fekalier) som enbart genomgått slamavskiljning är i princip förbjudet i kust- och sjönära områden samt där grundvattnet är skyddat. Det måste finnas en efterföljande rening efter slamavskiljning. Många av de resultat som sedermera kommer presenteras kan fylla denna funktion.

Miljönämnden har inte rätt att ställa generella krav som gäller för alla anläggningar i hela kommunen, utan måste se till förutsättningarna i varje enskilt fall. Därför blir kraven olika på olika fastigheter. Kraven som ställs måste vara rimliga i förhållande till nyttan för hälsa och miljö. De får inte heller vara så hårda att det leder till orimliga kostnader, utan vara av det slag att en normalsvensk husägare har råd att investera i en dem. I svensk miljölagstiftning är det ägaren som har bevisbördan och ansvaret inför myndigheterna av att allt fungerar så att anläggningen uppfyller lagens krav om rätt placering, att den renar tillräckligt, inte stör vattentäkter, att den sköts, underhålls och fungerar i drift. Var avloppsanläggningar ska placeras är viktigt för miljö och hälsa, eller snarare var de inte ska placeras. Lämpligt ställe

ska hittas med hänsyn till bland annat vattendrag, grundvatten, närliggande dricksvattenbrunnar, bergvärmeanläggningar, andra enskilda avlopp, badplatser och andra känsliga miljöer samt vilka geologiska förutsättningar som gäller på platsen. (Rivera 2009)

Hur hårda reningskraven blir beror på hur känslig miljön är runt omkring och hur många andra anläggningar som finns i närheten. Utgångspunkten för dessa krav är Naturvårdsverkets allmänna råd om små avlopp, NFS 2006:7 (Naturvårdsverket 2006). Där anges det vilka krav som är rimliga att ställa på anläggningar som renar avlopp för upp till 25 personer. Dessa är som sagt ingen lag utan Naturvårdsverkets tolkning av lagen och fungerar som utgångspunkt för vilka krav som ska ställas utifrån varje enskilt falls parametrar. De allmänna råden anger inte vilken slags teknik som ska användas utan vilken reningsnivå anläggningen skall ha och några tekniska grundkrav som anläggningen ska uppfylla. Förutom vissa grundkrav finns det två nivåer: normal nivå, som gäller i de flesta fall och hög nivå, som gäller i speciellt känsliga områden. (Rivera 2009) Dessa nivåkrav kan ses i bilaga 2.

1.9. Trädgård och vatten

Som det tidigare är konstaterat så: *utan vatten inget liv*, och därmed ingen trädgård. Närheten till vatten har under alla tider varit en bestämmande faktor för människans val av boplatser. Edens lustgård brukar beskrivas som vattenträdgårdens urhem (Dunér 2004, s.381). Här på jorden utvecklades trädgårdskonsten först i varmare klimat där det fanns tillgång på vatten som rann ner från höga berg och ibland översvämmade slätterna. Folken som levde där lärde sig utnyttja detta genom att leda det dit de ville genom att bygga dammar, kanaler och slussar. (Hobhouse 2004, s.18) Detta är en teknik som först påträffades i Mesopotamien och som sedermera kom att förfinas av araberna. Den som kontrollerade vattnet och därmed bevattningen kallades för vattenmästare. Eftersom de på detta sätt kunde styra de andra bybornas liv var de mäktiga män. (Dunér 2004, s.301) Kanske skulle de kunna kallas för de första trädgårdsmästarna? I flertalet av trädgårdskonstens epoker, i flertalet delar av världen, har man använt sig av vatten inte bara som praktiska och funktionella anläggningar utan även estetiskt med dynamiskt tilltalande och utsmyckande av platsen (Blennow 2002). Vatten är idag ett nästan oundvikligt inslag i trädgårdsdesignens estetik. Vatten genererar känslor av nyfikenhet och en lust till att experimentera. Det håller en varaktig attraktionskraft på oss människor full med ständiga överraskningar. Dess symboliska värde, livfullhet och hur det mjukt pockar på vår spontana uppmärksamhet är oöverträffligt.

Idag tar vi vatten för givet, men kanske kan vi så som de äldsta trädgårdsmästarna snart igen inse att vatten är en kostbar resurs som inte kan tas för given. Att kombinera trädgård med ett medvetet vattenanvändande borde därför ligga den moderna miljöintresserade människan i dagens Sverige varmt om hjärtat.

1.10. Syfte

Att belysa vattenanvändning från en trädgårdsodlars perspektiv för att hushålla med vattenresurserna och bli en del av ett hållbart vattenkretslopp.

1.10.1. Frågeställning

Vad finns skrivet om ett ansvarsfullt användande av vatten i hemträdgården utifrån ett ekologiskt hållbart perspektiv?

Hur kan man påverka sitt användande av vatten i hemträdgården till att bli mer effektivt och ekologiskt hållbart?

Vilka möjligheter finns att ta tillvara och återanvända grå- och dagvatten i hemträdgården?

Vilka möjligheter finns det för fastighetsägaren att rena grå- och dagvatten genom att använda trädgården?

2. Metod

Litteraturstudier, rapporter och tillförlitliga hemsidor har använts.

2.1. Avgränsning

Exempel på växtmaterial begränsas till mellansvenska förhållanden med zon 4 som riktmärke med Bottenhavet som huvudsaklig recipient. Länsstyrelsen i västernorrland är vattenmyndigheten för området. (Vattenmyndigheten 2009)

Jag ska inte undersöka eller belysa:

- system som inte berör rening av dag- och gråvatten.
- hur separation av grå- och svartvatten går till.
- om reningsmetoderna som tas upp är lagliga.
- reningsmetoder som förvandlar hela hemträdgården till ett enda stort reningsverk.
- ekonomiska beräkningar för åtgärder som föreslås.
- vatten som en säkerhetsrisk och hur man vidtar åtgärder för detta.
- metoder och system som inte hushåller med energi och andra naturresurser.

Förslagen till hushållning och rening av vatten i hemträdgården är avgränsade till att vara användarvänliga så att gemene man kan tillämpa och förstå deras innebörder och verkan.

3. Resultat

Det finns två huvudgrenar för att påverka vattenanvändandet i hemträdgården till att bli effektivt och ekologiskt hållbart; hushållning och rening.

3.1 Hushållning med vatten i trädgården

Hushållning syftar till att man ser över hur vattnet används och effektiviserar detta. Lättast och effektivast görs detta genom att dra ner på förbrukningen. Detta går att göra enkelt med hjälp av några få tekniker. Ofta medför dessa även andra positiva sidor så som mindre arbete och gynnande av trädgårdens ekosystems hälsa och motståndskraft, vilket i sin tur visar sig i utfallet av hemmets trädgårdsodling. Men detta kommer inte behandlas i detta arbete.

3.1.1. Jordar rika på organiskt material

Hur mycket vatten en jord kan ta emot beror på dess vattenbindande förmåga, det vill säga beroende på markens struktur och textur. Ur en växts perspektiv är en bra jord en som har porstorlekar fördelade så att jorden både är väl genomluftad men samtidigt kan hålla tillräckligt med vatten. Det är även viktigt för växter att en jord kan släppa ifrån sig överskott av vatten så det dräneras vidare till grundvattnet. Båda dessa förmågor har setts öka med en stigande mullhalt i jorden. En annan faktor för om en växt kan tillgodose sig vatten är hur hårt det är bundet i markstrukturen. Även här är en hög mullhalt till växtens fördel. (Eriksson, Nilsson & Simonsson 2005) Jordar rika på nedbrutet organiskt material, även kallad mullämnen eller humus, är porösa och har mängder med små hålrum. Detta gör att den både suger upp vatten och håller det bra. En jord som håller vatten längre och bättre behöver inte vattnas lika ofta. (Israelsson 2007, s.52) Studier visar på att så lite som 2 % av organiskt material kan minska bevattningsbehovet med så mycket som 75 % i jämförelse med jordar som har mindre än 1 % mullämne i sig (Hemenway 2009, s.98).

Ett av de enklare sätten att i sin trädgård kontinuerligt berika sina jordar med mullämnen är genom egen kompost.

3.1.2. Lucker jord

Jordar rika på organiskt material är naturligt luckra men kan packas vid olämplig behandling. Då minskar dess totala volym igen samt volymen av öppna och slutna porer. Det är viktigt att bearbeta marken då det mekaniskt skapar porer så jorden blir genomsläpplig för vatten. Men även en mullfattig jord kan bearbetas mekaniskt så att den blir mer porös. Vid kraftig nederbörd kan en mullrikjord suga åt sig mer av denna, medan nederbörd på en mullfattig jord rinner av i större utsträckning. (Eriksson, Nilsson & Simonsson 2005) Luckring ska inte ske för djupt, 8-10 centimeter är lagom för att bevara markfukten (Växteko 1996).

3.1.3. Rätt växt på rätt plats

Fast organiskt material förbättrar alla jordars kvalitet är det viktigt att ta reda på vilken jordart som dominerar i trädgården. Vilken jordart det är och dess sammansättning är en av de viktigaste faktorerna som avgör ifall en växt kommer att trivas på platsen, (SGU) tillsammans med andra parametrar så som årlig nederbörd, temperatur, ljusförhållanden etcetera. Med andra ord, det är bättre att välja växter som är lämpade för den befintliga jorden än att bearbeta jorden till att uppnå växternas krav. Ett exempel på detta är att välja arter av gräsfrö som tål torka bättre vid nyanläggning om platsens förutsättningar är sådana. (Pears 2005, s.64) Eller att alltid ta hänsyn till en växts ståndort först och sedan till design och smak. Att plantera torktåliga växter på torra platser och växter med större vattenbehov där vatten finns

tillgängligt, exempelvis vid stuprör, bredvid hårdgjorda ytor och diken, sparar på vattnet som resurs. (Hemenway 2009, s.102ff) Polykulturer av alla slags växter tenderar till att mer effektivt användande av markfukt än vad monokulturer gör. En variation av rötters växtsätt och djup kan minska konkurrensen av markfukt då de kan ta del av den fast från olika djup. Även olika växters behov av vatten under olika faser av deras växtsäsong kan verka komplimenterande. Perenna växter har välutvecklat rotsystem till skillnad från årenueller. De är därför mer toleranta till kortare perioder av torka. Unga årenueller hämtar sitt vatten från grunda nivåer i jorden, samt lämnar mycket bar jord emellan sig. (Whitefield 2004, s.96)

3.1.4. Att forma landskapet för att optimera vattenanvändningen

Att forma terrängen för att leda vatten till specifika områden där det behövs för uppsamling eller perkolation (infiltration ner mot grundvattnet) kan i vissa trädgårdar fungera bra. Lättast är då att titta på hur trädgården ser ut och sedan förstärka dessa former för att på så sätt skapa olika zoner med olika vatten tillgång för att sedan anpassa sin trädgårdsodling till detta. Ett av de enklare sätten är att forma planteringar ungefär 5 centimeter högre runt om och lägre i mitten. Detta är en liten konkav skillnad som knappt syns för ögat men vattnet kommer av gravitationen söka sig till sänkan och där sjunka in vilket leder till ett minskat bevattningsbehov. (Hemenway 2009, s.99-100)

Ett annat sätt att leda vatten dit man vill från exempelvis utkastare på stuprör till ställen där det kan behövas som planteringar och fruktträd är att gräva eller på annat sätt forma små diken eller kanaler. (Hemenway 2009, s.101) När detta görs är det viktigt att marken sluttar 15 centimeter de första 3 metrarna ut ifrån huset. Därefter kan det göras flackare. De två metrarna närmast huset bör vattnet ledas i täta rännor sedan kan det ledas direkt i små svackor i gräsmattan. (Lönngren 2001, s. 42) Små diken kan också byggas av exempelvis små- eller storgatsten, betongplattor, kantsten eller dylikt. Sådana diken är inte helt täta, så att lägga en gummiduk i botten nära huset är bra. Med gummiduk i botten kan material så som kullersten, sjösten eller planteringsjord med våtmarksväxter användas. För det senare alternativet är det viktigt att vatten flödet inte är för starkt då jorden riskerar att spolats bort. Det är viktigt att rännan har en tillräckligt stor dimension så att den inte översvämmas på sidorna. (Folkesson & Göransson 2001) Här kan inspiration sökas i trädgårdshistorien där människan tidigt lärde sig leda vatten till var de ville ha det med hjälp av kanaler och liknande byggen (Dunér 2004).

Ytterligare sätt som ofta nämns inom permakultur är vad som på engelska heter swales. Detta är en slags svackdike som syftar till att fånga upp avrinningsvatten vid nederbörd så att det kan filtrera och sparas i marken. Marken i och omkring rännorna kommer därför bättre nyttja den nederbörd som faller och behålla sin fuktighet längre efteråt. (Hemenway 2009, s. 100 & Whitefield 2004, s.100) Dessa rännor kan vara allt från ett par decimeter till någon meter bred och omkring 30 centimeter djup. Längden beror på landskapet och behov. De måste följa den exakta horisontella konturen av marken. Så att de blir som långa, smala dammar. Ibland kan en liten bank på nedre sidan av svackdiket vara nödvändig så att det ser ut som ett S i genomskärning. (Hemenway 2009, s.100) Det ska fungera exakt motsatt till ett dike vars syfte är att med hjälp av en fallhöjd transportera bort vatten antingen för att dränera marken eller leda det till recipient. En recipient är en mottagare av restprodukt, i vattensammanhang är det hav, sjö eller vattendrag. Swales syftar till att bibehålla och infiltrera vattnet direkt på platsen. Rännor används sällan en och en utan ofta som komplement till varandra ner för en lutning. Att stoppa markavrinning av vatten stoppar också erosion på vissa platser. Viktigt är då att rännorna är så pass stora eller många i antal så att de inte rinner över vid nederbörd. Då kan problemet med erosion bli ännu större än det var ifrån början. (Whitefield 2004, s.100)

Hemenway (2009, s.101) beskriver hur tätt rännorna ska placeras under amerikanska förhållanden. Han menar att om en plats har en årsnederbörd på 1000-1200 mm per år borde rännorna ligga ungefär 5-6 meter ifrån varandra. Denna nederbördsmängd är att jämföra med sydvästra Sveriges förhållanden som är bland de våtaste i landet (SMHI 2007). Vidare skriver han att avstånden mellan rännor i områden med enbart 380 mm nederbörd per år kan vara uppåt 15 meter istället. Avstånden påverkas även av hur kompakt jorden är. Om jorden består till stor del av lera samt om marken är brant kan rännorna behöva vara fler och närmare varandra. Helt enkelt får varje husägare experimentera lite för just sin plats. Systemen kommer bäst till sin nytta då vädret är växlande med långa perioder av torka som bryts av häftig nederbörd. På botten kan fuktkrävande växter planteras. (Whitefield 2004, s.100) Detta kan hjälpa till att kamouflera rännorna om så önskas. De kan även fyllas med grus, alternativt något annat välldränerat material. Den markfukt som dessa rännor genererar kommer även att påverka jorden flera meter ifrån dem. (Hemenway 2009, s.101)

3.1.5. Att minska avdunstning

Att sätta växter tätt och på så sätt skugga jorden kan minska avdunstningen därifrån med så mycket som 60 % (Hemenway 2009, s.104). Skuggning av jord kan även göras med hjälp av täckodling (se nästa stycke). Ett annat sätt att minimera avdunstning är att låta växtlighet skugga varandra. Antingen sporadiskt eller så som det går till i skogsmark där trädkronor skapar ett mikroklimat som håller luften där under fuktig och sval. (Hemenway 2009, s.105) Men det är inte bara solen som torkar ut, vinden har även den stor effekt. Att placera ett vindskydd som är 90 centimeter högt bredvid något kan reducera vattenförlusten med 60 %. (Israelsson 2007, s.123)

3.1.6. Täckodling

Med begreppet täckodling menas att man täcker marken mellan växtligheten så att ingen bar jord påträffas. Täcklagret förhindrar avdunstning så att jorden håller sig fuktig längre. Detta kan göras med organiska material (exempelvis vedflis, bark, halm, hö och färskt gräsclipp), papper, plast och marktäckningsväv (en slags kraftig fiberväv) med mera. Ur en ekologisk synvinkel är organiskt material att föredra. Det släpper även igenom mer nederbörd än vad plast gör. Papper och fiberväv är till viss del genomsläppliga och medelgoda på att hålla kvar fukten i marken. Används organiska material bör lagret vara åtminstone 5-10 centimeter tjockt och ju tjockare det är desto bättre isolerar det. Organiskt material är extra effektivt då en höjning av markfukten önskas, till exempel på torra marker eller för fuktälskande växter. På en sandjord kan avdunstningen minska med så mycket som 2/3 genom ett 15 centimeter tjockt marktäckande av organiskt material. Det är främst markfuktigheten i de övre lagren som gynnas. Om plantorna är små och ännu inte täcker jorden helt kan skillnaden vara stor. Då markytan hålls täckt gynnas både den djupa och ytliga rotutvecklingen tack vare den utjämnade markfuktigheten. Efter kraftigt regn kan vissa jordar få en skorpbildning som kan leda till syrebrist. Detta förhindras av marktäckning. (Ögren 1997)

Täckning påverkar in- och utstrålning av värme från jorden vilket leder till en sänkt temperatur kring växtens rötter och på så sätt även deras vattenbehov. Därför kan det vara olämpligt som metod på värmekrävande växter. En annan sak att tänka på är att täckt jord inte värms upp lika snabbt på våren. Därför kan det vara bra att om denna teknik tillämpas att då skjuta det täckande lagret åt sidan. Då kan solens strålar värma, så att tjälen släpper snabbare och jorden kan återigen fungera i det hydrologiska kretsloppet. Emellertid vänder detta på sensommaren då jordtemperaturen i täckt mark blir högre än om den hade legat bar. Denna värmande egenskap försätter sedan under vintern tills det vänder igen på våren. (Ögren 1997)

Marktäckning hjälper även mot ogräs som annars kan konkurrera om vattentillgången. Marktäckningsväv, papper eller svartplast är effektivast för detta. Marken bör vara fri från flerårigt ogräs då täckningen läggs ut. Nackdelar med marktäckning är om det i området finns mycket möss och sork då dessa djur trivs med denna skyddade miljö. Den fuktighet som skapas kring växterna kan också vara till skada vid odling av exempelvis sallad som lätt kan drabbas av röta i rothalsen eller lök som behöver torr miljö för att mogna innan skörd. (Ögren 1997)

3.1.7. Bevattningstekniker

Att skriva om bevattning kan vara ett eget examensarbete i sig då detta är ett brett och komplicerat ämne. Men vissa småskaliga tekniker är i överensstämmelse med en långsiktig hållbar vattenhantering där varje droppe kommer till användning och risken för övervattning med näringsurlakning som följd minimeras. Övervattning kan även leda till ökad bladproduktion på bekostnad av blomning samt mindre smak i frukt och bär. När på dygnet bevattningen sker är avgörande. Mitt på dagen då det är varmast och avdunstningen är som störst ska helst undvikas. På kvällen är temperaturen svalare och då hinner vattnet sjunka ner i jorden och växterna tillgodo göra sig det. (Wilson 2007) I områden där det finns ett problem med sniglar och snäckor kan det vara bra att vattna på morgonen då dessa djur gynnas av fuktiga ytor på natten då de är som mest aktiva (Pears 2005, s.66). Att vattna tidigt på morgonen är bra ur en annan synpunkt också då vattnet riktigt hinner sjunka in samtidigt som dagen blir varmare. Då får växterna inte det kyligare och fuktigare än nödvändigt.

Vatten gör störst nytta då det kommer till växternas rötter. Vattnet bör hamna på eller i jorden och inte bara på själva växten. Vissa sjukdomar har lättare att få fäste om växterna är fuktiga. Att vattna med vattenspridare är därför bland det mest ineffektiva bevattningssättet. De är svåra att precisera så mycket vatten hamnar på ytor där det inte behövs eller på plantor som inte är i direkt behov av vatten. Dessutom landar medparten av vattnet på blommor och blad och når därför aldrig ner till jorden. Vid vind blåser mycket vatten bort. En solig varm dag kan så lite som 10-15 % av vattnet nå rötterna om bevattning sker med vattenspridare.

Växter med väl utvecklade rötter som söker sig långt ner i jorden blir tåligare mot ytlig torka. Att därför ha som tumregel att vattna sällan men rejält (till skillnad från ofta och lite) gör att växternas rötter letar sig ner på djupet. (Wilson 2007) Vad en rejäl giva vatten är kan variera beroende på källa. Enligt Lena Israelsson (2007, s.123) är det lagom med 30 liter/m², det vill säga 30 millimeter i en vanlig vattenmätare. I boken *Encyclopedia of Gardening* (Pears 2005, s.67) anser de att 11 liter/m² är lagom för att fukta rotzonen i en odling med rader av grönsaker. Att ge en exakt siffra är svårt då det beror på många olika faktorer så som jordart, skugga, temperatur, mikroklimat. Det är viktigt att känna efter både före och efter bevattning. En torr yta kan ha fukt strax under och en fuktig yta kan dölja en torr jord under. Ett lämpligt djup för att kontrollera fuktigheten är en planteringsspades längd. (iBid)

I mindre privat trädgårdar kan det vara en god idé att sköta bevattningen för hand med en vattenkanna (alternativt vattenslang). Då detta kräver arbete av en person blir resultatet att bevattningen bara sker då det verkligen behövs (Wilson 2007). Denna metod kan effektiviseras om man kan vägleda vattnet direkt under jord. Detta förhindrar inte bara evaporation (avdunstning) utan håller ytan torr vilket förhindrar ogräs från att gro. En traditionell metod för detta är att gräva ner oglaserade lerkrukor i vilka vattnet sedan hålls. Då kommer vattnet sakta att tränga ut genom krukväggen och jorden runtomkring hållas fuktig. Modernare varianter av detta är att använda en stor tratt alternativt en PET-flaska där botten är avskuren och korken är löst påskruvad så att vattnet ändå kan sippra ur, och sticka ner dessa i

jorden. För djupare och kraftigare rotsystem vanligtvis på buskar och träd, kan en bit av perforerad dräneringsslang av typen som används inom jordbruk användas. Denna sätts med en ända vid rötterna och en vid markyta.(Pears 2005, s.68)

Droppbevattning är ett bra alternativ för större trädgårdar eller då ägaren av andra skäl förhindras att vattna för hand. Växterna som vattnas samtidigt måste ha liknande vattenkrav och stå nära varandra. Hålförsedda slangar placeras direkt på jorden vilket ger en direkt bevattningseffekt med minskad avdunstning och ytavrinning. Växtens överjordiska delar slipper även bli fuktiga. Slangarna kan även grävas ner eller täckas med täckmaterial och på så sätt blir avdunstningen till luften i stort sett lika med noll. Om växterna står utspridda är det lämpligt att använda sig av en droppbevattning där individuella munstucken monteras på slangen så att det bara vattnar där det behövs. (Pears 2005, s.68) Då dessa system är inkörda kan de bli väldigt precisa och arbets sparande då en timer kan sköta tiden. Med en långsam bevattning i lågt tryck finns det också möjligheter att använda små och energisnåla pumpar. (Läs mer om pumpar nästa stycke).

Det kan vara vattenbesparande för en trädgårdsägare att lära sig när på året vissa plantor behöver mer vatten och när på året de inte är beroende av extra tillförsel. Ny- eller omplanterade växter har större vattenbehov än väl etablerade. Olika skötseltekniker kan även spela en viktig roll. Till exempel så är det bra att låta gräs växa längre (upp till 7,5 centimeter) vid torr väderlek. Gräsmattor som inte klipps kort har längre rötter och mer välutvecklade rotsystem vilket gör dem torktåligare. (Pears 2005, s.64-66) Växter i kruka eller annan behållare är mer utsatt för torka än växter som kan rota ut sig fritt i jorden. Dessa är nästan helt beroende av extra bevattning utöver den nederbörd som faller. Används väldigt torktåliga växter eller om krukans placeras i skugga med täcklager över jorden görs vattenbehovet något mindre. Dock kan denna odlingsform ses som ineffektiv ur ett vattenhållbart perspektiv. (Israelsson 2004)

3.1.8. Vatten till bevattning

Var man tar bevattningsvattnet ifrån är en viktig fråga ur en ekologisk och hållbar synvinkel. Att använda vatten med drickskvalitet till att bevattna sin trädgård är inte nödvändigt.

3.1.8.1. Kommunalt vatten

Vatten från kommunen är rent och om man är uppkopplad till nätet är det en pålitlig källa med högt tryck. Men ibland med en hög ekologisk kostnad då det tas ifrån ytvatten eller grundvattenreserver och passerat olika processer på reningsverk där det går åt både energi och kemikalier. Beroende på var man bor kan vattnet innehålla olika stora mängder klor. Detta är ett giftigt grundämne som tillsätts vatten i reningsverk för att ta bort farliga bakterier. Det kan skada jordens mikrobiologiska liv samt störa känsliga växter. Kranvatten kan även ha ett högt pH som gör det otjänligt för bevattning på surjordsväxter. (Pears 2005, s.69) Det tar ungefär ett dygn för klor att luftas ur vatten (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.32) .

3.1.8.2. Regnvatten

Överlag är det regnvatten som faller av god kvalitet, ren från föroreningar och med ett relativt neutralt pH-värde. Detta gör det lämpligt att samla upp och använda för bevattning. Om regnet är surt kan det vara lämpligt att låta det passera en sedimentfälla med kalkblock för att neutraliseras. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.32) Ytterligare så är regnvatten mjukt, har hög syrehalt samt har en lagom temperatur vilket också bidrar till dess lämplighet som bevattningsvatten (Folkesson & Göransson 2001). Vilken yta som används till uppsamlade är viktigt att tänka på då det ofta är här föroreningar av regnvatten sker. Exempelvis så är

avrinningsvatten från koppartak och parkeringsplatser giftiga (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.32). Det finns många olika metoder att samla regnvatten på beroende på hur fastighet och bevattningsbehov ser ut. Att sätta en tunna vid ett stuprör är ett enkelt och välanvänt sätt och kan se ut på många mer eller mindre estetiskt tilltalande sätt. Men hur länge detta vatten räcker vid torr väderlek är beroende av storleken på ytan som kräver bevattning. Tunnor, tankar och dammar kan snabbt fyllas på vid regn och förvånansvärt stor volymer vatten kan samlas om till exempel en takyta används. (Pears 2005, s.69ff) Att räkna ut hur mycket vatten som kan ansamlas under ett år är viktigt vid dimensionering av vattenansamlade system. Men även för andra projekt som beskrivs här i resultatet. För att räkna hur ut hur mycket en yta kan ansamla finns en lätt formel:

$$(A \times N)/1000 = V$$

A = Arean av ytan

N = Nederbörden i mm per år/vegetationsperiod.

V = Volymen i m³

Detta ger hur mycket vatten man kan räkna med att samla in under ett år. Om man vill vara mer precis tar man reda på den exakta nederbörden under vegetationsperioden eller exakt nederbörd per månad för det område där man bor. Avgörande är den totala mängden nederbörd och när det sker. Enligt boken *Ekologi för småhus* (Ottosson 1993, s.27) kan ett tak på en normal enfamiljvilla samla upp cirka 50 – 80 m³ regnvatten på ett år. Det är bra att räkna med visst spill och därför räkna med 75 % av den totala summan för att se hur mycket vatten det egentligen finns till förfogande. (Hemenway 2008, s.109)

Hur detta vatten skall lagras för att kunna användas under torrare perioder blir sedan frågan. Kan detta ske på en plats högre än var det sedan ska användas kan gravitationen utnyttjas vid själv bevattningen, istället för en pump (Hemenway 2008, s.109). Om tanken placeras på marken kan i vissa fall gravitation hjälpa till att pumpa ut vattnet om man sätter dit en slang. Att gräva ner tanken är ett annat sätt. Då kan en mindre pump behövas alternativt en vanlig vattenkanna eller hink. (Mer om pumpar kommer i avsnittet om ytvatten.) Vattentankar finns i alla olika storlekar och former allt efter trädgårdens behov. En tank med tättslutande och ljustätt lock är att föredra för att minimera avdunstning, stänga ute mygglarver och hindra ansamling av löv och annat skräp. Det skyddar även mot alg tillväxt och att barn ska råka illa ut. (Pears 2005, s.69)

Har man en regnvattentank kan denna i kombination med vissa andra förutsättningar ge möjligheten att koppla ihop hushållets vattenbehov med trädgårdens. Till exempel toalettpolning med regnvatten. (Hedén 1998, s.).

Ett annat alternativ för att förvara regnvatten är i dammar. De är dessutom billigare än tankar och kan hålla mycket mer vatten samt har stora estetiska och biologiska värden. Men de tar större plats. Djupa dammar med liten area är att föredra då de kan hålla mer vatten och från den mindre ytan sker mindre avdunstning, än i en stor och grund dam med samma vattenvolym. Om en damm skall användas till bevattning kommer (beroende på storlek) nivåskillnaden på vattenytan påverka ekosystemet omkring dammen och det kommer att bli en svårare miljö för levande ting. Vissa växter tål dessa betingelser bättre än andra men det kan ändå uppfattas som ett estetiskt problem. Flera dammar i följd gör det enklare att kontrollera vattennivån i den sista dammen. En annan lösning är att nytt vatten fylls på från annan källa (exempelvis med en vädurspump från närliggande ström eller källa, se avsnitt om

ytvatten) då vattennivån sjunker. (Hemenway 2009, s.108) Att vattnet i en damm är näringsfattigt är A och O för ett hälsosamt system. Är inte dammen speciellt konstruerad för att rena bör inte det vatten som tillsätts ha en kvävehalt på över tre milligram per liter. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.32) En damms renande effekter och hur ett ekologiskt system konstrueras och bibehålls återkommes det till i stycket om rening. En damm påverkar mikroklimatet i trädgården till att bli fuktigare (Wilson 2007).

Dammar, tunnor och vattentankar bör konstrueras med ett breddavlopp. På så sätt kan överskottsvatten styras dit man vill ha det, till exempel med så kallade swales, eller med rör mot exempelvis så kallade raingardens (dessa tas upp mer ingående i avsnittet om rening).

3.1.8.3. Gråvatten

Att se över hushållets vattenförbrukning och minimera denna är steg ett. Med den teknik som finns på marknaden idag kan befolkningen halvera sin dagliga vattenkonsumtion utan att dra ner på hygien och levnadsstandard (Bokalders & Block 2004, s.222). Vi slösar i många fall med dricksvatten.

Återanvändning av gråvatten i trädgården är en bra idé så länge det handlas korrekt och inte är starkt förorenat av till exempel icke miljövänliga rengöringsmedel och fetter. Att använda gråvatten under torra perioder när vattnet är garanterat att direkt infiltrera jorden är ett sätt att minimera hälsorisker. De små mängderna av till exempel döda hudceller, tvål och dylikt har en mild gödslande effekt, vilket många gånger är bra. (Dunnett & Clayden 2008, s.43) Med enkla medel kan gråvatten samlas och användas, till exempel i en hink under diskhon eller med röraranläggningar där man kan separera det vatten som skall användas. Undvik att vattna direkt på växtlighet. Gråvatten, med undantag av det som använts till att skölja grönsaker, skall helst inte användas till bevattning på ätbara grödor eller surjordsväxter. För att undvika eventuell uppbyggnad av högre koncentrationer av något ämne bör bevattnings ytor vara roterande i trädgården. Gråvatten, speciellt det från bad och dusch, kan innehålla små mängder bakterier som är hälsovådliga och de får föröka sig. Därför ska gråvatten användas omgående och inte lagras under längre tid utan föregående rening. (Pears 2005, s.70) Att rena gråvatten med olika metoder innan lagring och användning tas upp i stycket om rening.

I boken *Encyclopedia of organic gardening* (2005, s.70) rekommenderas en enkel metod för att snabbt och enkelt rena gråvatten om så önskas innan bevattning. Fyll en välperforerad hink med halm. Sila gråvattnet därigenom innan det används för bevattning. Töm regelbundet halmen på komposten och fyll hinken med ny.

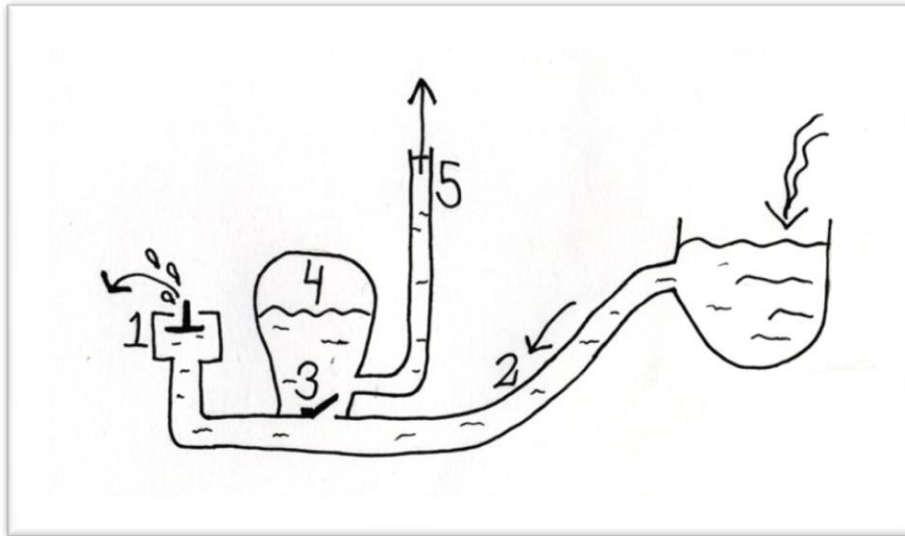
Att använda gråvatten till bevattning har alltså dubbel effekt, då både vatten och dess näringsinnehåll återanvänds. Ett problem är dock att växtsäsongen är relativt kort och att i många fastigheter produceras gråvatten året runt.

3.1.8.4. Naturligt ytvatten

Naturliga ytvatten kan i de flesta fall vara lämpliga att användas till bevattning. Tester av vattenkällan kan vara nödvändiga att ta om det finns risker för föroreningar av kemikalier från omkringliggande jordbruk och andra industrier. (Pears 2005, s.69-70) Vid mindre vattenuttag för den egna villaträdgården från sjöar och vattendrag behövs inget tillstånd hos miljödomstolen, det räcker med en anmälan hos Länsstyrelsen. Men är det uppenbart att inga allmänna eller enskilda intressen skadas så behövs varken anmälan eller tillstånd. Ifall någon sedermera påstår att en skada uppstått är den person som står för uttaget skyldig att bevisa att det inte inverkat negativt på omgivningen. (SJV 2009) En överdriven konsumtion

av små ytvattentillgångar speciellt vid torr väderlek kan orsaka uttorkning och hänsyn till det lokala ekosystemet måste alltid tas.

Vädurspump, eller hydraulisk vädur, är en fiffig vattenpump som drivs av lägesenergin i fallande vatten. Konstruktionen kräver tillgång till ett konstant fallande vatten, exempelvis en bäck eller en å. Det är idealiskt med en fallhöjd på 1-2 meter men kan även fungera med en halv meter eller till och med mindre. Energin i vattnets flöde lyfter sedan en liten del av det vattnet till en mycket högre punkt i landskapet. Detta är en hållbar konstruktion då det endast innehåller två rörliga delar och när den väl är på plats kan den pumpa i några hundra år. (Whitefield 2004, s.100)



I princip består pumpen av två ventiler och en luftfylld klocka. Då stötventilen (1) stängs (då hörs en liten smäll) av vattenflödet uppstår en tryckstöt i huvudledningen (2). Detta leder till att ventilen till luftklockan (3) öppnas och en liten mängd vatten tränger in. När sedan trycket sjunker i huvudledningen stängs ventilen till klockan och stötventilen öppnas igen. Detta förlopp upprepas sedermera. Detta resulterar i att luftklockan (4) fylls mer och mer med vatten, som i sin tur trycks vidare upp i ett stigarrör (5) till önskad plats. Väduren kan pumpa vatten till en avsevärd höjd (beroende på konstruktion av pump, fallhöjd, rörkvalitet, etcetera), men det kräver ett oupphörligt flöde och därmed tryck i huvudledningen (4). (Nyteknik 2008) I boken *The Earth Care Manual* (Whitefield 2004, s.101) beskrivs det att en pumphöjd på 60 meter kan nås om fallhöjden i vattenflödet är två meter. Men högre vattnet pumpas desto lägre blir pumphastigheten. Men eftersom en pump arbetar dygnet runt, så länge vattnet strömmar, kan slutvolymen ändå bli stor.

Slingpumpen är en annan slags hydraulisk vattenpump som drivs av strömmande vatten. Vattenhastigheten måste vara minst 0,5 m/s. Pumpen förankras i vattendraget och konstruktionen bygger på att pumpen skall rotera i vattnet. Detta sker med en propeller i framändan av den konformade pumpkroppen. Den är enkel och slitstark i sin konstruktion och klarar en tryckhöjd på 25 meter. Ett annat alternativ är vindpumpar. Detta är en gammal teknik med i modern tappning så att de behöver mindre underhåll och är billigare. De finns i tre typer: för pumphöjder mindre än 7m, cirka 25m och pumpar för djupa hål på 60-100m. Lyft höjden kan vara flera 100 m. Det räcker med vindstyrka på 2,5-3,5 m/s för att de ska fungera. En begränsning med vindpumpar är att de måste vara placerad rakt över det vatten som det ska pumpa, med andra ord går det inte att ha källan i en dal och pumpen uppe på en

kulle för att få bättre vindkraft. Så istället krävs en öppen terräng. Idag används vindpumpar framförallt till dricksvatten för människor och djur och för att cirkulera vatten i reningsanläggningar. Elektriska pumpar kan drivas av solceller. I ett sådant system utan batterier går pumparna när solen skiner. Det finns även små batteridrivna pumpar där batterierna laddas av solceller och lagra energi. Dessa fungerar därför även då solen är i moln. (Bokalders & Block 2004, s.234 & 235) Vid uppumpning av vatten från naturliga ytvatten rik på organiskt material kan det vara lämpligt att installera ett filter för att förhindra stopp i bevattningsslangar. (Pears 2005, s.70)

3.2. Rening av vatten i trädgården

Rening syftar till att rena den nederbörd som finns inom trädgården innan det släpps ut till recipient samt att utjämna volymen av nederbörd som leds dit under en längre tid. Även rening av hushållets grävatten kan ske på platsen för att sedan återanvändas alternativt släppas ut i närheten. Detta istället för att ledas till reningsverk längre bort. Avstånd till grävda brunnar, naturliga källor och andra recipienter bör tas i åtanke vid planering av reningsanläggningar.

Vad som definierar en förorening kan vara oklart. Kort sagt kan det beskrivas som ämnen i en koncentrerad mängd eller ämnen på fel plats. Till exempel kväve som är ett livsviktigt näringsämne för växter och finns normalt överallt. Men då det kommer i förstora koncentrationer i till exempel vattendrag stör det en naturlig balans och orsakar skada på ekosystemen. Men kvävet kan tas ut därifrån och återföras det till växternas kretslopp och på så sätt gör det nytta igen.

Naturen har med sina växter och mikroorganismer en god förmåga att rena avloppsvatten så länge volymen i förhållande till yta inte blir för stor. Även en mekanisk rening sker eftersom marklager kan fungera som ett naturligt filter. (Bokalders & Block 2004, s.321) Till exempel så har fosfat en benägenhet att absorberas och fällas ut i jordar som innehåller järn, aluminium och kalcium (Wittgren & Hasselgren 1993, s.7). Naturliga reningsanläggningar syftar till att efterhärma dessa naturliga företeelser.

Naturliga processer som utnyttjas vid naturlig rening:

- Vatten infiltrerar marken med hjälp av gravitationen.
- Perkolation i marken. Även här är det gravitationen som gör att vattnet söker sig mot grundvattennivån.
- Sedimentering. Gravitation gör att partiklar av alla dess slag i vatten sjunker mot botten.
- Biosorbation. Växternas förmåga att uppta vatten samt föroreningar.
- Evaporation, vattnets förmåga att avdunsta från växter och mark.
- Nedbrytning och fastläggning av föroreningar i markens övre lager.
- Filtrering genom olika material så som sand och grus. (Larm 1994)

Växter spelar en nyckelroll i naturliga vattenreningsprocesser.

Renande funktioner:

- Växter upptar näring ifrån vatten. Undervattensväxter kan ta upp med bladverket och för de flesta övriga arter sker upptaget ifrån rötterna.
- Då många renande processer i vatten sker med bakterier, alger och andra organismer utgör växters blad, strå och rötter en livsmiljö för denna biofilm.

- Syresättning av vattnet förbättras. Undervattensväxter och alger syresätter vattnet genom fotosyntesen.
- Sediment syresätts. Speciellt *Phragmites australis* (vass) och *Typha* ssp. (kaveldun) anses syresätta sediment. Dels via läckage ifrån rötterna och dels genom deras ihåliga strån och kanaler som skapas kring rotsystemen.
- Växter fungerar som ett mekaniskt filter för partiklar.
- Flockning av små partiklar i vatten förbättras i turbulens kring växtlighet.
- Vegetation skyddar mot vindenergi och vågrörelser. Detta skapar lugna zoner vilket förhindrar resuspension (att sediment åter grumlar sig med vattnet).
- När växtmaterial bryts ner frigörs en kolkälla som är drivkraften till denitrifikation (en process där vattenbundet kväve frigörs till luften).

Hydrologiska faktorer:

- Växter har större avdunstningsförmåga än fritt vatten. Exempelvis så kan bladvass avdunsta motsvarande 25-30mm vatten jämfört med cirka 4 mm från en vattenspegel en varm sommardag.
- Växter dämpar flödes hastigheter i vatten vilket medför en ökad sedimentering av partiklar.
- Växter minskar erosion genom att dämpa vattenflöden samt binda jord med rötterna.

Övriga fördelar:

- Växter kan hjälpa till att skugga vattenytan och alg tillväxten minskas därmed.
- Flera arter utsöndrar bakteriehämmande substanser från rötterna.
- Växt delar under vatten läcker kolhydrater som gynnar mikroorganismer.
- Växtlighet utgör habitat åt fåglar, insekter och andra smådjur.
- Vegetation kan vara estetiskt tilltalande. (Vegetationsteknik 2009, s.93)

När man använder sig av vegetation (exempelvis rotzonsbäddar, dammar, våt marker etcetera) beror graden av rening på en rad faktorer, exempelvis hur länge vattnet uppehållit sig i anläggningen och temperaturen i vattnet (Ottosson 1993, s.23). Utformning, belastning och val av metod för rening avgör reningsgraden. Komplexare system med flera steg ger generellt bättre rening. (Lönngren 2001, s.28)

Det effektivast sättet att rena vatten är att helt enkelt stoppa föroreningen redan vid källan (Persson 1990, s.9). Att alltid använda miljömärkta rengöringsmedel och att inte överdosera är viktigt för att minska föroreningshalten av grävatten i hushållet. Detta gäller även schampo, tvättmedel, maskindisk till andra rengöringskemikalier. (Ottosson 1993, s.17)

Kompostkvarnar i slasken ställer också till det då halten av växtnäringsämnen drastiskt ökar om organiskt material mals ner och släpps ut med vattnet istället för att läggas direkt på en kompost eller dylikt.

En relativt omfattande kemisk bekämpning mot ogräs, svamp och insekter bedrivs idag i privata trädgårdar. I vissa förhållanden kan dessa ämnen röra sig ner i marken till grundvattnet. Med grundvattnet kan vissa ämnen föras vidare för att senare återfinnas i ytvatten eller i brunnar nedströms. Ibland även långt ifrån platsen där medlen användes. (Socialstyrelsen 2006) Detta är därför något man bör upphöra med, om en gift fri miljö önskas (Greppa 2008). Användandet av kemiskt framställda ämnen i trädgården leder även till ett ogynnsamt klimat för mikroorganismer och nedbrytare som annars står för en hälsosam balans i trädgården. Kemiskt framställda gödselmedel leder även på sikt till att humuslagret

tynar bort. Detta får som konsekvens en sämre jord som håller mindre vatten och dränerar överskottet sämre.

Att sträva efter att växtlighet ska täcka all jord är viktigt för att minska näringsläckage. Bar jord utan växtlighet ligger oskyddad mot väder och vind och urlakas därför snabbt. Även att veta vilken tidpunkt som passar sig för att gräva och gödsla är viktigt och bestäms efter den jordmån som finns på platsen. Att övervattna bidrar till en urlakning av näringsämnen i jorden. (Pears 2005, s. 64)

Ett sätt att undvika utfällningar av bland annat koppar och zink är att måla stuprör och andra metalliska ytor och/eller välja gift fria byggnadsmaterial (Lönngren 2001, s. 26). Bilar och dess drift är potentiella vatten förorenare. Bly kan komma från avgaser, krom från däckslitage och halkbekämpningen vintertid kan bidra med oorganiska salter så som klorider och sulfater. (Axelsson & Hallgren 1993).

Vilken anläggning det än är frågan om är det av yttersta vikt att den är rätt dimensionerad för att ta emot rätt mängd vatten. För lite vatten kan vara lika förödande för en anläggning som för mycket vatten. (Lönngren 2001, s.44)

3.2.1. Infiltrationsytor

En infiltrationsyta är en yta där vatten kan infiltrera in i marken. I naturen kan vatten infiltrera marken så gott som obehindrat och därmed renas innan det når en recipient. Men i och med en utbyggnad av hårdgjorda ytor, vilka tenderar att vara vanligare procentuellt i urbana miljöer, har andelen ytor där nederbörd kan infiltrera minskat. Detta leder till att vattenflödet från byggnader och tomter ger stora belastningar på dagvattensystem. Eventuellt även en negativ påverkan på akvatiska ekosystem i dess närhet och i vissa fall en sänkning av grundvattnet på platsen. En tät markbeläggning hindrar syre tillförseln i jorden vilket försämrar livsbetingelserna för mikroorganismer. (Schmitz-Günter 2000, s.436) En annan negativ effekt som hårdgjorda ytor för med sig är på mikroklimatet som blir både varmare och torrare. I en hemträdgård kan man minska den totala arealen hårdgjorda ytor genom att använda sig av genomsläpplig markbeläggning. Exempel på sådana är grusytor, trækubb, bark och flis, plattläggning med öppna fogar samt speciell betong och asfalt med genomsläppliga kvaliteter. För garage uppfarter kan det räcka med plattläggning i två strängar för bilens hjul (Schmitz-Günter 2000, s.436-437). En kritik som brukar riktas mot den genomsläppliga asfalten är att den ganska snabbt slammar igen och slutar fungera. Den går att sanda som normalt vid hal väglag, men det är av yttersta vikt att undvika att finare material än sand inte kommer i kontakt med ytan. Både under byggandet och sedan i drift. (Lönngren 2001, s.40) Hur mycket nederbörd en mark kan suga upp beror inte enbart på stenplattor etcetera utan även jordmånen på platsen. Sandjordar dränerar bättre än lera. (Schmitz-Günter 2000, s.436-437) Som nämnts innan i arbetet har mullrika jordar en hög kapacitet att hålla och dränera vatten. (Hemenway 2009, s.98) Ytor som inte är bevuxna fungerar inte lika renande som de med växtlighet. Så en nackdel med exempelvis grusytor är att nederbörd inte renas lika bra. Men detta bör ändå ställas i relation till den verkan vattnet skulle ha om det leddes direkt till en recipient. (Stahre 2006, s.28ff) De vattenhushållande metoder som tidigare nämnts syftar till att infiltrera vatten i marken och sedan hålla det där. Men många av dem har även renande effekter speciellt de bevuxna ytorna, till exempel bevuxna svackdiken. (Se nästa stycke om infiltrationsplanteringar).

En metod som passar den större fastigheten är översilningsängar. Detta är stora infiltrationsytor där dag eller gråvatten leds ut över en bredfront på en ängsmark innan det till

slut når recipienten. (Bokalders & Block 2004, s.323) Bevattningen sker med ett självfall och droppsystem i ett spridningslager av singel eller makadam. Slutningens lutning och längd påverkar vattnets flöde och därmed också reningen. Lutningen bör vara 3-5 % på ängen. Det är viktigt att vattenflödet bromsas upp samt fördelas jämnt över ytan. För ett hushåll kan en yta på 50-100 m² behövas. Växterna i systemet skördas inte nämnvärt. Så huruvida näringsämnen då kan räknas som återvunna är oklart, men vattnet som till slut når recipienten är effektivt renat från kväve, fosfor och andra syreförbrukande ämnen. Denna metod fungerar enbart under den vegetativa perioden av året. (Avloppsguiden 2007:1)

Några exempel på växter som är passand i detta system:

Betula ssp.	(Björk)	Fosfor- och kväveabsorption
Alnus ssp	(Al)	Kvävefixerande
Salix purpurea	(Rödvide)	Högvattentålig och starkväxande. Energiskog.
Phalaris arundinacea	(Rörflen)	Starkväxande. Foderväxt.
Phragmites australis	(Vass)	Denitrifikation
Typha ssp.	(Kaveldun)	Denitrifikation

(Bokalders & Block 2004, s.323)

3.2.2. Infiltrations planteringar

Infiltrations planteringar, eller raingardens, är ett samlingsbegrepp för småskaliga system i form av växtbäddar som tar hand om dagvatten och där fokus ligger på stor infiltrationsförmåga. Dessa konstrueras så att dit strömmande vatten magasineras och infiltreras inom ett dygn efter nederbörd. Enbart under korta perioder efter kraftigt regn ska en raingarden ha en synlig vattenyta. (Dunnett & Clayden 2007, s.94ff)

Deras fördel är att de kan placeras nära huskroppar och kan ta väldigt liten plats då de kan byggas på höjden. Jämfört med andra öppna dagvattensystem så genererar en korrekt konstruerad och dimensionerad raingarden inget överskottsvatten som måste ledas vidare till annat dagvattensystem eller recipient. Det skapar ett slutet vattenkretslopp direkt på fastigheten. Om man vill går det förstås också bra att leda överskotts vatten vidare mot lämplig yta. Växterna i systemet hjälper till med att suga upp och avdunsta vatten. Överskottet infiltreras i bädden. Efter som en raingarden konstrueras med en väldränerad bädd ställs det stora krav på växterna att klara av både torka och tidvis höga vatten nivåer. (Dunnett & Clayden 2007, s.94ff) Iris pseudacorus (svärdslilja) och Myosotis scorpioides (äkta förgätmigej) är exempel på arter som lämpar sig för en sådan ståndort (Vegetationsteknik 2009, s.85). För vidare växtförslag se bilaga 3 under växter för strand- och sumpzonen.

Om dessa system lämpar sig för att systematiskt ta hand om gråvatten är svårt att säga. Utvärderingar av experimentella anläggningar i tempererade klimat behövs för att få mera erfarenhet. Dock kan det mycket väl vara ett steg i ett sammansatt system där viss rening av gråvatten har företräts förslagsvis av en vassbädd. (Dunnett & Clayden 2007, s.44 & 97)

3.2.3. Biodike

Biodike, eller filter dike som det också kallas, är egentligen ett samlingsnamn för alla sorters bevuxna diken, svackor eller sänkor som tar hand om dagvatten genom att fördröja och minska flöden. De kan också fungera som efterbehandling av tidigare renat gråvatten ifrån andra system. Tidigare beskrivna svackdiken, så kallade swales (se under stycke med hushållande metoder), kan vara en slags biodike. Ett bevuxet sådant förbättrar reningen avsevärt. I studier där man jämfört flödes och föroreningsminskningar så behöll kortgräs endast 27 % av vattnet och 69 % av föroreningarna. Detta att jämföra med ett biodike bevuxet

med höga gräs och blommor som behöll upp till 41 % av vattnet med en 89 % reningsgrad av föroreningar. Växter och mikroorganismers upptag i kombination med filtrering och sedimentering av ämnen sköter reningen. (Dunnett & Clayden 2007, s.106 & 110)

Avdunstning från växterna till luften samt markens förmåga till infiltration bidrar också. Hur bra resultatet blir är svårt att bedöma då det beror på vattnets uppehållstid i systemet, dikets utformning och belastning. Även vilka arter som växer där kan ha betydelse. Men generellt kan påstås att ju längre tid vattnet stannar i diket desto bättre rening. Emellertid är det alltid bättre än ett direkt utsläpp i recipient. (Avloppsguiden 2007:2)

I boken *Raingardens* (Dunnett & Clayden 2007, s.108 & 109) finns det två sätt att förse diken med växtlighet. Det ena går ut på att använda all slags växtlighet så som träd, buskar och perenner för att främja infiltration. I det andra tillvägagångssättet är diken gräsbevuxna och vedartade växter hålls oftast utanför kanalen. Detta system är att föredra om viss genomströmning av vatten är tänkt. För växtförslag se bilaga 3 under växter för strand- och sumpzonen.

Vid anläggning är det praktiskt att nyttja redan befintliga diken eller svackor. Biodiken är robusta anläggningar som kräver lite skötsel. Eventuellt kan växterna behöva slås en gång per år. Skördat material är utmärkt att kompostera för att återcirkulera näring. Problem kan uppstå vid torr och kall väderlek med små flöden, då finns det risk att diket fryser. Ett lock av snö fungerar som isolering av diket så processerna kan fortsätta även vintertid. (Avloppsguiden 2007:2)

3.2.4. Gröna tak

Gröna tak har en lång tradition i Sverige. Förr i tiden användes grästorv till att skydda takkonstruktion och isolera mot kyla. Idag ser det annorlunda ut i tätorterna där den sammanlagda ytan av tak ofta överstiger både park- och gatumark. Stora mängder nederbörd ansamlas därför snabbt på kala takytor och blir en stor belastning av dagvattensystem. Redan vid ett två cm vegetationstäckle med endast singeldränering kan 60 % av årsnederbörden tas om hand redan uppe på taken. Växterna har en förmåga att ta upp och sedan avdunsta stora mängder nederbörd. Resten av nederbörden kommer så småningom att rinna av taken, men med en avsevärd fördröjning och därför minskar belastningen på mottagande system. Gröna tak hjälper även till att rena luften, detta bidrar på sikt till renare vatten då partiklar i luften ofta tillslut hamnar i dagvattensystemen. (Nyström & Söderblom 1993) Kort sagt kan takvegetation vara en del av en naturlig dagvattenhantering.

3.2.4.1. Hur fungerar ett grönt tak?

Den avgörande faktorn ifall ett tak kan kläs med en vegetation är i de flesta fall takets egen bärighet. I övrigt finns inga tekniska begränsningar. De lättaste gröna taken väger bara 25-30 kg/m² i vattenmättat tillstånd vilket de flesta takkonstruktioner klarar av. (Nyström & Söderblom 1993) Enligt ett ledande företag i branschen (Vegetationsteknik 2009) har de ett moss-sedumtak som vid maximal vattenmättnad väger 50 kg/m².

(I vikterna ingår ej dräneringslager och är baserade på substrat som väger 1200 kg/m³ i vattenmättat tillstånd)

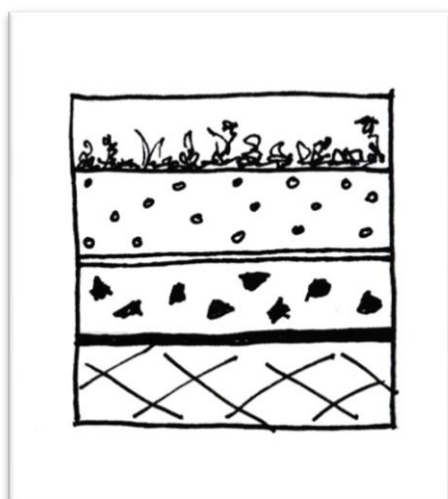
Jordtjocklek	Vegetationstyp	Vikt vattenmättat (kg/m ²)
0-1 cm	Mossvegetation	5-12
1-5 cm	Moss-sedumvegetation	12-60
5-10 cm	Moss-sedum-ört vegetation	60-120
8-15 cm	Ört-gräsvegetation	100-180

(Nyström & Söderblom 1993)

Tak är i jämförelse med marken en väldigt speciell ståndort för växter med hårt väder, vind och stora temperaturskillnader. Ljusförhållanden kan variera kraftigt beroende på väderstreck samt intilliggande skuggande objekt så som högre huskroppar och stora träd.

Taklutningen spelar stor roll då större lutning ökar avrinningshastigheten vilket ger snabbare uttorkning. Generellt sett ökar också exponeringen för vind och dess uttorkande effekt vid kraftigare lutning. Lutande tak utgör alltså en extremare ståndort än platta tak. Lutningen har vegetationsteknisk betydelse och är därför avgörande för vilken skicktuppbyggnad och vegetationstyp som kan väljas. Fungerande dränering är viktig eftersom stående vatten kan orsaka syrebrist för rötterna och leda till att växterna dör. Därför bör platta tak ha en lutning på minst 2-3 %. Detta är extra viktigt för tak med tunna substratskikt. Vid taklutning på 5 % (3°) är avrinningshastigheten så hög att det kan vara nödvändigt att kompensera detta med ett substrat med högre vattenkapacitet (ett tjockare substratskikt eller ett vattenabsorberande material under substratet). I lutningar upp till 36 % (20°) förutsätter att stabila material med kantig kornstorlek som inte rullar iväg eller att man använder armerade växtmattor i skicktuppbyggnaden för att förhindra förskjutningar. Vid lutningar över 36 % krävs i regel att substratskiktet förankras på något sätt. Vid lutning över 58 % (30°) ökar svårigheterna och förankring på ett säkert sätt måste göras. Vegetation på tak över 100 % lutning (45°) är möjlig men rekommenderas inte. (Piga 1995, s.20)

Gröna tak är uppbyggda i skikt som hålls separerade. Detta gör att de olika delarna kan hålla sin funktion länge. Ett grönt tak ska fungera under hela det egentliga takets livslängd och dess beräknade hållbarhet är därför 50 år. Den vanligaste uppbyggnaden består av växtlighet, växtsubstrat skikt, filterskikt, dräneringsskikt, rotgenomträngningsskydd som ligger direkt mot takkonstruktionen. Denna konstruktion kallas tre-skiktuppbyggnad. Alternativet till detta är en-skiktuppbyggnad. Där är det först växtlighet sedan ett skikt med kombinerat växtsubstrat och dränering och sedan ett rotgenomträngningsskydd som ligger direkt på takkonstruktionen. (Piga 1995, s.21ff)



Vegetation

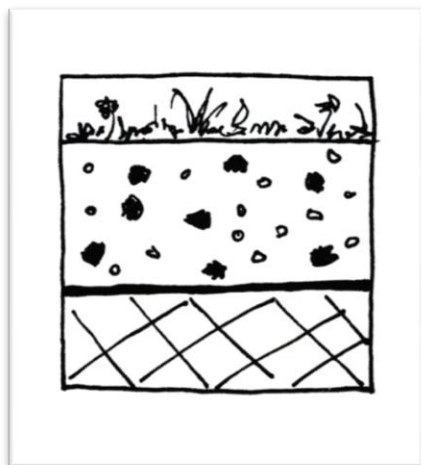
Växtsubstrat

Fiberduk

Dräneringsskikt

Tätskikt

Tak



Vegetation

Kombinerat växtsubstrat och dräneringsskikt

Tättskikt

Tak

Geotextil kan användas för båda uppbyggnadssätten mellan ett vasst och kantigt dränerings- och rotgenomträngningskiktet för att skydda det senare mot att nötas sönder. (Piga 1995, s.21) På platta tak (lutning upp till 18 %, 10°) rekommenderas tre-skiktuppbyggnad. På lutningar med större vinkel där dräneringen sker enklare kan båda principer användas. (Nyström & Söderblom 1993)

3.2.4.2. De olika skikten

Rotgenomträngningsskydd - Detta är nödvändigt i de flesta fall för att skydda taket från rötter som vill växa in vilket skadar takets täthet. Vanligtvis används en gummiduk.

Rotgenomträngningsskyddet ska läggas över hela takytan även om inte allt är beklätt med växtlighet. Detta för att skydda taket mot till exempel dit flugna frön av björk etcetera. Gröna tak med riktigt tunna substratskikt har i allmänhet inga växter med aggressiva rotsystem och de kan heller inte hysa livsrum för växter med detta. I sådana fall kan genomträngningsskydd vara överflödigt.

Dräneringsskikt - Detta skikt ska effektivt leda bort överskottsvatten, men kan även utgöra en del av den genomträngningsbara volymen för växterna om det består av mineraliska material med viss fuktighetshållande förmåga. Dräneringsskiktet kan bestå av singel, grus, leca, lava etcetera. Är takkonstruktionen extra vek kan olika typer av syntetiska dränmattor och dränskivor användas då dessa är lättare.

Filterskikt - Till detta används ofta geotextil (100-200 g/m²). Detta ska förhindra finare partiklar i växtsubstratet ska blanda sig med dräneringsskiktet och försämra dess funktion.

Växtsubstratskikt - Det är mycket viktigt att substratet har goda dräneringsegenskaper. Ännu viktigare är att det är mineraljordsbaserat och därmed stabilt. Skulle det bestå av organiska material skulle det brytas ner och försvinna. Sammansättningen kan ha stora variationer mellan olika fabrikat. Normalt ska substratet vara neutralt till lätt basiskt då de flesta ört-, sedum- och gräsarterna som används föredrar detta. Det ska även ha en god buffrande förmåga mot pH-förändringar. I regel sjunker pH-värdet med tiden på grund av sur nederbörd och en kontinuerlig urlakning av kalk. Detta kan förändra artsammansättningen och arter som tål surare jord gynnas, till exempel vissa mossarter. I vissa fall kan en kalkning utföras. En god absorptionsförmåga är nödvändigt för att ta upp näring och säkerställa en tillgång av detta på långsikt. Men kvävemängden bör hållas relativt låg då det annars gynnar bladtillväxt hos vissa arter som då konkurrerar ut andra svagväxande arter. En stor kvävetillgång kan även

leda till en ökad känslighet för torka och frost och därmed försämra växternas överlevnadsförmåga. Vid användning av lätta substrat med mycket leca och lava eller dylikt ökar risken för vindskador då substraten kan blåsa bort, Särskilt på fria ytor under etableringsfasen. (Piga 1995, s.21ff)

3.2.4.3. Växter

Vid val av växter måste, som i alla planteringar, ståndorten på platsen vara riktmärke. Mikroklimat, läge, lutning, ljus och vattentillgång är alla viktiga parametrar. Utöver detta måste även konkurrensförhållanden mellan arter beaktas. Ändå kommer en anläggning naturligt att förändras över tid. (Piga 1995, s.32ff) Det finns olika slags anläggningar och ett sätt att dela in dem är efter deras krav på vattentillgång:

Extensiv vegetation - Till denna grupp hör vegetation som klarar sig på den nederbörd som faller och det som kan bindas i substratet utan tilläggsbevattning eller vattenlagrande anordning. Växterna måste klara av en fullständig uttorkning av substratet utan att dö. Flera sedumarter klarar sig med ett substrat på 1-3 cm. En stor grupp mossor klarar sig på ännu mindre eller till och med inget substrat alls. Med substrat på 10 cm kan en del örter användas, till exempel vissa fibblor och nävor med mera. Vissa gräsarter kan börja användas med substrat över 10 cm utan att de torkar bort vid torra väder. (Nyström & Söderblom 1993)

Halvintensiv vegetation - I denna grupp hör anläggningar som inte kräver bevattning men behöver skikt med konstgjord vattenlagring som monteras under substratet. Detta lager kan bestå av mineralullsskivor eller skivor med formgjutna skålar. Risken med dessa anläggningar är att de lockar till att använda växter som inte är riktigt torktåliga. Vid lång torrperiod kan den konstgjorda vattenreserven sina vilket leder till att växtligheten dör. Om taket kräver mycket extra bevattning kan dessa konstruktioner ifrågasättas ur ett hushållande perspektiv. (Nyström & Söderblom 1993)

Intensiv vegetation - Denna typ av anläggning är beroende av fungerande konstbevattning direkt vid torka. (Nyström & Söderblom 1993) Därför kan de ej kategoriseras som hållbart ur ett ekologiskt perspektiv.

Se bilaga 4 för växtförslag till extensiva gröna tak. Ett urval har gjorts efter växter som kan återfinnas i svensk natur.

Gröna tak har andra stora fördelar också så som bullerdämpande, gynnande av den biologiska mångfalden, estetiskt tilltalande, skydd för mekanisk skada av och temperatur utjämnande för taken. (Nyström & Söderblom 1993) Vid varierande substratdjup kan en mer varierad flora etableras. Detta bidrar till en ökad mångfald samt utnyttjas för exempelvis blickpunkter och andra estetiska tillvägagångssätt. (Piga 1995, s.27 & 28)

3.2.4.4. Anläggningsmöjligheter

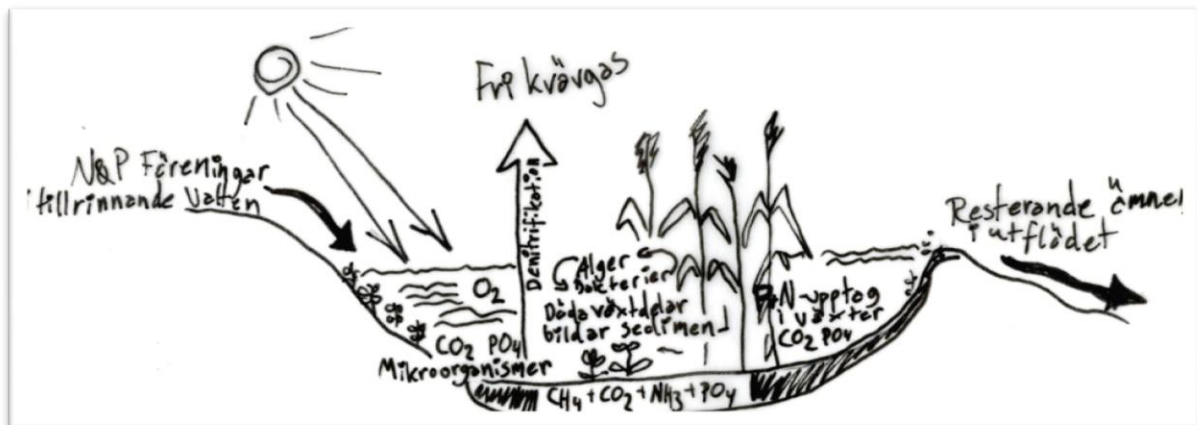
Det skiljs på två typer av anläggningar; platsbyggnad med löst substrat, plantor, skott och frö, eller prefabricerad och färdigtetablerad vegetationsmatta med både substrat och vegetationsmatta. För den senare sluter sig vegetationen fort och ger ett färdigt resultat snabbt. Nackdelen är att det är dyrare samt att det ställer krav på hur den ska lyftas på plats, ofta med kran. (Nyström & Söderblom 1993) Det har även noterats att skarvarna hos färdiga vegetationsmattor kan vara synlig i flera år efter anläggning, vilket kan ge ett försämrat estetiskt intryck. Detta går att motverka om man jämnar ut skarvarna med löst substrat. (Piga 1995, s.24) Med platsbyggnad sker etableringen på platsen med exempelvis sprutplantering.

Detta sätt är billigare att genomföra men tar ungefär två år innan vegetationen har vuxit ihop. Moss-sedumvegetation som etableras i växtskikt på 2-3 centimeter kan både lösa skott, substrat eller prefabricerad matta användas. När samma vegetation skall etableras på ett 4-5 cm växtskikt kan utöver de två tidigare nämnda teknikerna även frö och minipluggplantor användas. Vid skottetablering används 50-100 gram sedumskottblandning/m². Vid plantering av miniplugg sätter man ungefär 25-30 stycken/m². (Nyström & Söderblom 1993)

3.2.5. Dammar

Dammar används för att rena både grå- och dagvatten. Reningsprocessen har flera olika delar. Slam och fosfor i vattnet sedimenterar på dammens botten. Mikroorganismer i dammen bryter ner föroreningar. Sker en luftning av vattnet bidrar den ökade syremängden till en nitrifikation (ammonium omvandlas till nitrat). I syrefattiga delar av dammen sker en denitrifikation då kväve avgår som kvävgas till luften. Vattenväxterna i dammen bidrar med att ta upp näringsämnen och vatten samt bidrar till mikroorganismernas liv. Dammar hjälper även till att fördröja stora flöden och till viss del även infiltrera vatten. (Bokalders & Block 2004, s.321)

Vattnet fördelas jämt över magasinet så att vatten kan cirkulera och hela dammens volym utnyttjas för att göra uppehållstiden så lång som möjligt. Detta gör att fler partiklar hinner sedimentera, större mängder närsalter tas upp av växtlighet och att fler processer med kväve hinna verka. (Lönngrén 2001, s.34-35) Att koppla en rad dammar till varandra för att på så sätt successivt öka reningsgraden för varje damm är relativt vanligt. I varje steg gynnas en naturlig etablering av de växter och mikroorganismer som behövs för just det steget i reningsprocessen. I normalt förorenade system kan sedimentet på botten och växtligheten i dammarna tas om hand och näringsämnena kan återföras till kretsloppet. (Bokalders & Block 2004, s.321) Detta är speciellt viktigt för att rening av fosfor då det inte kan avgå i luften så som kväve. All fosfor som tas ur vattnet kommer lagras i systemet. Tillslut kommer detta vara mättat och börja läcka fosfor igen om inte växterna skördas eller ytsedimentet avlägsnas med jämna mellanrum. (Wittgren & Hasselgren 1993, s.14)

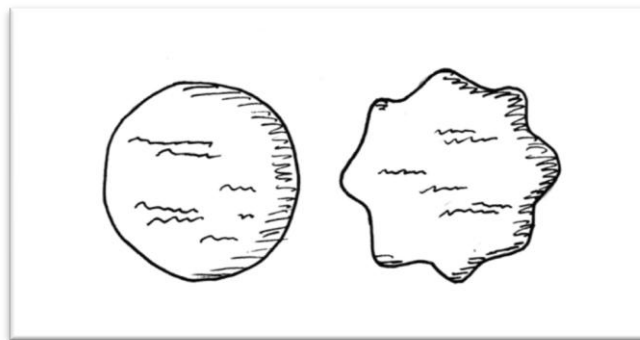


3.2.5.1. Konstruktion

Välj en yta där det går att gräva på djupet. Berg- och grundvatten bör ligga djupare än 1 meter från botten på dammen för att undvika läckage innan rening. (Wittgren & Hasselgren 1993, s.42) Undvik stora skuggande träd alldeles över då dess löv snabbt fyller dammen på hösten med kraftig nedbrytning och övergödning samt syrebrist som följd. Många vattenväxter föredrar mycket ljus, minst 5-8 timmar om dagen. Placera gärna ett läskydd norr om dammen av exempelvis högre växtlighet eller buskage. Se till att dammen inte störs av omgivande föroreningskällor så som komposthög eller trafikerad bilväg. Bäst är en naturlig sänka i

trädgården som ofta håller vatten på våren. Detta underlättar även ledandet av vatten till dammen då detta kan ske med hjälp av tyngdkraft. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.10 & 16) Anlägger man en serie av dammar kan det även här ses över om man kan utnyttja tyngdkraften för att flytta vattnet från en dam till en annan. Annars kan energisnåla pumpar nyttjas (se tidigare avsnitt om naturligt ytvatten).

Som tidigare nämnts är en huvudregel är att man vill undvika zoner i dammen där vattnet står stilla. Ellipsformade eller långsmala dammar, mellan 2:1 och 10:1, ger en effektiv cirkulation. Ännu bättre är om det går att lägga flera ellipsformade dammar efter varandra i ett sammankopplat system. Att använda flera eller breda inlopp fördelar vattnet i dammen bra. (Lönnngren 2001, s.35) Inlopp och utlopp på dammen bör placeras i kortänderna för att undvika en så kallad kortslutning då vattnet rinner rakt igenom. Effektivt är också att anlägga en ö eller en växtbeklädd undervattens bank alldeles efter inloppet för att hindra att vattnet går i en enda strömfåra. En djupare zon alldeles efter inloppet ger förutsättningar för en god sedimentation av partiklar. Uppehållstiden för vatten i dammen bör vara minst 3-5 dagar för god reningseffekt. (Vegetationsteknik 2009, s.94) En källa uppger att den optimala storleken på en dagvattendamm är 2,5 % av avrinningsområdet. (Lönnngren 2001, s.35) Tummregel är att ju större damm desto bättre är den ekologiska balansen och reningsverkan. En liten damms, mindre än 6-8 m², ekosystem blir lättare störd av varma perioder under sommaren och ett djup på minst en meter krävs för att den inte ska bottenfrysa vintertid. (Isakson , Bengtson & Lewander 1997, s.16) Ett djup på 2 meter är bra om markförhållandena tillåter. (Whitefield 2004, s.116) Att anlägga grunda växtbeklädda bankar tvärs flödesriktningen ger goda reningsresultat och förbättrar cirkulationen i dammen. (Vegetationsteknik 2009, s.94) Att göra en damms kant så böljande som möjligt ökar strandkantens längd fast dammen kan innehålla samma volym vatten. En längre strandkant kan hysa fler växter och därmed ge en bättre rening. (Isakson , Bengtson & Lewander 1997, s.16)



De här två dammarna har samma ystorlek, men den till höger har 20 % längre kant på grund av dess vågiga utformning.

Enligt Svenska Naturskyddsföreningens *Dammhandbok* (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.19-24) finns det två alternativ för att täta en dammbotten på ett ekologiskt omtänksamt sätt:

1. **Lera** - I Europa har stora kanalsystem byggts av lera som har hållit i flera hundra år. Metoden kallas läntring. Leran har många fördelar som tätningsmaterial. Dels är den naturlig och kan i många fall hämtas i närheten av tomten. Glacialler passar bra och hittas på någon meters djup i många slättbygder. Den påverkar även vattenkemin då det neutraliserar både surt och alkaliskt vatten. Blöt lera packas på botten med hjälp av fötterna tills den bildar en jämn, fast gröt utan skarvar och klumpar. Jämna till och stryk leran upp på kanterna. Det tilltrampade skiktet bör vara 20 cm djupt. Undvik att göra detta under perioder av nattfrost då vattnet i leran fryser till is och spricker. Dammar med lerbotten får aldrig torka ut för då

spricker leran och blir otät. Då får hela anläggningen göras om. Därför måste dessa dammar ha en säker vattentillströmning. Läntring passar extra bra i leriga jordar som håller fukt. Se upp med stora träd så som björk bredvid en damm som läntrats då dess rötter snabbt hittar och tränger in i dammen. Även andra invasiva arter så som kaveldun kan ställa till besvär. Detta kan mothjälpas med ett rejält lager grus på botten (Engstrand & Persson 2005, s.81).

2. Plast/gummiduk – En av de vanligaste tätningsmaterialen i nybyggda dammar. Den är enkel, relativt billig och kan lätt göras i olika former och storlekar. Nackdelen är att vissa plastmaterial inte är ljusbeständiga. Läckor kan uppstå av rötter som tränger igenom underifrån eller av att vassa stenar punkterar plasten. Butylgummi är dyrt och är svårt att återvinna men går att reparera och är mycket beständigt. Polyetenplast är billigare än butylgummi och går lättare att återvinna. Dock är det inte lika beständigt mot ålder och sol. Fast UV-beständiga varianter finns att köpa. PVC är miljöfarligt då det innehåller klorföreningar och rekommenderas inte. Åtgången av duk kan räknas ut enligt denna formel: Dukens längd/bredd = dammens längd/bredd + två gånger största djupet + 0,6 meter för mån runtikring.

3.2.5.2. Syresättning

Nedbrytning av organiska material (däribland kväve) går betydligt snabbare under syrerika förhållanden (Wittgren & Hasselgren 1992, s.9). Växter med bladen under vattenytan eller växter med flytblad är väldigt produktiva syresättare av vatten. Pumpar är också effektiva för syresättning. Men de saktar ner tillväxten något hos växtligheten fast bidrar till att fosfat och andra ämnen binds hårdare i bottenslammet. Pumpar gör att varken isen på vintern eller Lemna minor (andmat) på sommaren kan lägga sig över hela vattenytan. Nackdelen är att konstgjorda luftningsanläggningar kan konsumera stora mängder elektricitet. (Isakson, Bengtson & Lewander 197, s.34-36) Förslagsvis bör sol eller vinddrivna pumpar användas (se stycke om ytvatten). Ett för många sinnen tilltalande och estetiskt sätt att syresätta dammar är



med vattentrappor, så kallade flowforms. Dessa består av en serie med fallande bäckenformade skålar. Dessa har designats så att vattnet passerar dem i en pendlande, virvlande rörelse, som en åtta, innan det pulserande rinner ner i nästa skål där rörelsen upprepas. Även vatten som till exempel lämnar våtmarker etcetera kan syresättas ytterligare på detta sätt. Trapporna bidrar även till ett fuktigare mikroklimat. (Pears 2005, s.71)

3.2.5.3. Växter

Växter med rötterna i dammen men med delar över vattenytan fungerar som effektiva näringsupptagare. Växter med blad som flyter på ytan ger nödvändig skugga för att begränsa alg tillväxt. Att ha många undervattensväxter är viktigt för att undvika syrebrist då de genom fotosyntesen syresätter vattnet. De fungerar också som konkurrens med till exempel oönskade grönalger. Lättaste sättet är att låta naturen ha sin gång, tids nog kommer växterna kolonisera den nyanlagda dammen av sig självt. Önskas snabbare resultat kan vanliga vatten- och

sumpväxter hämtas ute i närliggande natur med markägares tillstånd. Ännu bättre är att ta skott. Fridlysta växter och små bestånd ska inte röras. Växter kan även inhandlas från plantskola. I så fall ska de ha odlats från svenskt material då de är anpassade till klimatet. (Isaksson, Bengtson & Lewander 1997 s.33)

För att få ut mesta möjliga antal växter och variation och reningseffekt i en dammanläggning konstrueras de med tre olika zoner där djupet varierar. Strand- och sumpzon (0-20 cm), grundvattenzon (20-40 cm), djupvattenzon (40- 100 cm). Sedan finns också de fritt flytande växterna. Vissa växter trivs i flera av zonerna. Vissa invasiva växter bör ses upp med då lätt tar över och kväver annan växtlighet samt hindrar ljus från att komma till vatten. Men detta kan även verka åt ens fördel om problem uppstår med alger (Isaksson, Bengtson & Lewander 1997 s.33, Elg & Ericsson 2008) För växtlista se bilaga 3.

Det går att gräva upp sediment från sjö (med markägares tillstånd) för att plantera i. Ett annat alternativ är att använda mineral jord med hög lerhalt och blanda den med sand och grus. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.56-64) Vattenväxter bör planteras mellan maj-augusti. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.28) Ta bort döda växtdelar på våren. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.69)

3.2.5.4. Skötsel

Vid nyanläggning kan det vara lönt att ympa in några hinkar vatten från en frisk damm eller sjö i närheten för att snabbt få igång den biologiska aktiviteten och nedbrytningen. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.32) En damm utan alger är lika vanlig som en trädgård utan ogräs. Alger är bra föda åt djur i dammen och bidrar till syresättningen av vattnet. Dock blir det ett problem om planktonalgbloomningar tar överhand och förvandlar dammen till en grön soppa. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.28 & 33) Alger är tecken på ett näringsrikt vatten då de är stora näringskonsumenter. Tillväxten av alger kan begränsas genom att ge goda förutsättningar och gynna andra växter, i alla tre zonerna. Hälften av vattenytan bör vara täckt med växter för att konkurrera med algerna om näring och solljus. Vattenytan kan även skuggas av omkringliggande växtlighet då alger är solljus krävande. (Lönngren 2001, s.51) Ett annat sätt att minska risken för algbloomning är att använda dammusslor då de lever på att filtrerar vatten och på så sätt ta upp näring. Dessa kan hämtas i närbelägen sjö. Lagg dem i en korg eller kruka och fyll på med sediment och placera på botten. Men kom ihåg att släppa ut musslorna på hösten där de togs upp, för att sedan hämta ny igen på våren. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.29) Kalkning av dammar binder näringsämnen, men med kortvarigt resultat och nytt kalk måste hela tiden tillföras för effekt. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.34) Växter bör skördas efter hand för att få ut näringsämnena ut vattnets kretslopp. (Vegetationsteknik 2009, s.96) Dessa kan komposteras för att återföra näringsämnena till växternas kretslopp.

Beroende på var dammen är placerade och omkringliggande terrängs egenskaper kan det vara nödvändigt med ett breddavlopp. Dess syfte är att leda vatten vidare i vid exempelvis kraftig nederbörd för att undvika översvämning. Hur detta utformas och var detta vatten skall ledas beror på fastighetens förutsättningar. (Engstrand & Persson 2005, s.86) Ett biodike kan vara ett bra alternativ (Dunnett & Clayden 2007, s109).

Knott gillar inte stillastående vatten men stickmygg kan kläckas från trädgårdsdammar. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.29) De är en naturlig del av vårt ekosystem som mat till småfåglar och fisk. Om man vill förhindra en massförökning finns det några enkla trick att ta till, bland annat att gynna ett rikt djurliv kring vattenansamlingar som äter mygglarver.

Exempel på dessa djur är grodor, salamandrar, fåglar, rovinsekter och spigg. Myggor föredrar varma, stillastående vatten för att lägga sina ägg, framför skuggiga platser med varierade vattennivå. (Lönngren 2001, s.51) Mygglarvens utveckling störs om vattnet vispas runt då och då. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.29)

Vid designprocess och konstruktion av dammar kan försäkringar och olycksansvar vara bra att ha i åtanke. I både *Ordningsslagen* och *Plan- och bygglagen* tas det upp att vattenanläggningar i byggd miljö ska ha ett tillräckligt skydd mot barnolycksfall (det vill säga barn upp till 6 år). Dock beskriver inte lagtexterna hur detta ska se ut utan lämnar det till ansvarig fastighetsägare att bedöma. Boverket har gett ut råd om hur man kan utforma säkerhetsanordningar för bassänger och dylikt. (Lönngren 2001, s.56)

3.2.5.5. Andra värden med öppet vatten i trädgården

Vatten i trädgården är rogivande och leder till en biologisk mångfald. Det är enkelt att skapa spännande vattenmiljöer då många vattenväxter ofta har en utpräglad stark karaktär i blomma, blomställning och bladverk. (Elg & Ericsson 2008)

3.2.6. Konstruerade våtmarker

En våtmark, till skillnad från en damm, är fylld med växter och behöver inte alltid vara vattendränkt utan tidvis bara fuktig (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.40). Våtmarker har en viss genomströmning och i naturen fungerar de som näringsfällor. Kvävet omvandlas till kvävgas, sedimenteras eller tas upp av växter. Fosfor som följer med partiklar i strömmande vatten stannas upp i våtmarker, sedimenteras och binds eller tas upp av växter. I och med det rationella jordbrukets framfart under 1900-talet har våtmarker dikats ut, åar rätats och diken täckts över. Detta har lett till att den naturliga reningen har minskat och läckage av näringsämnen har haft rakare väg till recipienter. Men detta går att minska genom att återskapa våtmarker samt låta strandängar och myrar runt sjöar och åar återuppstå så att vattnets genomströmning saktas ner. Konstgjorda våtmarker används idag i stor skala på ett antal olika sätt; som ett sista steg i kommunala reningsverk, buffra dagvatten vid kraftig nederbörd, rena dagvatten vid motorvägar och som reningsverk för mindre bosättningar. (Bokalders & Block 2004, s.321)

Men hur kan det se ut i hemträdgården? Enligt Svenska Naturskyddsföreningens *Dammhandbok* (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.40) kan anläggning av en våtmark lämpligt sättas ihop den med en damm. Detta sammanhängande område stabiliserar fuktigheten i våtmarken samt kan vara ett steg i reningsprocessen av grå- och/eller dagvatten med dammar. Våtmarker i en hemträdgård kan även syfta till att ensamt rena dag- eller gråvatten eller som efter polering av vatten efter annat system. Vatten från våtmarker kan beroende på renhet ledas till önskad recipient alternativt infiltrera marken i diken eller dylikt. (Avloppsguiden 2007:3)

3.2.6.1. Konstruktion

Att anlägga en liten våtmark för dagvatten på 3 – 20 m² i en hemträdgård kräver små insatser, dock kan hjälp av grävmaskin vara lämpligt vid större arealer. Naturliga sänkor på fatigheten är lämplig plats. Att anlägga våtmarken så att avrinning av dagvatten eller tillrinning av gråvatten kan ske med hjälp av gravitation istället för pump är praktiskt. Vid nyanläggning bör en grop på 50-70 centimeter grävas. Denna bör göras långsmal, med in- och utlopp i varsin ända så att vattnet fördelas över hela ytan. Botten i en våtmark behöver inte vara helt tät då det viktiga är att fördröja avrinning, inte att stoppa den helt. Botten kan förslagsvis läntras (se avsnitt om renande dammar). En gammal gummiduk från annan anläggning

fungerar utmärkt även om den är trasig. Ny polyetenplast- eller butylgummiduk är andra alternativ men då måste hål göras i duken för att tillåta viss dränering. Om våtmarken anläggs på lermark behövs inget tätskikt på botten. Sediment hjälper även till med tätning efter en tids drift. Ett lager grus i botten förbättrar dräneringen ytterligare. Nästa lager är jord, helst den som var på platsen. Lite kompostjord kan blandas i förutsatt att avrinningen ifrån våtmarken inte leder direkt till en damm som då lätt kan drabbas av övergödning. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.40-43, Avloppsguiden 2007:3) Ett annat alternativ är att alternera 1,5 meter djupa öppna vattenspeglar med 0,3 meter grundare växtzoner som går tvärs över flödesriktningen. Detta för att maximera ytans potentiella reningseffekt. (Vegetations teknik 2009, s.95) Vatten har en tendens att bilda kanaler i en våtmark. Detta minskar genomströmningstiden och därmed reningsgraden. (Wittgren & Hasselgren 1993, s.14)

Våtmarker fungerar endast effektivt under den vegetativa perioden. Därför bör de inte användas för gråvatten under vinter halvåret. Därför är installation av ett rörsystem där omdirigering av gråvattnet till ett alternativt VA-system under denna period bra (exempelvis kommunalt eller trekammarbrunn). En våtmark för gråvatten bör kunna hålla tre dagar av hushållets vattenkonsumtions. Hemenway (2009, s.117) tar upp ett räkneexempel på en familj som använder cirka 760 liter vatten under en dag. Detta motsvarar 2271 liter på tre dagar, eller omräknat till en volym på 2,3 m³. Denna mängd skulle kunna tas om hand i en våtmark som är 60 centimeter djup, 3 meter lång samt 1,2 meter bred. En våtmark måste inte ha rektangulära form och böljande kanter maximerar den renande effekten då fler växter får plats på lika stor yta. Enligt avloppsguiden (2007:3) är ytbehovet cirka 5-20 m² per person beroende på föregående behandling. Reningsgraden i en våtmark beror till stor del på hur länge vattnet uppehåller sig där i och därför är våtmarkens storlek av betydelse. Vid överbelastning minskar ämnesreduktionen kraftigt, framförallt av fosfor. Men den har potential att verka mycket väl. Så mycket som 50 -90 % av BOD ämnen, 60 – 95% av fosfor och 50 – 95 % av kvävet kan tas om hand. Slam och växtdelar som rensas ur kan komposteras och användas som jordförbättring. (Avloppsguiden 2007:3)

3.2.6.2. Växter

Växterna i en våtmark bidrar inte bara till att ta upp näring för sin tillväxt, de bildar även en stor yta för bakterier och alger att växa på samt att de förhindrar sediment från att virvla upp och följa med utgående vatten (Avloppsguiden 2007:3). Växter i en våtmark kommer ofta av sig själva. Frön sprids med vind och djur. Att samla in frö från trakten för att sedan sprida ut är också ett alternativ (förutsatt de inte är ovanliga eller fridlysta). Ett annat sätt är att mylla ner lite bottenmaterial som innehåller frö och eventuella rottdelar ifrån en närbelägen våtmark för att skynda på processen. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.40-43) Ska våtmarken användas till att rena gråvatten är vissa arter bättre på detta och bör därför täcka 70-80 % av ytan. Dessa arter är: *Scirpus validus* (säv), *Typha* ssp. (kaveldun), *Juncus effusus* (veketåg) och *Phragmites australis* (vass). (Hemenway 2009, s.118) För vidare information om växtlighet se bilaga 3 under växter för strand-, sump- och grundvattenzonen.

3.2.6.3. Skötsel

Generellt sett är våtmarker pålitliga anläggningar med litet skötselkrav. Beroende på belastning krävs rensning av upplagrat slam i tidsintervall om 4-20 år. Utformas våtmarken så att detta kan göras maskinellt underlättas skötseln. Växter bör skördas eftersom och komposteras. (Avloppsguiden 2007:3) En våtmark kan även skapas genom att dämna upp en bäck eller dräneringsdike om terrängen passar. Dessa upptar ofta större områden. Tillstånd kan då krävas. (Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.43).

En våtmark i hemträdgården är inte bara bra för ett hållbart vattenkretslopp utan gynnar även en biologisk mångfald och bidrar estetiskt som ett spännande element.

3.2.7. Rotzoner/Vassbäddar

Denna metod passar till att rena både grå- och dagvatten i hemträdgården (Pears 2005, s.71). För dagvatten är den fullvärdig som reningsmetod. Det kan det vara svårt att uppnå en tillräcklig reduktion av näringsämnen i gråvatten utan föregående eller efterföljande av annan biologisk behandling. I sådant fall är reduktionen av kväve och fosfor god (ungefär 50 %). (Avloppsguiden 2008) Här ska beaktas att denna uppgift avser svartvatten och uppgift om reningen är fullgod vad avseende på gråvatten är oklart. I boken *Raingardens* (Dunnett & Clayden 2007, s.44) står det att gråvatten i trädgårdar kan vara ett problem med avseende på bakterietillväxt. Men om vattnet först tillåts flöda genom en vassbädd ska den frågan vara åtgärdad. Efter det kan gråvattnet utan problem ledas vidare till andra steg av rening.

Rotzonsanläggningar är i praktiken vattenväxter i en sand- och grusbädd, alltså en koncentrerad konstgjord våtmark, fast utan fria vattenytor. Biokemin i processen är den samma som sker i våtmarker och i markbäddar. Vattenväxterna försörjer de avloppsrenande mikroorganismerna med en god livsmiljö genom att leda ner syre till sina rötter. En utloppsbrunn på motsatt sida av inloppet reglerar vattennivån. Denna bör ligga under jordytan för att undvika otrevlig lukt. Det finns två varianter; horisontell rotzon där vattnet förs in i ena ändan och tas ut i den andra, samt vertikal rotzon där vattnet förs in på ytan och tas ut i botten av rotzonen. (Bokalders & Block 2004, s.322-323) Vertikala system tar upp mindre plats och tros ha högre reningsgrad. Dessa system har ett 50 centimeter tjockt lager av grovt grus i botten, med ett 20 centimeter lager av ärtsingel överst. I detta planteras sedan växter. (Pears 2005, s.71)

En tillfredställande rening av fosfor i enbart en rotzonsanläggning åstadkoms om anläggningen görs mycket stor. Detta beror framförallt på att den biologiska nedbrytningen arbetar mer effektivt vid omätnad än vid mättad strömning. (Avloppsguiden 2008) Alternativt kan kontroll av vattennivå och genomströmningshastighet ske med en uppsamlingstank som installeras utanför huset. Denna bör vara stor nog att kunna hålla den mängd som blir levererad för att sedan under en jämn takt leda detta vidare till bädden. (Pears 2005, s.71) Enligt *Encyklopedia of organic gardening* (2005, s.71) behövs ungefär 1,5-3 m² för varje person i hushållet. Rotzoner är robusta anläggningar med lågt skötsel krav, men kan behöva vila med jämna mellanrum. En lösning på detta kan vara att använda sig av flera små som kan alterneras. (Pears 2005, s.71) Fördelningsrören kan behöva spolras med några års mellanrum (Avloppsguiden 2008). De näringsämnen som binds i botten material och växtlighet kan återföras till odlingar. Bottenmaterialet byts ut sprids ut där det behövs och växtlighet skördas och komposteras. (Bokalders & Block 2004, s.322 & 323)

Vattnet som lämnar en bädd kan antingen tas om hand, exempelvis i en damm för senare bevattning, infiltreras i mark eller rinna iväg. Det är rent nog att kunna vattna till och med grönsaker med. Att ytterligare syresätta vattnet som lämnar en rotzonsanläggning kan göras med en tidigare beskriven vattentrappa. Detta bidrar även till att tydliggöra vattnets reningsprocess samt höja anläggningens estetik intryck. (Pears 2005, s.71)

Phragmites australis (vass) är vanligast att använda i sammanhanget. Denna växt bildar täta bestånd och sprider sig snabbt genom rhizomer (rotskott). Växten har hög produktion av biomassa med stark evaporationens förmåga. Den tål extrema växtbetingelser med allt från djupt

vatten till torka och fullt etablerad kan den leva i syrefria sediment. (Vegetationsteknik 2009, s.98) Men *Schoenoplectus lacustris* (säv) och *Typha* ssp. (kaveldun) rekommenderas också. (Bokalders & Block 2004, s.322)

Precis som med våtmarker sänks rotzoners renande egenskaper under låga temperaturer och det kan därför vara nödvändigt dirigera om detta vatten på vintern till annat reningssystem om den används till att rena gråvatten. (Pears 2005, s.71)

3.2.8. UV-ljus

En fullständig desinfektion av vatten går att uppnå med UV-ljus. Alla svampar, bakterier och mikroorganismer dör om de utsätts för en tillräckligt stark UV-bestrålning. Eventuella partiklar i vattnet bör först filtreras bort då de blockerar ljuset. Men effekten är inte permanent och förbrukning av vattnet bör ske nära i tid till reningen. (Bokalders & Block 1997:1, s.126) Denna metod kan fungera som komplement till andra metoder om extra krav ställs på renhet från svampar, bakterier och andra mikroorganismer.

3.2.9. Aquakulturer

Dessa anläggningar kan användas för att rena avloppsvatten och producera värme. Ofta kombineras kräftdjur, fiskar och växter i slutna system med fler olika steg. Det är skräddarsydda biologiska processer som nyttjas. De blir ofta ganska sofistikerade med stora krav på skötsel och underhåll vilket kan ifrågasätta systemets användbarhet i den privata hemträdgården i dagsläget. Systemen kan beläggas både utomhus och i växthus. (Bokalders & Block 1997:2, s.110 & 111) Enligt *Byggekologi, kunskaper för ett hållbart byggande* (Bokalders & Block 2004, s.323) har samtliga anläggningar som gjorts i Norden varit dyra att bygga, svårskötta och utan en problemfri rening. Emellertid har dessa varit för hela avlopp inklusive urin och fekalier.

Teoretiskt sätt så kan gråvatten efter slamavskiljning ledas ut i perforerade rör till ett växthus där vattnet renas med hjälp av en eller flera växtbäddar. Överskottet breddas ut till biodike eller dylikt. Växthuset kan med fördel vara ihopbyggt med huset så dess spillvärme i kombination med avloppsvattnet värmer utrymmet. (Bokalders & Block 2004, s.322)

På Gotland har ett kombinerat dagvatten och avloppssystem för gråvatten med växthusodling och dammsystem med djur och växter byggts. Detta är utvärderat och anses vara ett välfungerande system. (Österut 2007) Där kombineras en trekammarbrunn (i princip skulle det räcka med en tvåkammerbrunn) för sedimentering med en vertikal odling (en så kallad Levande vägg) och dammar. I den Levande väggen filtreras vattnet och biofilmen bryter ner näringsämnen som sedan tas upp av växtligheten. Denna skördas och äts av dem som bor i huset. Vattnet cirkulerar sedan via trekammarbrunnens andra tank tillbaka genom väggen eller ut till de två dammarna. Mellan dammarna silas vattnet genom grusbäddar. Ifrån sista dammen pumpas det mesta av vattnet tillbaka till första dammen samt en del återgår till huset för att användas till disk, tvätt och dusch. Regnvattnet leds in i systemet genom trekammarbrunnen. (Månsson 2007) Med avstamp *Naturvårdsverkets nya Allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten, NFS 2006:7, kommer* utvärderingen fram till att slambrunn är nödvändigt om vattnet skall återcirkuleras i huset. Men om det ska enbart användas till bevattning behövs ingen föregående slambrunn. (Österut 2007)

4. Diskussion

Att vara sparsam med vatten är inte en ny nödvändighet och många av metoderna som presenterats är gamla, till exempel att forma landskapet för att fånga upp vatten. Denna metods grundtanke liknar till exempel den bevattningsmetod som gett de traditionella gravarnas dess form i Sverige. De har en upphöjd jordbädd med en liten vallgrav runt och eventuellt en liten skåra uppe på kullen strax innanför kanten. Denna konstruktion var till för att effektivt samla och infiltrera vatten då kyrkogårdsvaktmästaren gick runt och vattnade för hand innan sprinklersystemens tid.

Att vi är så beroende av vatten, men samtidigt så omedvetna om hur vi handskas med det, är oroväckande. Fram för allt här i väst där vi har ekonomiska möjligheter, teknik och kunskap att göra annat. Dagen nyttjande sker inte med tillräcklig sparsamhet även fast utvecklingen har blivit bättre de senaste decennierna. Först och främst måste kunskapsnivån vad beträffar vattenfrågan ökas. Stora möjligheter finns för Sveriges trädgårdsägare att både hushålla och ta hand om vattenresurserna. Så det är dags att tänka om och ändra på invanda beteenden då mark och växter kan rena lätt förorenade vatten bättre än moderna reningsverk och med enkla medel ta hand om nederbörd för att användas på platsen där det faller. Att härma den naturliga hydrologiska cykeln gynnar naturen och därmed oss själva. Metoder för hushållande av vatten är till stor del tillämpbara på de flesta platser. Många av metoderna liknande naturens system med polykulturer, rätt växt på rätt plats och aldrig bar jord. Detta är inte bara bra med tanke på vattenkonsumtion utan gynnar även trädgårdens ekologiska hälsa och motståndskraft och resultaten kommer att bli bättre. Att få sin tomt självhushållande vad beträffar bevattningsvatten, för att slippa använda det kommunala nätet, är också lätt.

Varje tomt och trädgård är unik med sina speciella förutsättningar och problem. Därför måste man studera de lokala förhållandena vad gäller hydrologi, geologi, topografi, klimat, vegetation och föroreningsgrad. Då detta skiljer sig från olika tillfällen och platser så måste man se till varje individuellt fall för att kunna ta fram den optimala lösningen för just den platsen. Hemträdgården måste också ses i ett sammanhang, till exempel var i landskapet den ligger, säkerhet på platsen, fastighetsägarens intresse för trädgård och storlek på plånbok.

Vattenfrågan bör givetvis belysas redan vid planeringen av byggnader och trädgård. Grundtankarna är enkla att komma ihåg: Hur kan man minska vattenförbrukningen? Hur kan man stoppa föroreningar redan vid källan?

Ibland kan tyckas att asfaltering överdrivs kring bostadsområden och småhus. Att bryta upp vissa av dessa ytor för att ersätta dem med material som är genomsläppliga eller med andra infiltrerande ytor bör inte vara svårt, opraktiskt eller dyrt. Estetiskt är det tilltalande och är det gjort på rätt sätt är inte skötselkraven mycket högre än på en hårdgjord yta.

Då tak är en stor del av arealen i tätbebyggelse kan gröna tak göra stor betydelse. De flesta har kanske starkt lutande tak vilket minskar valmöjligheten på tjockleken av substrat och därmed uppsugningsförmåga till viss del. Ändå är det ändå bättre än en kal yta som tak nu är. Kanske skulle hettan en stekande sommardags mildras om alla i kvarteret hade växter som tillsammans bidrog med fuktigare och svalare klimat. Det går även att kombinera gröna tak med bevattningsreservoarer då de trots allt inte suger upp allt vatten, eller att bara ha växtlighet på ena halvan av taket för att låta den andra halvan lämnas fri för att samla vatten på. Om villaägare skulle få reda på alla de positiva egenskaperna med ett extensivt grönt tak

så som bullerdämpning, gynnande av den biologiska mångfalden, skydd mot mekaniska skada på taket, temperaturutjämnande och isolerande tror jag fler skulle välja att ha dem.

Vad gäller trädgårdens renande aspekter är det svårt att avgöra vilka anläggningar som är lagliga och vilka som fungerar på tillfredställande sätt då mycket är inte testat med ordentliga kontroller. På grund av olika platsers olika förutsättningar är det svårt att ta fram en lösning som passar för alla. I vissa länder har man i många avseenden kommit längre. Men tyvärr är det inte alltid deras system applicerbart på vårt klimat eller har inte prövats för att sedan utvärderats. Frågan är vem som har intresse av att investera pengar och tid i att undersöka olika system bättre? Enskilda hushålls ägare har kanske inte den ekonomiska möjligheten att experimentera med storskaliga grävattenanläggningar som de kanske måste göra om flera gånger för att få den optimala lösningen. På längre sikt kan man även se ekonomiska vinster om vi minskar våra utsläpp och istället bidrar till en giftfri natur. Det kommer i alla fall stå oss alla dyrt om vi inte gör det.

Dammar och våtmarker är väldigt intressanta ur renande, biologiska och estetiska synvinklar. Förhoppningsvis kommer nästa stora trädgårdstrend vara en välkomponerad våtmarksrabatt med syfte att rena hushållets grå- och dagvatten. Även rotzoner är värd en chans i våra hemträdgårdar. Många av de metoder som presenterats i resultaten lämnar stort utrymme för privata försök. Det är dock viktigt att om hemträdgården ligger i ett extra känsligt naturområde så krävs det att man tar extra hänsyn till detta.

Det är med vatten ute som med badrum inne, en rejäl försäkringsfråga i många sammanhang. Då vatten och dimensionering av system för vatten inte är lätt och om det går fel kan det gå riktigt fel kan. Det kan vara bra att be om hjälp av någon som är kunnig på området. Säkerheten vid vatten för stora och små barn samt djur är viktigt. Många lösningar för detta finns och bör finnas med vid planering av vattenbyggnationer. Men man bör inte avskräckas för att försöka själv vid mindre projekt och ta hjälp till större.

Jag tycker den intressantaste delen är att kombinera olika system för att få det resultat man vill ha. Den bästa reningen får man av att sätta tillsammans flera olika system. Detta kan göras på många olika sätt beroende på vad plats, ekonomi, intresse och fantasi tillåter. Ett förslag skulle vara: Grävattnet ifrån huset leds direkt till en rotzon → damm → damm, här skulle viss del kunna cirkulera tillbaka till rotzonen eller ledas vidare till en avslutande infiltrationsplantering. I första dammen skulle en vattentrappa med soldriven pump vara installerad. På taket till fastigheten skulle ett sedumtak ta hand om den mesta nederbörden, resten skulle samlas upp i några sammankopplade tunnor. Överflödet ifrån dem skulle kunna ledas mot ett biodike planterat med perenner och mindre buskar. Garageuppfart med grus och dess ytavrinning skulle ledas ner i biodiket det med. Men detta går att variera i nästintill evighet. De olika modellerna för vattenhantering och kombinationer av dessa gör ämnet spännande och intressant för många. Det viktiga är att tiden vattnet befinner sig i systemet är långt och att hela ytan i dammarna har cirkulerande vatten. Ytterligare en dimension kan byggas på om man sammanför hushållets vattenbrukande med trädgårdens. Att vidareutveckla mindre aquakultursystem där växthus används för att hålla en temperatur där växter kan rena hushållets vatten åretrunt kanske kan vara nått för framtiden.

De krav på yt- och kostnadseffektivitet som kan ligga på vanliga konventionella reningsanläggningar idag är svåra att jämföra med dessa metoder, innan de är ordentligt testade. Men dammar, våtmarker, biodiken, infiltrationsplanteringar är så mycket mer än vad en siffra i yteffektivitet kan säga. De berikar sin omgivning med en mångfald av både djur,

växter och sinnesupplevelser. Det viktiga är småskaliga lösningar där naturliga kretslopp efterhärras. Jag tror att system som tar hänsyn till platsens förutsättningar och arbetar med dem långsiktigt blir både billigare och hållbara.

Genom en medveten gestaltning och en välkomponerad växt design kan de estetiska och rekreativa värdena av vatten och vattenhantering bli stora och inte bara nyttig teknik. Dammar, kanaler, våtmarker med mera ger karaktär åt en trädgård, park eller stadsmiljö. Dessutom förhöjer de naturvärdena och ökar mångfalden i vår stad och natur då det skapas flera habitat för djur och växter. Det har även beskrivits på många ställen hur ett öppet vattensystem ger större medvetenhet i vad man sköljer ner i vasken. Att leda vatten i dagen och inte gömt i underjordiska kanaler gör att människor tenderar att bättre förstå sitt handlande och ansvar i ett sammanhang. Speciellt om det sedan ska användas i deras egen bakgård. Detta kommer i allra högsta grad bidra till en positiv spiral emot renare vatten vilket leder till en bättre hälsa med mindre ekonomiskt tryck på reningsverk etcetera. Att tydliggöra cykler kan även ge kunskap och större förståelse vilket kan leda till att man värnar mer om sin natur och omgivning. Denna ändrade inställning kan leda till en ekologiskt hållbar framtid. Värnande om sin omgivning leder till värnande av sina omgivande människor. I framtiden kanske det även bli vanligare att några grannar går ihop och tillsammans anlägger större, fast fortfarande småskaliga system för att ta hand om och rena sitt dag- och gråvatten.

Idag har vattnets kretslopp mycket att göra med näringens kretslopp. I framtiden bör detta ändras. Redan i toalettstolen kan urin och fekalier separeras för att sedermera återanvändas på våra åkrar. Ett kretslopp mellan stad och land bör inrättas där vatten hålls utanför det hela. Att rena sitt eget gråvatten gör kretsloppet än mindre. Det tydliggör även näringens cykler för oss och kunskap sprids på ett pedagogiskt sätt. Jag tror att fler smarta resurshushållande lösningar kommer att komma. Dels för att vi kommer bli så illa tvungna och dels för att förståelse och intresset kommer att öka (på alla plan, individuell, lokal, regional, nationell samt internationell).

Större erfarenhet av anläggningar kommer att nås. De flesta tester har bedrivits på hela avloppsvatten inklusive svartvatten. Utvärderade försök och samlade erfarenheter av enbart gråvattenrening i Sverige är relativt små. Även se hur anläggningar fungerar avseenden drift och effektivitet vintertid är av intresse. För att detta ska ske måste tillståndsgivande myndigheter ställa sig positiva, låt vara kritisk, för att pilot anläggningar skall komma tillstånd. Dessa anläggningar bör syfta till att ta fram råd och riktlinjer och att förmedla sin kunskap angående planering, anläggning och drift. Förhoppningsvis kan detta sen sprida sig som ringar över vattnet till andra länder. Vilket skulle ha betydelse för även oss då vårt klot är ett sammanhållet system. Till exempel kan man undra om det är realistiskt att förvänta sig att våra grannar på andra sidan Östersjön genomför en lika omfattande ekonomiskt satsning på avloppsanläggningar och rening som den vi genomfört i Norden? Billigare och enklare lösningar kan vara ett alternativ, och tekniken för dessa kan vi mycket väl lära dem. Jag tror att naturliga reningssystem kan vara både bättre och billigare.

I allt fler svenska städer behöver dagvattenledningarna åtgärdas och avlastas. Då är det privata omhändertagandet en bra lösning, då den inte bara fördröjer och infiltrerar vatten utan även renar det. Ser man på till exempel i USA, Kanada och Tyskland så har de redan kommit långt i detta tänk på hur man kan hantera ett problem och istället se på det som en resurs. Att använda regnvatten till att spola toaletter och duscha i är inte en dålig idé och används redan flitigt på många platser på jorden. I och med de förväntade klimatförändringarna kan det vara svårt att förutspå vad som kommer hända med nederbörds mängder och mönster men att vara

beredd på det mesta är bra. Att se på de länder där de kommit längre inom dessa fält kan ge mycket ny kunskap som sedan kan provas här. Hemträdgårdar borde kunna ses som en experimentyta där ny och bättre ekologiskt hållbara lösningar utprovas.

Det kan vara svårt att riktigt utvärdera vissa system då inte tillräckligt med källor finns för ett exakt underlag. Dessutom är platsens betingelser i alla högsta grad avgörande för hur ett system bör se ut eller anläggas. Hade tiden funnits så skulle detta examensarbetet ha vunnit på intervjuer med kunniga människor på ämnet som ändå finns i vårt land. Jag tror, dock bara spekulativt, att det finns mycket ännu inte nedskrivna kunskaper där ute.

4.1. Slutsatser

Att hushålla och rena vatten går att göra ur såväl ekologiskt som ekonomiskt och socialt hållbara perspektiv. Att hushålla med vatten som resurs kan vara enkelt och gynnar trädgården på flera sätt. Att som fastighetsägare ta hand om sitt dagvatten, rena det och infiltrera det på tomten är också enkelt. I och med att många dagvattennät i Sverige är av en sådan kvalitet att de behöver rustas kanske de beslutsfattande organen ser hur man har gjort i andra länder där dagvattenhantering sker allt oftare på den privata tomten. Ofta med stora estetiska vinningar. Att rena gråvatten är svårare och kanske måste intresset för ekologi och hållbarutveckling vara starkt för att ge sig på en sådan lösning i dagsläget. Speciellt för åretrunt boende. Emellertid borde vissa av dessa lösningar vara av intresse för sommarboenden där avloppen bara används sommartid eller vattensystem inte ens är befintligt. Låt experimentlustan flöda!

5. Referenser

5.1. Skriftliga källor:

Axelsson, Joakim & Hallgren, Anna (1993). *Regn som resurs*. Gröna fakta, Utemiljö nr 2/93, Alnarp: Movium SLU.

Blennow, Anna-Maria (2002). *Europas Trädgårdar*. Lund: Signum i Lund AB.

Boklanders, Varis & Block, Maria (1997:1). *Byggekologi 2- Att hushålla med resurser*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Boklanders, Varis & Block, Maria (1997:2). *Byggekologi 3- Att sluta kretslopp*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Boklanders, Varis & Block, Maria (2004). *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Dunér, Sten & Dunér, Maria (2004). *Den gyllene trädgården*. Stockholm: Prisma.

Dunnett, Nigel & Clayden, Andy (2008). *Rain gardens: Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. London: Timber press.

Elg, Roger & Ericsson, Tom (2007). *Perenner för de fuktiga och vattennära platserna*. Fakta Trädgård- Fritid nr 129, Uppsala: SLU.

Elg, Roger & Ericsson, Tom (2008). *Perenner i vattenmiljö*. Fakta Trädgård- Fritid nr 41, Uppsala: SLU.

Engstrand, Kerstin & Persson, Anders (2005). *Trädgårdens vatten*. Stockholm: Prisma.

Eriksson, Jan, Nilsson, Ingvar & Simonsson, Magnus (2005). *Wiklanders marklära*. Lund: Studentlitteratur.

Folkesson, Anders & Göransson, Christer (2001). *Regnvatten- en viktig resurs att ta vara på i trädgården*. Fakta Trädgård- Fritid nr 83, Uppsala: SLU.

Hartig, Terry (2005). *Teorier om restaurativa miljöer - förr, nu och i framtiden*. Johansson, Maria & Küller, Marianne (red.). *Svenskmiljöpsykologi*. Lund: Studentlitteratur.

Hemenway, Toby (2009). *Gaia's garden, A guide to home-scale permaculture*. White River Junction: Chelsea Green Publishing Company.

Hobhouse, Penelope (2004). *Trädgårdskonstenshistoria, 3000år*. Stockholm: Natur och kultur

Isakson, Per, Bengtson, Per & Lewander, Maria (1997). *Naturskyddsföreningens dammhandbok. Om konsten att skapa småvatten*. Stockholm: Svenska Naturskyddsföreningen.

Israelsson, Lena (2007). *Handbok för köksträdgården*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.

- Israelsson, Lena (2004). *Cityodling*. Stockholm: Albert Bonniers Förlag AB.
- Johansson, Birgitta (2006). *Östersjön – hot och hopp*. Stockholm: Formas.
- Johansson, Mats, Jönsson, Håkan & Höglund, Caroline (1998). *Urinsortering - en del i framtidens avloppssystem?* Gröna fakta nr7/1998, Utemiljö nr 7/98, Alnarp: Movium SLU.
- Larm, Thomas (1994). *Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling*. Stockholm: Svenskt vatten och avloppsverksföreningen i samarbete med Tekniska högskolan och Stockholms vatten.
- Lönngrén, Gabriella (2001). *Vatten i dagen: exempel på ekologisk dagvattenhantering*. Alnarp: Movium, SLU.
- Mossberg, Bo & Stenberg, Lennart (2003) *Den nya nordiska floran*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- Månsson, Hans (2007). Levande vägg ger nytt liv till vatten. *Grus & guld*, nr 4/07. Stockholm: JAK Medlemsbank.
- Naturvårdsverket (2005:1). *Visa vägen till naturen Utveckling av naturum och naturvägledning i Sverige*. Rapport 5437, 03/2005. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2005:2). *Vad innehåller avlopp från hushåll*. Rapport 4425 06/2005. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Nordström, Anders (2a upl. 1995). *Jordens vattenresurser*. Stockholm: Vattenvärnet.
- Nordström, Andreas (2005). *Dricksvatten för en hållbar utveckling*. Lund: Studentlitteratur.
- Nyström, Per & Söderholm, Pär (1993). *Gröna lätta tak*. Gröna fakta nr D9, Utemiljö nr 7/93, Alnarp: Movium SLU.
- Ottosson, Åsa & Ottosson, Mats (1993). *Ekologi för småhus. Vägledning för miljöanpassat bygge*. Solna: AB Svensk Byggtjänst.
- Pears, Pauline (red.) (2005). *Encyclopedia of organic Gardening. The complete guide to natural & chemical-free gardening*. London: Dorling Kindersley Limited.
- Persson, Bengt (1990). *Plats för regn*. Alnarp: Movium, SLU och VA-forsk.
- Piga, Cristiano (1995). *Grönare tak- extensiv vegetation på tak*. Alnarp: Movium SLU.
- Rivera, Palmér, Marika (2009). *Lagar och regler för dig med enskilt avlopp*. Länsstyrelsen Västra Götalands län.
- Rosén, Bo (1996). *Vårt dagliga vatten*. Stockholm: Vattenvärnet.

Schmitz-Günter, Thomas (2000). *Ekologiskt byggande och boende*. Köln: Köneman Verlagsgesellschaft mbH.

Socialstyrelsen (2006). *Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar*. Stockholm: Socialstyrelsen.

Stahre, Peter (2006). *Sustainability in urban storm drainage*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Vegetationsteknik (2009). Produktkatalog för *Vegetationsteknik- grönare byggande för framtidens städer*. Vislanda: Vegtech AB.

Whitefield, Patrick (2004). *The earth care manual. A permaculture handbook for britain and other temperate climates*. East Meon: Permanent Publications.

Wilson, Matthew (2007). *New Gardening. How to garden in a changing climate*. London: Royal Horticulture Society.

Wittgren, HB & Hasselgren, Kenth (1992). *Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat*. Rapport nr 1992-15. Stockholm. Svenskt vatten- och avloppsföreningen.

Ögren, Elisabeth (1997). *Marktäckning*. Fakta Trädgård - Fritid nr 3, Uppsala: SLU.

5.2. Elektroniska källor:

AAAS Atlas of population & environment (elektronisk bok) 2001, <http://atlas.aaas.org/>, hämtat: 16-10-2009.

Fullständigt dokument: <<http://atlas.aaas.org/index.php?part=2&sec=natres&sub=water>>

Avloppsguiden (hemsida) 2007:1, <http://www.avloppsguiden.se>, hämtat:18-11-2009.

Fullständigt dokument:

<http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/Komponent_Oversilning.htm>

Avloppsguiden (hemsida) 2007:2, <http://www.avloppsguiden.se>, hämtat:18-11-2009.

Fullständigt dokument:

<http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/Komponent_Biofilterdike.htm>

Avloppsguiden (hemsida) 2007:3, <http://www.avloppsguiden.se>, hämtat:18-11-2009.

Fullständigt dokument:

<http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/Komponent_Vatmark.htm>

Avloppsguiden (hemsida) 2008, <http://www.avloppsguiden.se>, hämtat:18-11-2009.

Fullständigt dokument:

<http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/komponent_Rotzon.htm>

Den virtuella floran (hemsida) 2009, <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html>,

hämtat: 26-11-2009.

Forskning och framsteg (hemsida) 2008, <http://www.fof.se>, hämtat: 24-11-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.fof.se/tidning/2008/7/bottendoden-sprider-sig-snabbt>>

Greppa (hemsida) 2008, <http://www.greppa.nu/>, Hämtat: 21-11-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv/nyhetsarkivet2006/hurpaverkarekologiskproduktionmiljomalen.5.1c72e95711857a2245380002124.html>>

Havet (hemsida) 2007, <http://www.havet.nu/?d=8>, hämtat: 21-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.havet.nu/?d=33>>

KTH (hemsida) 2007, <http://www.kth.se/>, hämtat: 23-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.kth.se/hallbar/>>

Miljömål (hemsida) 2009:1, <http://www.miljomal.se/>, hämtat 23-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.miljomal.se/Om-miljomalen/>>

Miljömål (hemsida) 2009:2, <http://www.miljomal.se/>, hämtat 28-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.miljomal.se/>>

Miljömål (hemsida) 2009:3, <http://www.miljomal.se/>, hämtat 28-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://miljomal.nu/Undre-meny/Vem-gor-vad/Lansstyrelserna/>>

Miljömål (hemsida) 2009:4, <http://www.miljomal.se/>, hämtat 28-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.miljomal.nu/Undre-meny/Vem-gor-vad/Kommunerna/>>

National Encyklopedin (hemsida) 2009:1, <http://www.ne.se>, hämtat: 15-10-2009.
Fullständigt dokument: <http://www.ne.se/lang/vatten?i_whole_article=true >

National Encyklopedin (hemsida) 2009:2, <http://www.ne.se>, hämtat: 15-10-2009.
Fullständigt dokument: <<http://www.ne.se/lang/hydrosf%C3%A4ren>>

Naturvårdsverket (hemsida) 2009:1, <http://www.naturvardsverket.se>, hämtat. 15-10-2009.
Fullständig rapport: <<http://www.naturvardsverket.se/sv/Nedre-meny/Nyheter/Mikroskopiskt-skrap-i-svenska-hav/>>

Naturvårdsverket (hemsida) 2009:2, <http://www.naturvardsverket.se>, hämtat. 15-10-2009.
Fullständig rapport: <<http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Livsmiljoer-och-arter/Havsmiljon/Naringstillstandet-i-havet/Overgodning-av-havet/>>

Naturvårdsverket (hemsida) 2006, <http://www.naturvardsverket.se>, hämtat: 29-10-2009.
Fullständig rapport: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2006/nfs_2006_7.pdf>

Nyteknik (hemsida) 2008, www.nyteknik.se, hämtat: 13-11-2009.
Fullständigt dokument: <http://www.nyteknik.se/popular_teknik/teknikfragan/article433374.ece>

Nyteknik (hemsida) 2009, www.nyteknik.se, hämtat: 15-10-2009.
Fullständigt dokument: <http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article595367.ece>

Riksdagen (hemsida) 2004, www.riksdagen.se, hämtat: 23-10-2004.

Fullständigt dokument:

<<http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=2004%3A660>>

Sammanfattning av Human Development Report (Elektroniskt dokument) 2006, s.6, hämtat: 21-10-2009. Fullständigt dokument: <<http://hdr.undp.org/en/media/hdr06svensk.pdf>>

SGU (hemsida) <http://www.sgu.se>, hämtat: 10-11-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.sgu.se/sgu/sv/geologi/jord/index.html>>

SJV (hemsida) 2009, <http://www.sjv.se>, hämtat: 12-11-2009.

Fullständigt dokument:

<<http://www.sjv.se/amnesomraden/miljoochklimat/vatten/bevattning.4.207049b811dd8a513dc8000590.html>>

SMHI (hemsida) 2007, <http://www.smhi.se>, hämtat: 14-11-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=5441&l=sv>>

Vattenmyndigheterna (hemsida) 2009,

<http://www.vattenmyndigheterna.se/vattenmyndigheten>, hämtat: 30-10-2009.

Fullständigt dokument: <http://cmsweb.lst.se/vattenmyndigheten/Om_vattenmyndigheterna/>

Vattenportalen (hemsida) 2006, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat: 02-11-2009.

Fullständigt dokument: <http://www.vattenportalen.se/fov_problem_torka.htm>

Vattenportalen (hemsida) 2004:1, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat: 07-10-2009.

Fullständigt dokument: <http://www.vattenportalen.se/fov_meny_glo_tabell.htm>

Vattenportalen (hemsida) 2006:1, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat 07-10-2009.

Fullständigt dokument: <http://www.vattenportalen.se/fov_glo_info_sot.htm>

Vattenportalen (hemsida) 2006:2, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat: 19-10-2009.

Fullständigt dokument:

<http://www.vattenportalen.se/fov_sve_djup_sot_vattenforsorjning.htm>

Vattenportalen (hemsida) 2006:3, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat: 19-10-2009.

Fullständigt dokument: <http://www.vattenportalen.se/fov_problem_avlopp.htm>

Vattenportalen (hemsida) 2008, <http://www.vattenportalen.se>, hämtat: 16-10-2009.

Fullständigt dokument: <http://www.vattenportalen.se/fov_kretslopp.htm>

Växteko (hemsida) 2006, <http://www.vaxteko.nu>, hämtat: 14-11-2009. Fullständigt dokument: <http://chaos.bibul.slu.se/sll/biodyn_foren/kultura/KBT96-2/KBT96-2D.HTM>

World Water Council (hemsida) 2009,

<http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=1&L=0>, hämtat: 16-10-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25>>

WWF (hemsida) 2008:1, <http://www.wwf.se>, hämtat: 16-10-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.wwf.se/v/s/1122972-vatmarker-startsida>>

WWF (hemsida) 2008:2, <http://www.wwf.se>, hämtat: 16-10-2009.

Fullständigt dokument: <<http://www.wwf.se/v/hav-kust/problem/1133381-problem>>

Österut (hemsida) 2007, <http://www.osterut.se>, hämtat: 23-11-2009. Fullständigt dokument:

<<http://www.osterut.se/Foreningenosterut/Levande%20V%C3%A4g%20slutrapport.pdf>>

6. Bilagor

6.1. Bilaga 1: Lagar och tillstånd

Formellt är det miljönämnden som är tillstånds- och tillsynsmyndighet. Men i de flesta fall är det miljökontoret som handlägger ärenden och fattar beslut om tillstånd för enskilda avlopp. Men exakt hur detta går till kan variera och kontakt bör tas med kommunen i fråga. Det är fastighetsägaren med ett enskilt avlopp som enligt lag räknas som verksamhetsutövare och är därför ansvarig för att söka tillstånd alternativt anmäla sin anläggning innan den byggs och sedan att den byggs enligt beslutet som tagits. Ägaren står sedan även ansvarig för underhåll samt kontinuerliga kontroller så att allt fungerar som det ska. När krävs tillstånd?:

- Vid konstruktion av ny avloppsanläggning med ansluten vattentoalett.
- Vid påkoppling av ny vattentoalett på en befintlig anläggning. Men inte om anslutningen sker till en befintlig anläggning som redan har en ansluten vatten toalett och om varken vattenmängs eller antalet användande personer ökar.
- Kommunen kan bestämma om anläggningar för grävatten kräver tillstånd i delar av eller hela kommunen i fråga.
- Om påkoppling av separationstoalett (ex. urin från urinsorterande toalett) till grävattenavlopp.
- För ny placering av redan tillåten infiltrations- och/eller markbädd.
- Om utsläppspunkten ändras krävs ofta nytt tillstånd.

När krävs en skriftlig anmälan?

- När en nyanläggning för grävatten ska ske (om kommunen inte föreskrivit att det krävs tillstånd för detta i det aktuella området)
- Vid ändrade belastningar på befintligt system. Till exempel om fler personer än tidigare kopplas använder anläggningen eller att mängden föroreningar till anläggningen ändras på annat sätt.

Skriftliganmälan eller tillstånd krävs inte vid underhållsbyte av ledningar (om dessa inte får en ny dragning). Inte heller vid byte av slamavskiljare mot ny likvärdig så länge platsen för anläggningen inte byts. Dock kan miljökontoret informeras men detta är inget krav.

Om en avloppsanläggning anläggs utan tillstånd alternativt anmälan kan man bli skyldig att betala en miljöstraffavgift. Denna ligger på 3000kr för anmälningsförpliktad anläggning eller om en vattentoalett blir påkopplad en anläggning utan tidigare toalett, och 5000kr för tillståndsförpliktad. Vidare måste anläggningen testas och bevisa att dess utformning och funktion är den samma som om det sökts tillstånd till innan den byggs. Om anläggningen inte gör det måste en ny byggas alternativt flytta den befintliga.

I tillstånden anges vilken plats som ska användas och vilken teknik samt att det kan inläggas villkor, hur ofta slamtömning ska ske eller vilket reningskapacitet som måste uppnås. Att bryta mot dessa villkor är också straffbart. Anläggningsarbete måste påbörjas inom två år och slutfört arbetet inom fem år från det att tillståndet givits. Annars förfaller det. Tillstånd måste sparas för att kunna visas upp på begäran. Därför följer tillståndet fastigheten vid ägarbyte.

Vid avslagen ansökan kan överklagan ske till Länsstyrelsen, vars beslut i sin tur kan överklagas till miljödomstolen. Vars beslut i sin tur kan överklagas till miljööverdomstolen.

Berörda personer, där inräknat ex. grannar, har rätt att överklaga i tre veckor efter det att de tagit del av beslutet. Men då överklagandetiden går ut vinner beslutet laga kraft. Anläggningen kan påbörjas innan det att överklagningstiden gått ut med ett s.k. igångsättningsmedgivande. Men om någon överklagar och får rätt blir man skyldig att återställa det arbete som redan gjorts. Det kan därför vara säkrast att vänta tills beslutet vunnit laga kraft. (Rivera 2009)

6.2. Bilaga 2 Nivå krav

Grundkrav:

- Dag- och dränvatten leds inte till avloppsanläggningen.
- Anläggningen är, med undantag för eventuell infiltration, tät för att hindra in- och utläckage av vatten.
- Anläggningens funktion är enkel att kontrollera.
- Anläggningen är utformad så att underhåll och service underlättas.
- Funktionen ska kunna upprätthållas under hela anläggningens livslängd.
- Det ska finnas en drift- och underhållsinstruktion från leverantören.
- Om det behövs ska det finnas larm på anläggningen som varnar för drift- störningar.
- Det finns möjlighet att ta prov på utgående vatten från anläggningen.

Normal nivå:

Hälsoskydd

- Utsläpp av avloppsvatten ger inte väsentligt ökad risk för smittspridning, lukt etc.
- Restprodukter, t.ex. slam eller latrin, hanteras på ett hygieniskt sätt.

Miljöskydd

- Vattensnål teknik, t.ex. vattensnåla blandare, används.
- Fosfatfria tvättmedel och hushållskemikalier används.
- Minst 90 % avskiljning av organiskt material (BOD).
- Minst 70 % avskiljning av fosfor.
- Det är möjligt att återvinna näringsämnen ur avloppet.
- Åtgärder vidtas för att minimera risk för smitta eller annan olägenhet för djur.

Hög nivå:

Hälsoskydd

- Ytterligare skydd utöver den huvudsakliga behandlingen i anläggningen, t.ex. mer svårtillgänglig utsläppspunkt, mer robust anläggning, fler reningssteg som tar bort smittämnen etc.

Miljöskydd

- Minst 90 % avskiljning av fosfor.
- Minst 50 % avskiljning av kväve. (Rivera 2009)

6.3. Bilaga 3: Växtlista för perenner i vattenmiljö

Detta är förslag på växter som kan passa för olika zonerna i och kring en renande och estetiskt tilltalande vattenanläggning. Urvalet är i första hand växter som redan finns naturligt eller förvildat i svensk natur.

Strandzon: vattendjup 0-20 cm

Art	Höjd, blomfärg, blomningstid	Övrigt
STRANDZON		
Carex pseudocyperus Slokstarr	40-80 cm, gul-grön, juni-juli.	Gracil.
Eupatorium cannabinum Hamplockel	30-150 cm, rosa, juli-sept.	
Filipendula ulmaris Älgört	150 cm, gulvit, juli-aug.	Vandrar med underjordiska löpare.
Juncus conglomeratus Knapptåg	90 cm, brun juni-juli.	Renande.
Lychnis flos-cuculi Gökblomster	20-70 cm, rosa, juni-juli.	
Lysimachia vulgaris Videört/strandlysing	50-160 cm, gul, juni-aug.	
Lythrum salicaria Fackelblomster	40-150 cm, rosa, juli-aug.	Frösår sig.
Matteuccia struthiopteris Strutbräken	100 cm, sporstängler.	Vandrar med underjordiska löpare.
Myosotis scorpioides Äkta Förgätmigej	30-40 cm, ljusblå eller vit, juni-aug.	Renande.
Thalictrum flavum Ängsruta	60-120 cm, gul, juni-aug.	Doftar.
Valeriana sambucifolia ssp. sambucifolia Flädervänderot	40-130 cm, rosa, maj-juli.	

(Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.62, Elg & Ericsson 2007, Den virtuella floran 2009, Mossberg & Stenberg 2003, Vegetationsteknik 2009)

Sumpzon: vattendjup 0-20 cm

SUMPZON			
Calla palustris Missne	5-20 cm	20 cm blad/40 cm blomma, grön-vit, juni-juli.	Röda giftiga bär.
Caltha palustris Kabbleka	0-20 cm	30 cm, gul, maj.	Frösår sig. 'Flore Pleno'-gul, fylld sort.

Carex acuta Vasstarr	0-20 cm		Renande.
Carex pseudocyperus Slokstarr	0-20 cm	40-80 cm, gul-grön, juni-juli.	Gracil.
Crassula helmsii Sydfryling	10-60 cm	0 cm	Vattenrenande.
Eleocharis acicularis Nålsäv	0-200 cm	2-15 cm, brun, juni- aug.	Mattbildande.
Hydrocotyle vulgaris Spikblad	5-20 cm	5-15 cm, vit oansenlig, juli-sept.	Invasiv.
Juncus effusus Veketåg	0-5 cm	20-100 cm, ljusbrun, juni-aug.	Renande. Vintergrön. 'Spiralis'- spiralvridna strån.
Juncus ensifolius Svärdtåg	0-5 cm	20-50 cm, brun, juni- juli.	Tuvbildnande, dekorativa fröställningar.
Iris laevigata Glansiris (i sorter)	0-20 cm	40-90 cm, blå, vita nyanser, juli.	
Iris pseudacorus Gul svärdsilja	0-40 cm	40-100 cm, gul, juni- juli.	Renande. Rena arten är invasiv. 'Flore Pleno'-dubbel 'Variegata'- vitbrokiga blad.
Iris versicolor Brokiris	0-20cm	60-90 cm, blå-vitblå, juni-sept.	
Lycopus europaeus Strandklo		15-80 cm, vit & röda prickar, juni-sept.	
Lysmachia thyrsoflora Topplösa		20-70 cm, gul, juni- juli.	
Mentha aquatica Vattenmynta	0-20 cm	20-50 cm, violett, juli-aug.	Renande, invasiv, stark doft.
Menyanthes trifoliata Vattenklöver	0-10 cm	15-40 cm, vit, maj- juni.	Invasiv.
Mimulus luteus Kal gyckelblomma	0-15 cm	30-70 cm, gul, juni- sept.	Frösår sig.
Mimulus ringens Blå gyckelblomma	0-5 cm	30-70 cm, blå, juni- sept.	Invasiv.
Phalaris arundinacea Rörflen	0-20 cm	100-150 cm, blekgröna, juni-juli.	Renande. Invasiv. 'Picta'- randgräs.
Phragmites australis Bladvass	0-40 cm	150-200 cm, brunviolett- silver, aug-sept.	Renande. Invasiv.
Ranunculus flammula Ältranunkel	0-20 cm	15-60 cm, gul, juni- juli.	
Ranunculus lingua Sjöranunkel	0-50 cm	50-150 cm, gul, juli- aug.	
Schoenoplectus lacustris Sjösäv	0-100 cm	100-300 cm, brun axsaming, juni-juli.	Renande
Schoenoplectus tabernaemontani Blåsäv	0-100 cm	50-200 cm, brunröd axsaming juni-juli.	'Zebrinus'- brokig zebrasäv.
Thelypteris palustris Kärrbräken	0-5 cm	30-37 cm, sporer	Döljer fula kanter väl.

Thypha angustifolia Smalbladigt kaveldun	10-50 cm	150-200 cm, brun, långsmal kolv, juli.	Renande.
Thypha minima Dvärgkaveldun	5-30 cm	50-80 cm, brun, kort och tjock kolv, juli.	Renande.
Thypha minima var. gracilis Finkaveldun	5-30 cm	50-80 cm, brun, långsmal kolv, juli.	Renande.
Veronica beccabunga Bäckveronika	0-5 cm	20-60 cm, blå juli- sept.	

(Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.62, Elg & Ericsson 2008, Den virtuella floran 2009, Mossberg & Stenberg 2003, Vegetationsteknik 2009)

Grundvattenzonen vatten djup 20-40 cm

Art	Djup	Höjd, blomfärg, blomningstid	Övrigt
GRUNDTVATTENZON			
Acorus calamus Kalmus	0-20 cm	60- 80 cm, gulgrön, sen eller utebliven.	
Alisma plantago- aquatica Svalting	0-30 cm	60 cm blad/100 cm blomma, vit, juni-juli.	Renande. Frösår sig.
Butomus umbellatus Blomvass	10-40 cm	60 cm blad/100 cm blomma, vit-vitrosa, juni-aug.	Kan ibland växa helt nedsänkt.
Callitriche ssp. Lånkearter		5-50 cm, oansenlig, juni-sept.	
Ceratophyllum demersum Hornsärv	10-100 cm	0 cm, vit oansenlig, juli-sept.	U, saknar rötter, bra syreproducent.
Equisetum fluviatile Sjöfräken	0-20 cm	30-130 cm, sporer.	Arkitektoniska skott.
Hippuris vulgaris Hästsvans	10-50 cm	10-30 cm, oansenlig, juni-aug.	U, arkitektonisk.
Hottonia palustris Vattenblink	0-40 cm	10-20cm, vit-vitrosa, maj-juli.	Bra vegetativ tillväxt, näringkrävande.
Iris pseudacorus Gul svärdsilja	0-40 cm	40-100 cm, gul, juni- juli.	Rena arten är invasiv. 'Flore Pleno'-dubbel 'Variegata'- vitbrokiga blad.
Lobelia dortmanna Notblomster		15-90 cm, ljust blek- blå, juli-sept.	Bladrosett undervatten, blommor på stängel över
Menyanthes trifoliata Vattenklöver	0-10 cm	15-40 cm, vit, maj- juni.	Renande, invasiv.
Pontederia cordata Pontederia	20-40 cm	30-90 cm, blå, juni- sept.	'Alba'- vit sort.

Phragmites australis Bladvass	0-40 cm	150-200 cm, brunviolett- silver, aug-sept.	Renande. Invasiv.
Ranunculus aquatilis Vattenmöja	20-150 cm	0-5 cm, vit, maj-aug.	U.
Ranunculus lingua Sjöranunkel	0-50 cm	50-150 cm, gul, juli- aug.	
Sagittaria latifolia Bredpilblad	20-80 cm	30-50 cm, vit, juli- aug.	Ganska sällsynt.
Sagittaria sagittifolia Pilblad		20-80 cm, vit, juli- aug.	Ganska sällsynt. Växer ibland helt under ytan.
Schoenoplectus lacustris Sjösäv	0-100 cm	100-300 cm, brun axsamling, juni-juli.	Renande.
Schoenoplectus tabernaemontani Blåsäv	0-100 cm	50-200 cm, brunröd axsamling juni-juli.	'Zebrinus'- brokig zebrasäv.
Sparganium emersum Igelknopp	10-50 cm	25-50 cm, grön/vit, juli-aug.	Renande. Trivs i både stillastående och rinnande vatten.
Thypha angustifolia Smalbladigt kaveldun	10-50 cm	150-200 cm, brun, långsmal kolv, juli.	Renande.
Thypha minima Dvärgkaveldun	5-30 cm	50-80 cm, brun, kort och tjock kolv, juli.	Renande.
Thypha minima var. gracilis Finkaveldun	5-30 cm	50-80 cm, brun, långsmal kolv, juli.	
Veronica beccabunga Bäckveronika	0-5 cm	20-60 cm, blå juli- sept.	Renande.

U = undervattensväxt. Rotad på botten med spridning i det fria vattenrummet och ibland uppstickande över ytan.

(Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.58 & 60, Elg & Ericsson 2008, Den virtuella floran 2009, Mossberg & Stenberg 2003, Vegetationsteknik 2009)

Djupvattenzonen: vattendjup 40-100 cm

DJUPVATTENZON			
Ceratophyllum demersum Hornsärv	10-100 cm	0 cm, vit oansenlig, juli-sept.	U, saknar rötter, bra syreproducent.
Myriophyllum-arter Slingerväxter		20-150 cm långa svansar.	U.
Nuphar lutea Gul näckros	40-100 cm	0-15 cm, gul, juni- aug.	U, starkväxande.
Numphar pumila Dvärgnäckros	40-60 cm	0-5 cm, gul, juni-aug.	U, svagväxande, sällsynt.

Nymphaea alba Vit näckros	80-200 cm	0-7 cm, vit, juni-aug.	U, starkväxnade.
Nymphaea Näckros (i sorter)	Varierande	0-15 cm, vit, röd, rosa, gul, juni-aug.	U, svag- starkväxande. En mängd olika sorter.
Nymphoides peltata Sjögull	20-100 cm	0- 10 cm, gul, juli- aug.	Starkväxande.
Polygonum amphibium Vattenpilört	20-300 cm	0-10 cm, rosa, juli- sept.	Även på land, men då i ej blommande bestånd.
Potamogeton natans Gäddnate	50-200 cm	0-5 cm, vit, axlik, juni-sept.	U, starkväxande.
Ranunculus aquatilis Vattenmöja	20-150 cm	0-5 cm, vit, maj-aug.	U.
Sagittaria latifolia Bredpilblad	20-80 cm	30-50 cm, vit, juli- aug.	
Schoenoplectus lacustris Sjösäv	0-100 cm	100-300 cm, brun axsamling, juni-juli.	Renande.
Schoenoplectus tabernaemontani Blåsäv	0-100 cm	50-200 cm, brunröd axsamling juni-juli.	'Zebrinus'- brokig zebrasäv.
Subularia aquatica Sylört	2-200 cm	2-8cm, vit, juli-aug.	Blir mer storväxt under vatten.

U = undervattensväxt, Rotad på botten med spridning i det fria vattenrummet och ibland uppstickande över ytan.

(Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.58 & 60, Elg & Ericsson 2008, Den virtuella floran 2009, Mossberg & Stenberg 2003, Vegetationsteknik 2009)

Fritt flytande växter

Art	Höjd, blomfärg, blomningstid	Övrigt
HÄRDIGA		
Hydrocharis morsus-ranae Dyblad	3-10 cm, vit, juli-aug.	Sprids genom utlöpare.
Lemna minor Andmat	0 cm, oansenliga, juni-aug.	Invasiv, vattenrenande.
Lemna trisulca Korsandmat	0 cm, oansenlig.	Invasiv, vattenrenande.
Stratiotes aloides Vattenaloe	15 cm, vit, juli-aug.	Även undervattensväxt, sällsynt. vattenrenande.
Utricularia ssp. Bläddror	10-20 cm, gul, juni, juli- aug.	"Köttätande",
ICKE HÄRDIGA		
Azolla caroliniana Mossbräken	1 cm, sporer.	Bra vegetativ tillväxt, kvävefixerande, övervintras frostfritt.

Eichhorina crassipes Vattenhyacint	10-15 cm, ljusblå, juli-aug.	Blommar sällan, värme- och näringskrävande, övervintras frostfritt.
Pisita stratiotes Musselblomma	1-10 cm, vit oansenlig	Stark vegetativ tillväxt, kan övervintras inomhus.
Salvinia natans Simbräken	0-3 cm, sporer.	Stark spridning, kan övervintras inomhus.

(Isakson, Bengtson & Lewander 1997, s.58, Elg & Ericsson 2008, Den virtuella floran 2009)

6.4. Bilaga 4: Växtlista för extensiva gröna tak.

Art	Substrattjocklek	Ljuspreferens	Höjd, blomfärg, blomningstid
FETBLADSVÄXTER			
Jovibarba sobolifera hammarbytaklök	2-15 cm	○	10-20 cm, grön-gul, juli-aug.
Sedum acre Gul fetknopp	2-15 cm	○ - ○	5-10 cm, gul, juni-aug.
Sedum aizoon Gyllenfetblad	6-25 cm	○ - ○	30-40 cm, gulaktig, juli-aug.
Sedum album ssp album Vit fetknopp	2-10 cm	○	5-10 cm, vit, juni-aug.
Sedum anacampseros cirkelfetblad	6-15 cm	○ - ○	10-15 cm, purpur, juli- aug.
Sedum dasyphyllum Luddhårig fetknopp	2-10 cm	○ - ○	3-6 cm, vit-rosa, juli-aug.
Sedum ewersii Mongoliskt fetblad	2-15 cm	○ - ○	8-12 cm, rosa, juni-aug.
Sedum forsterianum Tofs fetknopp	6-15 cm	○ - ○	15-20 cm, gul, juni-juli.
Sedum hispanicum Blek fetknopp	2-10 cm	○ - ○	4-6 cm, rosa-vit, juni-juli.
Sedum hybridum Sibiriskt fetblad	6-15 cm	○ - ●	8-12 cm, gul, juli-aug.
Sedum lydium Lydiskt fetblad	2-10 cm	○ - ○	3-6 cm, vit, juli-aug.
Sedum reflexum Stor fetknopp	2-15 cm	○ - ○	8-15 cm, guldgul, juni-sept.
Sedum sexangulare Kantig fetknopp	2-15 cm	○ - ○	5-8cm, citrongul, juli-aug.
Sedum spurium Kaukasiskt fetblad	2-15 cm	○ - ●	8-12 cm, rosa-röd, juli-aug.
Sedum telephium ssp. telephium Kärleksört	6-15 cm	○ - ○	30-40 cm, purpurröd, aug-sept.
Sempervivum arachnoideum Spindelvävstaklök	2-10 cm	○	3-8 cm, rosa, juni-juli.
Sempervivum montanum Bergtaklök	2-10 cm	○	5-8 cm, ljuspurpur, juli- aug.
Sempervivum tectorum Taklök	2-10 cm	○ - ○	8-15 cm, purpurröd, juli-aug.
LÖK- OCH RHIZOMVÄXTER			
Allium carinatum Rosenlök	6-25 cm	○ - ○	30-40 cm, rosenröd, juli.
Allium lineare Klipplök	6-25 cm	○ - ○	20-40 cm, rosa-purpur, juni.
Allium oleraceum Backlök	2-25 cm	○ - ○	20-40 cm, vit-röd, juli- aug.

Allium schoenoprasum Gräslök	2-25 cm	○ - ●	10-30 cm, rosa-lila, maj-juni.
Allium vineale Sandlök	10-25 cm	○ - ○	20-50 cm, purpurröd, juli-aug.
Iris germanicum var. germanicum Trädgårdsiris	6-25 cm	○	60-80 cm, violett-blå, juni
Iris spuria Dansk iris	6-25 cm	○	30-50 cm, violett och vitgul, juni.
Muscaria botryoides var. botryoides Pärhyacint	6-25 cm	○	10-15 cm, himmelsblå, maj.
Muscaria comosum Plymyacint	10-25 cm	○	20-35 cm, blå, maj.
GRÄS OCH HALVGRÄS			
Agrostis capillaris Rödven	10-25 cm	○ - ○	35-55 cm, juli-aug.
Brachypodium pinnatum backskafting	10-23 cm	○ - ●	40-60 cm, juni-juli.
Briza media Darrgräs	10-25 cm	○ - ○	40-60 cm juni-juli.
Bromus erectus Raklosta	10-25 cm	○ - ○	50-80 cm, juni-juli.
Bromus tectorum Taklosta	6-25 cm	○ - ○	40-60 cm, juni-juli.
Carex carpophyllea Vårstarr	6-25 cm	○ - ●	15-20 cm, maj-juni.
Carex digitata Vispstarr	6-25 cm	○ - ●	10-15 cm, maj-juni.
Carex flacca Slankstarr	6-25 cm	○ - ●	10-25cm, maj-juni.
Festuca ovina Fårsvingel	6-25 cm	○ - ○	15-40 cm, maj-juli.
Festuca rubra Rödsvingel	10-25 cm	○ - ○	20-40 cm, juni-juli.
Koeleria glauca Tofsäxing	10-25 cm	○	20-25 cm, juni-juli.
Melica ciliata Grusslok	10-25 cm	○	30-40 cm, juli.
Poa annua Vitgröe	2-25 cm	○ - ●	3-10 cm, feb-nov.
Poa bulbosa	2-15 cm	○	15-30 cm, maj-juni.
Poa compressa Berggröe	6-25 cm	○ - ○	15-30 cm, juni-juli.
Poa pratensis ssp.angustlifolia Smalgröe	6-25 cm	○ - ○	30-40 cm, juni-juli.
Stipa pennata Fjädergräs	10-25 cm	○	40-50 cm, juni.
ÖRTER			
Achillea millefolium Rölleka	10-25 cm	○ - ○	30-50 cm, vit-rosa-röd, juni-okt.

Anchusa officinalis Oxtung	10-25 cm	○ - ⊙	40-60 cm, blå-violett, juni-juli.
Atennaria dioica Kattfot	10-25 cm	○	10-15 cm, vit-rödaktig, maj-juni.
Anthemis tinctoria Färgkulla	10-25 cm	○ - ⊙	40-60 cm, gulgul, juni-sept.
Arabidopsis thaliana Backtrav	2-15 cm	○ - ⊙	10-15 cm, vit, apr-juni.
Arenaria serpyllifolia Sandnarv	2-15 cm	○ - ⊙	5-20 cm, vit, maj-sept.
Campanula persicifolia Stor blåklocka	10-25 cm	○ - ●	40-60 cm, blå-vit, juni-juli.
Campanula rotundifolia Blåklocka	6-25 cm	○ - ●	10-20 cm, ljusblå, juli-sept.
Cardamine hirsuta Bergbräsma	2-25 cm	○ - ⊙	5-10 cm, vit, april-maj.
Cerastium arvense 'compactum' fältarv	10-25 cm	○ - ⊙	5-10 cm, vit, maj-juni.
Cerastium tomentosum Silverarv	10-25 cm	○ - ⊙	10-15 cm, vit, maj-juni.
Leucanthemum vulgare Prästkrage	10-25 cm	○ - ⊙	40-60 cm, vit, juni-aug.
Chrysanthemum parthenium Mattram	10-25 cm	○ - ●	40-50 cm, vit, juli-sept.
Dianthus carthusianorum Brödranejlika	10-25 cm	○	15-30 cm purpurröd, juli- aug.
Dianthus deltoides Backnejlika	6-25 cm	○	10-15 cm, röd-vit, juni- aug.
Echium vulgare Blåeld	10-25 cm	○	40-60 cm, blå, juni-juli.
Erigeron acer Gråbinka	10-25 cm	○	15-35 cm, ljusviolett, juli- aug.
Erodium cicutarium skatnäva	2-15 cm	○	5-15 cm, rosa, maj-sept.
Euphorbia cyparissias Vårtörel	10-25 cm	○	20-35 cm, gul, maj-juni.
Fragaria viridis Backsmultron	10-25 cm	○ - ⊙	5-10 cm, vit, maj-juni.
Geranium molle Mjuknäva	2-15 cm	○ - ⊙	8-25 cm, röd, maj-aug.
Hieracium pilosella Gråfibbla	6-25 cm	○	5-10 cm. gul, maj-juli.
Hyssop officinalis Isop	10-25 cm	○ - ⊙	40-60 cm, violett, aug- sept.
Medicago lupulina Humlelusern	6-25 cm	○ - ⊙	10-25 cm, gul, maj-sept.
Origanum vulgare Kungsmynta	10-25 cm	○ - ⊙	10-15 cm, rosa, juli-sept.
Petrohagia saxifraga Klippnejlika	2-25 cm	○	20-30 cm, vit-rosa, maj- juni.
Pimpinella saxifraga Bockrot	10-15 cm	○ - ⊙	30-50 cm, vit-rosa, juli- sept.

Plantago lanceolata Svartkämpar	10-25 cm	○	5-15 cm, vitaktig, maj-aug.
Potentilla argentea Femfingerört	6-25 cm	○	20-30 cm, gul, juni-aug.
Potentilla cinerea Gråfingerört	6-25 cm	○	5-10 cm, gul, maj-juni.
Prunella grandiflora Praktbrunört	6-25 cm	○	5-15 cm, purpurviolett, juli-aug.
Pulsatilla vulgaris Backsippa	15-25 cm	○	20-30 cm, violett, apr-maj.
Ranunculus bulbosus Knölmörblomma	6-25 cm	○ - ☉	15-30 cm, guldgul, maj-juni.
Sanguisorba minor ssp. minor Pimpinell	10-25 cm	○ - ☉	20-40 cm, grönaktig, juni-juli.
Saxifraga cespitosa Tuvbräcka	6-25 cm	☉ - ●	8-15 cm, rosa, juli-aug.
Saxifraga paniculata Silverbräcka	6-25 cm	○	5-8 cm, vit, juni-aug.
Saxifraga tridactylites Grusbräcka	2-10 cm	○ - ☉	5-15 cm, vit, apr-juni.
Scabiosa columbaria Fältvädd	10-25 cm	○ - ☉	20-50 cm, blå-lila, juli-sept.
Silene vulgaris Smällglim	6-25 cm	○ - ☉	25-30 cm, vit, juni-aug.
Thymus serpyllum Backtimjan	10-25 cm	○	5-8 cm, rosa, juni-aug.
Verbascum nigrum Mörkt kungsljus	10-25 cm	○	40-60 cm, gul, juli, sept.
Veronica spicata Axveronica	10-25 cm	○ - ☉	15-40 cm, blå, juli-aug.
Viola hirta Buskviol	6-25 cm	○ - ●	5-10 cm, lila, apr-maj.

(Piga 1995, s.46-51)

○ = sol

☉ = halvskugga

● = skugga

Dessa växter är hämtade ur boken *Grönare tak, extensiv vegetation på tak*. Av Cristiano Piga. Detta är i sin tur ett urval från en tysk lista. Urvalet är baserat på vilka arter som redan finns vilt eller förvildat i svensk flora. Dock kan tänkas att många fler liknande arter finns men som inte fanns med på den tyska listan då de kanske inte finns söderut i Europa.

I denna bok nämns även några mossor som passar som takvegetation:

Barbula convoluta – Liten skruvtandmossa
 Brachytecium rutabulum – Gräsmossa
 Bryum argenteum – Silvermossa
 Ceratodon purpureus – Brännmossa
 Homalothecium sericeum – Guldlockmossa
 Schistidium apocarpum – Strålkranmossa
 Tortula ruralis - Takmossa