



Hur har öppen dagvattenhantering förändrats över 20 år?

— en jämförelse av dagvattenhanteringen i två bostadsområden byggda under 2000-talet

*How has open stormwater treatment changed over the last 20 years?
- A comparison of stormwater treatment in two residential areas built during the 2000s.*

Tove Mellerby

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsarkitekturprogrammet
Alnarp 2021



Hur har öppen dagvattenhantering förändrats över 20 år? – En jämförelse av dagvattenhanteringen i två bostadsområden anlagda under 2000-talet.

How has open stormwater treatment changed over the last 20 years? - A comparison of stormwater treatment in two residential areas built during the 2000s.

Tove Mellerby

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

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt Arbete i Landskapsarkitektur
Kurskod: EX0845
Program/utbildning: Landskapsarkitektprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2021
Omslagsbild: Tove Mellerby

Nyckelord: dagvatten, öppen dagvattenhantering, LOD, Rosendal, Bo01,

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt. Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SAMMANFATTNING

Detta arbete redovisar hur dagvattenhantering har utvecklats från tidigt 2000-tal till idag. Syftet är att ta lärdom av den kunskap som framkommit under åren och därmed öka förståelsen för hur öppen dagvattenhantering kan anläggas i framtiden. Undersökningen baseras på en litteraturstudie, platsbesök och intervjuer.

Inledande beskrivs den bakomliggande problematiken som gör dagvattenhantering till en allt viktigare fråga i dagens städer: Extrema skyfall, förtätning och en ökad andel hårdgjorda ytor i städer gör det traditionella dagvattennätet otillräckligt och är ett argument för att använda öppen dagvattenhantering som buffert för att skydda stadens infrastruktur och byggnader från översvämning och vattenskador.

Hur öppen dagvattenhantering beskrivs och rekommenderas i litteratur från tidigt 2000-tal och nutid undersöks för att utröna skillnaderna och visa på hur dagvattenhanteringen utvecklats under 20 år. Sist redovisas och jämförs dagvattenhanteringen i bostadsområdena Bo01, Malmö och Rosendal, Uppsala.

Utvecklingen rör sig mot mer avancerad rening av dagvattnet och underjordiska anläggningstyper och ett fortsatt arbete att samla och uppdatera branschens kunskap och erfarenheter. Dock finns ofta många önskemål på vad dagvattenhanteringen ska bidra med som talar för användningen av synliga anläggningstyper.

Nyckelord: öppen dagvattenhantering, hållbar dagvattenhantering, LOD, Bo01, Rosendal, bostadsområde

ABSTRACT

This study presents how stormwater management has developed from the early 2000s until today. The aim is to learn from the knowledge that emerged during the years and thereby increase the understanding of how open stormwater management could be constructed in the future. The study is based on a literature study, place visits and interviews.

Introductory, the underlying issues that elevates stormwater management to an increasingly important matter in today's cities are described: Extreme rainfall, densification and an increasing proportion of compacted surfaces in cities makes the traditional stormwater grid insufficient and is an argument for the use of open stormwater management as a buffer to protect the cities infrastructure and buildings from flooding and water damage.

How open stormwater management are pictured and recommended in literature from the early 2000s and today are then examined to conceive the differences. Lastly, the stormwater management in the residential areas Bo01 in Malmö and Rosendal in Uppsala are examined and compared.

The development progress towards more advanced purification of stormwater, underground types and continued work to gather and update the industry's knowledge and experience. However, numerous requests for what stormwater management should contribute with indicates a favourable use of visible stormwater management types.

Keywords: stormwater, opens stormwater management, sustainable stormwater management, LOD, Bo01, Rosendal, residential area

TACK!

Åsa Bensch för goda råd och peppande handledning under arbetets gång!

Agneta Persson, Kristina Hall & Ronnie Nilsson för att ni delade med er av er tid och kunskap. Mitt arbete är rikare tack vare era erfarenheter!

Sofie Andersson, Zara Li och Klara Allenmark för tillåtelse att använda era foton!

Alnarp, september 2021

Tove Mellerby

INNEHÅLL

1. INLEDNING.....	1
Mål & Syfte.....	1
Frågeställning	1
Avgränsningar	2
Metod & Material.....	2
2. ÖPPEN DAGVATTENHANTERING	4
Skyfallsanpassa	4
Överbelastade VA-system och hårdgjorda ytor	5
Från traditionell dagvattenhantering till öppen dagvattenhantering	6
LOD, lokalt omhändertagande av dagvatten.....	7
Grönytefaktor	8
Principerna för öppen dagvattenhantering	9
3. VAD PRESENTERAS SOM LÖSNINGAR FÖR ÖPPEN DAGVATTENHANTERING?.....	10
Tidigt 2000-tal.....	10
Gröna tak.....	11
Infiltration av takvatten på gräsytor	11
Uppsamlingsstankar för återanvändning av takvatten	11
Genomsläppliga markbeläggningar.....	12
Stenfyllningsmagasin	12
Diken och bäckar.....	13
Svackdiken	13
Dagvattenkanaler.....	13
Tillfällig uppdämning & översvämningsytor	14
Fördröjningsdammar	15
Filtervallar	15
Våtmarker.....	16
... idag, 2020?	17
Torra fördröjningsdammar	17
Underjordiska modulsystem.....	18

Betongmagasin	18
Översilningsytor	18
Diken & Svackdiken	19
Biofilter	20
Permeabla beläggningar	21
Skelettkonstruktioner	21
Makadamdiken	22
Sedimentationsmagasin	23
Magasin med filterkassett	23
Makadammagasin	23
Magasin med vertikalt filter	24
Våta dammar	24
Skärmbassänger	25
Våtmarker	25
4. DAGVATTENHANTERING I TVÅ BOSTADSOMRÅDEN	26
Bo01, Västra hamnen, Malmö	27
Områdets dagvattenlösningar	29
Insikter och lärdomar	33
Rosendal, Uppsala	34
Områdets dagvattenlösningar	35
Insikter och lärdomar	39
Hur ser framtiden ut för öppna dagvattenlösningar?	40
5. DISKUSSION	41
Utveckling	41
Bo01 och Rosendal	42
Vilken typ av dagvattenlösningar kommer vi att se mer av i framtiden?	43
Metod-diskussion och fortsatta studier	44
6. KÄLLOR	46
Muntliga källor	46
Publicerat material	46
Bildkällor	49

1. INLEDNING

Vi har under det senaste två århundraden avancerat från att leda orenat dagvattnen i öppna diken ut i sjöar och hav till att lägga ned stora rörsystem och leda dagvatten under marken. En framtid med tätare och mer hårdgjorda städer i kombination med extremare väder med fler och intensivare regn har gjort dagvattenhantering till en allt viktigare fråga. Förväntningarna är höga på den öppna dagvattenhanteringen som ska avlasta det traditionella ledningssystemet och skydda städers infrastruktur och byggnader från kostsamma översvämningar och vattensador. Utöver att hantera dagvattnet finns ofta förväntningar om att den öppna dagvattenhanteringen ska bidra med flera kvalitéer till stadsbyggnaden. Hur stadens ytor planeras och utformas påverkar dagvattnets flöde. Det innebär att landskapsarkitekter axlar ett väsentligt ansvar när vi utformar städers ytor. En god kunskap om tillgängliga tekniska lösningar och dess funktion bör gynna kreativ utformning av platsers dagvattenhantering och förmågan att inkorporera dessa som en naturlig del av platsers planering och gestaltning.

Öppen dagvattenhantering har kommit en lång väg sedan de första, i jämförelse primitiva, LOD-anläggningarna anlades på 70-talet och är idag en variation av anläggningar både över och under jord. Under min utbildning har jag fått se flera exempel på öppen dagvattenhantering i bostadsområden från tidigt 2000-tal och har undrat över hur dessa snart 20 år gamla anläggningar skiljer sig från den öppna dagvattenhantering som anläggs idag. Vad har branschen lärt sig efter de senaste tjugo årens användning av öppen dagvattenhantering?

Mål & Syfte

Målet med uppsatsen är att undersöka hur öppen dagvattenhantering vid nybyggnad av bostadsområden har förändrats i Sverige över 20 år baserat på analys av implementeringen i två spjutspetsprojekt från respektive tidsperiod.

Syftet är att uppsatsens samlade kunskap om den öppna dagvattenhanterings utveckling och olika anläggningstyper ska leda till att underlätta kreativ användning och inkorporering av öppen dagvattenhantering i framtida projekts planering och gestaltning.

Frågeställning

Hur skiljer sig utformningen av öppen dagvattenhantering i ett bostadsområde idag, år 2020, från tidigt 2000-tal?

- *Vilka dagvattenlösningar byggs inte längre idag?*
- *Vilka är idag de vanligast förekommande dagvattenlösningarna?/Vilka dagvattenlösningar förekommer i de olika bostadsområdena?*
- *Vilken typ av dagvattenlösningar kommer vi att se mer av i framtiden?*

Avgränsningar

Skyfallsanpassning, grönytefaktor och den öppna dagvattenhanterings principer kommer endast att kortfattat beskrivas i det första kapitlet för att skapa kontext. Olika anläggningars ekosystemstjänster, estetiska värden och skötsel, om än relevanta för ämnet, kommer inte att behandlas i uppsatsen för att arbetet ska vara genomförbart under den givna tiden. Fokus ligger på en jämförelse mellan dagvattenhantering och anläggningar för öppen dagvattenhantering i de två bostadsområdena Bo01 i Västra hamnen från tidigt 2000-tal och nutida Rosendal.

Anledningen till att endast nyanlagda bostadsområden undersöks, ej områden där öppen dagvattenhantering implementerats i efterhand är då redan byggda områdets platsspecifika begränsningar (befintliga byggnader, lutningar, markbeläggningar etc) i hög grad påverkar vilka lösningar som är fysiskt möjliga och ekonomiskt genomförbara.

Avgränsningen till två bostadsområden begränsar uppsatsens möjlighet att generalisera ett bredare urval hade behövts för att dra slutsatser om trender under perioderna.

Slutligen begränsas teknisk detaljkunskap om de öppna dagvattenlösningarnas utformning och anläggningarna beskrivs i grova drag för att kunna jämföra utvecklingen.

Metod & Material

Litteraturstudie

En litteraturstudie kommer att göras för att samla material till de första delarna av uppsatsen, *Öppen dagvattenhantering, Vad presenteras som lösningar för bra dagvattenhantering?* och delvis i *Projektgenomgång*, för att få en mer generell och övergripande ingång i ämnet.

Dagvattenhanteringen i bostadsområdena Västra Hamnen, Malmö och Rosendal, Uppsala ska undersökas genom att studera litteratur som redogör för vilka öppna dagvattenlösningar som har använts på de olika områdena och förutsättningarna som fanns på plats. Endast den del av Västra Hamnen som ingick i bostadsmässan Bo01 år 2001 behandlas i detta arbete. Bo01 markerade starten för flera nya aspekter av hållbart stadsbyggande i Sverige, bland annat grönytefaktorn och synliggjorde dagvattenhanteringen som en del av designen. Nästan 20 år senare är stadsdelen fortfarande en symbol för hållbart stadsbyggande.

Rosendal anläggs i skrivande stund och där satsas på mer moderna och uppdaterade blågröna dagvattenlösningar.

Intervjuer

Intervjuer av tre personer knutna till de olika bostadsområdesprojekten kommer att genomföras för att få en inblick i vilka lärdomar de har kunnat dra genom deras erfarenhet av att få följa projekten över tid samt vilka lösningar de tror på för framtiden. Kristina Hall är civilingenjör inom väg- och vattenbyggnadsteknik och projektledare på VA-SYD med projektet *Tillsammans gör vi plats för vattnet* som arbetar för att stimulera de små dagvattenlösningarna på fastighetsmark. Ronnie Nilsson är landskapsarkitekt och projektledare på Uppsalas stadsbyggnadskontor och arbetar bland annat med dagvattenlösningarna i Rosendal. Agneta Persson är landskapsarkitekt och arbetar idag som projektledare på Stadskontoret, Malmö stad. Hon ansvarade för Bo01s utemiljöer och var ledande landskapsarkitekt under programmet.

Platsbesök

Platsbesök kommer att ske i Västra Hamnen, Malmö. På grund av den pågående coronapandemin kommer jag inte att göra nya platsbesök i Rosendal. Förutom skriftlig information och intervju med Ronnie Nilsson kommer jag även att använda mig av minnesanteckningar och bilder tagna under ett studiebesök med min klass i Rosendal, november 2019.

Disposition

Uppsatsen består av fyra huvuddelar. Den inledande delen *Öppen dagvattenhantering* som är en introduktion till ämnet öppen dagvattenhantering och beskriver bakomliggande problematik och argument utifrån litteraturstudier.

Vad presenteras som lösningar för öppen dagvattenhantering undersöker hur dagvattenhantering beskrivs tidigt 2000-tal samt idag 2020.

Dagvattenhantering i två bostadsområden, ska med hjälp av litteraturstudier, intervjuer och platsbesök zooma in på de två valda områdena och undersöka platsernas förutsättningar, vilka typer av dagvattenanläggningar som har använts samt de insikter området gett.

Diskussion, i vilken frågeställningarna diskuteras utifrån den information som framkommit i tidigare avsnitt.

2. ÖPPEN DAGVATTENHANTERING

Dagvatten är benämningen på vatten från regn, snö, is och hagel i bebyggda områden som tillfälligt rinner över olika ytor. Under naturliga förhållanden filtreras det mesta av dagvattnet ned i marken, tas upp av växter eller avdunstar från bladverk eller markyta (Stahre, 2008). I en stad där stor del av ytan är hårdgjord måste vattnet ledas bort från vägar, tak, cykelbanor och andra funktionsytor för att inte skapa översvämningar och andra problem.

Detta kapitel är en introduktion till ämnet dagvattenhantering och beskriver utvecklingen från traditionell dagvattenhantering till öppen dagvattenhantering samt några av de stadsbyggnadsproblem som öppen dagvattenhantering ska bidra till att lösa. För att förstå bakgrunden till öppen dagvattenhantering kan det vara intressant att undersöka den underliggande problematiken som gör att dagvatten idag lyfts fram som en viktig fråga men även hur dagvattenhantering har sett ut i Sverige historiskt.

Skyfallsanpassa

Vad är ett skyfall mer än bara ett kraftigt regn? Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, ger en mer exakt beskrivning av skyfall och definierar det som ”*minst 50 mm nederbörd på en timme eller minst 1 mm på en minut*” (Svenskt vatten, 2016). Skyfall kan vara olika kraftiga men hur kraftigt ett skyfall är beror med andra ord inte på endast *regnintensiteten* - hur mycket nederbörd som faller, utan även på *varaktigheten* – hur länge det faller. Om ”X” volym nederbörd faller fördelat över två timmar resulterar det i att volymen dagvatten tillförs infiltrerbara ytor och avloppsledningsnätet under en längre tid. Om samma volym nederbörd istället faller med en varaktighet på tio minuter kan infiltrerbara ytor inte ta upp samma mängd eftersom vattnet snabbt rinner av och ökar belastningen på avloppsledningsnätet (Svenskt vatten, 2016).

För att bättre kunna planera för kraftiga regn, beräknas det som kallas *återkomsttid* – ”*den genomsnittliga tiden mellan två händelser med samma omfattning*”. Om varaktigheten i kombination med regnintensiteten berättar hur kraftigt ett skyfall är berättar återkomsttiden hur ofta en visst typ av regn estimeras förekomma. Det är utifrån dessa faktorer som begreppen 10-årsregn, 100-årsregn, 1000-årsregn kommer (MSB, 2017:40-41).

I rapporten *Extremregn i nuvarande och framtida klimat* av Olsson, Berg, Eronn, Simonsson, Södling, Wern och Yang (2017) utgiven av SMHI, konstateras att den historiska data som analyserades visar att skyfall drabbar hela landet med samma intensitet, trots att skyfall vanligen är mycket lokala företeelser. Däremot återkommer skyfall oftare i södra Sverige på grund av varmare klimat och varma luftströmmar från södra Europa. Klimatförändringar gör att skyfallen väntas öka med 20-40% till år 2100 beroende på koncentrationen av växthusgaser i atmosfären (ibid. s.66). MSB, myndigheten för samhällsskydd och beredskap beskriver det på följande sätt:

”Klimatförändringen väntas påverka de mest extrema regnen. Ett regn som vi idag betraktar som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om

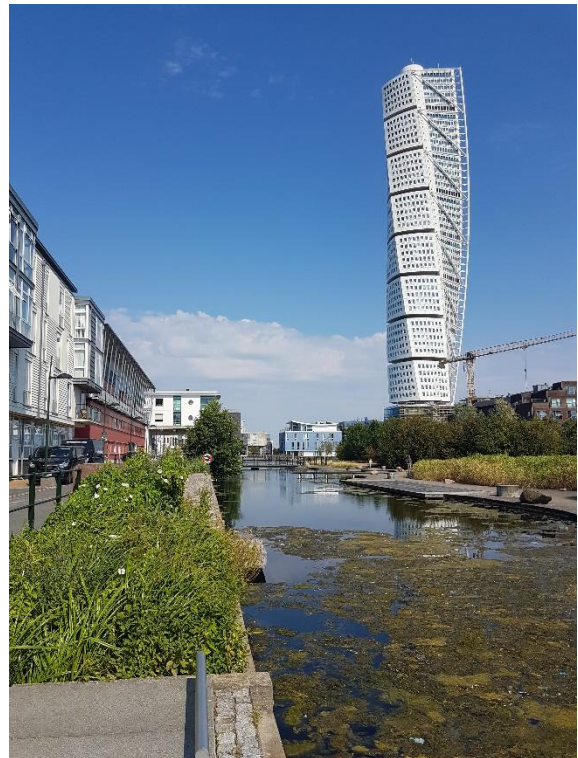
regnintensiteten exempelvis ökar med 25 procent kommer sannolikheten för det som vi idag kallar ett 100-årsregn att fördubblas² (MSB 2017, s. 9)

Sveriges städers dagvattenhantering är inte byggda för att kunna ta emot för stora mängder vatten på en gång. För att ta fram en strategi för hantering av de framtida dagvattenmassorna krävs mer än ett stort avloppsledningsnät. Ett grafiskt exempel är det kraftiga skyfallet i Malmö sommaren 2014 som hade en återkomsttid på 180-360 år. Svenskt vatten (2016) visualiserar den volym avloppsledningsnät som skulle krävas för att hantera dess vatten på följande sätt:

”Den samlade volymen som kan hanteras i avloppsledningsnätet uppskattas motsvara 11 stycken Turning Torsos. Då avloppsledningsnätet var fullt och marken vattenmättad uppskattas att en ytterligare regnvolym, motsvarande 54 st. Turning Torsos föll över Malmö” (2016, s. 23)

Den här illustrationen av ”turningtorsovolymer” visar dagens avloppsystems begränsningar. Figur 1 visar ett fotografi på 190 meter höga Turning Torso. Orimligheten i att anpassa avloppsledningsnäten för skyfall, både ekonomiskt och praktiskt, ställer krav på att skyfallssäkra städer på andra sätt (Svenskt vatten, 2016).

Utöver bekymret med den stora volymen dagvatten som ett skyfall innebär, medför det även andra problem (Svenskt vatten, 2016). Markmaterial eroderar och leds med till vattendrag eller dras ned i ledningssystemen. Dagvattnet för även med sig mer föroreningar än ’vanligt regn’ då skyfallet kommer åt att tvätta av fler ytor. Däremot är det främst de ofta förekommande regnen av mindre intensitet som står för den största delen av föroreningar, berättar Larm och Blecken (2019). De menar att öppna dagvattenanläggningar med fokus på rening därför bör dimensioneras utifrån de mindre men mer frekventa regnen medan anläggningar som fokuserar på fördröjning dimensioneras efter extrema regn.



Figur 1, Vy över saltvattenskanalen och Turning Torso, i Västra Hamnen, Malmö.

Överbelastade VA-system och hårdgjorda ytor

Enligt Boverket (2019) bodde ca 90 procent av Sveriges befolkning i början av 1800-talet på landsbygden. Idag bor istället 85% av befolkningen i tätorter. För framkomligheten i hela landet är hårdgjorda ytor oumbärliga. Men i Malmö stads Hållbarhetsrapport (2019) konstateras en pågående trend där andelen hårdgjord mark ökar på bekostnad av stadens grönytor. En av flera möjliga förklaringar till detta kan vara att förtätning sker som hållbarhetsstrategi i växande städer för att motverka *urban sprawl* – ett ’fenomen’ där nya bostadsområden, ofta med låg bebyggelsetäthet byggs i städers utkanter och gör att staden

breder ut sig på tidigare obebyggd mark (Carlsson, Berglund, Ericsson, Kyllingstad, Pädam & Tornberg, 2015). De stora avstånden leder i sin tur till högt bilanvändande – inbyggt bilberoende. En tätbefolkad och därigenom tätbebyggd stad ska förenkla gröna transportmedel - kollektivtrafikanvändande, gång och cykling.

Här uppstår en konflikt. Om förtätning av städer sker på bekostnad av stadens grönytor, försvinner många viktiga funktioner. Människors fysiska och psykiska hälsa främjas av upplevd grönska (Kaplan, Kaplan & Ryab, 1998). Vegetation i staden ger även behagligare innerstadsklimat och motverkar fenomenet *urban heat islands* som innebär att de omfattande hårdgjorda ytorna absorberar och avger solenergi och därmed genererar ett varmare och torrare mikroklimat. Genom att skugga och transpirera vatten har vegetationen en reglerande effekt (Bolund & Hunhammar, 1999).

Gröna ytor fyller också en mycket viktig funktion genom att underlätta hanteringen av dagvatten. Städernas hårdgjorda ytor täpper till marken och rubbar den naturliga vattencykeln som innebär att regn faller till marken, tas upp av växter, infiltreras, rinner av till vattendrag eller avdunstar. På hårdgjorda ytor måste istället vattnet ledas ned i brunnar och genom avloppsreningsnätet för att inte bli stående (Stahre, 2008).

När gröna, infiltrerbara ytor i staden tas i anspråk och hårdgörs ”*minskar ytan där överskottsvatten kan hanteras och skyfallsproblemen förvärras*” (MSB, 2017). En högre andel hårdgjorda ytor ökar därmed både mängden avrinnande dagvatten från ett område samt hastigheten med vilken det rinner av (Peter Stahre, 2004:9; 2008). Då dagvatten är kommunens ansvarsområde finns en risk att enskilda aktörer genomför förändringar i ett område utan att ta hänsyn till hur det påverkar dagvattenhanteringen i sin helhet (Svenskt vatten, 2016). Därför finns behov, idag och i framtiden, av tydlig övergripande kommunal uppstyrring och högre krav på privata aktörer.

Från traditionell dagvattenhantering till öppen dagvattenhantering

När begreppet ”traditionell dagvattenhantering” används menas vanligen metoden att leda bort vatten ut ur städerna via rör i marken. Övergången från endast traditionella dagvattenlösningar till att ersätta eller anlägga nya öppna dagvattenlösningar är en pågående process (Stahre, 2008). Ledningar i marken, avloppssystem, har intressant nog ur ett historiskt perspektiv inte använts speciellt länge (Stockholm Vatten, 2011).

I Europas tidigaste städer leddes dagvatten, tillsammans med allmän smuts och sörja som tömts på gatorna, via öppna fördjupningar längs med gatorna - rännstenen. Stockholm Vatten (2011) beskriver att det i Stockholm under tidigt 1800-tal anlades ännu djupare, träbeklädda diken längs med strategiskt valda gator för att leda bort stora mängder smuts och vatten till närliggande vattendrag. Först under 1860-talet anlades de första nedgrävda avloppsledningarna (Svenskt vatten, 2016). Då leddes både spillvatten och dagvatten ut ur städerna i samma rör till närmsta vattendrag. År 1905 fanns denna typ av avloppsledning i 80 svenska städer. Stockholm vatten (2011) berättar att stadens första avloppsreningsverk stod klart först 1934 och renade stadens avloppsvatten genom att slamavskilja vattnet, dvs fånga upp den grövsta smutsen, före utsläppen.

Avloppsledningsnätet utökades i Sveriges städer. Fram till i början av 1970-talet, anlades avloppsledningar som ledde spillvatten från hushållen och dagvatten i samma ledningar. På VA syds hemsida (VA-syd, 2019) framgår att i Malmö är ca 35 % av avloppsledningarna fortfarande denna typ av *kombinerade system*. Under kraftiga regnfall utsätts det kombinerade systemet för stora belastningar och överfulla ledningar hotar att trycka vattnet baklänges upp genom rören och skapa översvämningar. Därför finns en inbyggd säkerhetsmekanism i systemet som kallas bräddning. Bräddning innebär att örenat vatten från fulla kombinerade ledningar på valda ställen tillåts 'skvalpar över' och släpps ut i vattendrag (VA-syd, 2019). VA syd (2019) arbetar kontinuerligt med att bygga om kombinerade ledningar till dagens separerade ledningar där dagvatten och spillvatten leds genom olika rör och därför inte behöver bräddning.

Peter Stahre (2008) berättar att attityden inom ramarna för traditionell dagvattenhantering har förändrats över tid. Han beskriver utvecklingen kortfattat som att under 70-talet skiftar fokus från endast *kvantitet* – att endast hantera flödet, till att allt mer även inkludera *kvalitet* – vattnets renhet, och sist, under 90-talet, även inbegripa hållbar utveckling och sociala värden som bekvämlighet, trivsel, gestaltning (Stahre, 2008).

LOD, lokalt omhändertagande av dagvatten

Dagens öppna dagvattenhantering har sitt ursprung i begreppet "LOD" – lokalt omhändertagande av dagvatten som introducerades under 1970-talet (Jansson, Lind & Malbert, 1993). Konceptet innebär att dagvatten i så stor utsträckning som möjligt skulle tas om hand lokalt, inom ett område med syftet att avlasta och minimera behovet av det traditionella dagvattenledningssystemet (Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, 1983).

LOD-anläggningarna hade ett övervägande fokus på infiltration av dagvatten. I Svenska Vatten- och avloppsverksföreningens publikation "Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD" från år 1983 förklaras begreppet som följer:

"En hantering av dagvatten inom det område där det bildats, och som därmed onödiggör eller minimerar dess bortledande. Detta kan åstadkommas genom utnyttjande av infiltration, perkolation eller lokal fördröjning av dagvattnet"
(Svenska vatten- och avloppsverksföreningen 1983, s. 10)

Flera av de problemställningar som idag lyfter öppen dagvattenhantering som möjlig lösning och nämns tidigare i detta kapitel, saknades under LODs uppkomst och en konsekvens av detta är möjligen att LOD saknade den argumentativa tyngd som dagvattenhantering har bakom sig idag. Begreppet har även kommit att utvecklas med tiden, Naturvårdsverket (2017) menar att begreppet har en vidare betydelse när det används idag än vid sin uppkomst och att det idag snarare syftar på att avlasta ledningssystemet genom åtgärder nära källan utan att ersätta användningen av ett traditionellt ledningsnät som tar hand om överflödigt dagvatten (Naturvårdsverket, 2017:51).

Även Kristina Hall¹, VA-syd, bekräftar att mycket av dagens dagvattenhantering bygger på principer utvecklade från LOD men berättar att LOD inledningsvis blev hårt kritiserat, ofta p.g.a. att anläggningarna byggdes felaktigt och då inte fungerade som tänkt.

¹ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

Grönytefaktor

Ett begrepp som är nödvändigt att ha kännedom om för en fullständig förståelse för utformningen av de två bostadsområdenas dagvattenhantering som ska jämföras i detta arbete är grönytefaktor, *GYF*, då tillgång till öppen dagvattenhantering ofta ges höga värden när en yta eller område värderas utifrån verktyget grönytefaktor.

GYF introducerades i Sverige vid anläggningen av Bo01 och används även idag, bland annat i Rosendal, Uppsala. Metoden härstammar från Tyskland och är tänkt att användas som ett verktyg för att garantera en viss andel grönyta i nyexploaterade områden. Genom verktyget kan kommuner ställa mätbara krav på exploatörer och därigenom säkerställa en viss förekomst av ekosystemtjänster och biologisk mångfald. GYF kan även användas som ett inventeringsverktyg (Naturvårdsverket, 2019).

Principen för att beräkna ett områdes grönytefaktor är att alla ytor inom det ges ett värde beroende på dess funktionella gröna värden. Sättet att värdera skiljer sig åt något i olika kommuner och i olika projekt men en ogenomsläpplig, hårdgjord yta utan vegetation ges vanligen värdet 0 och en yta med höga gröna värden ges värdet 1 (Naturvårdsverket 2019). Varje ytas area multipliceras sedan med dess värde och räknas ihop, tillsammans ger de summan för områdets eko-effektiva area. När summan för den eko-effektiva arean delas på områdets ytas totala area får man ut grönytefaktorn som ett tal mellan 0-1 (Naturvårdsverket, 2019). T.ex. rekommenderar Malmö stadsbyggnadskontor för kvartersmark en grönytefaktor på minst 0,6 (Torseke, Hultén & Böhme, 2014).



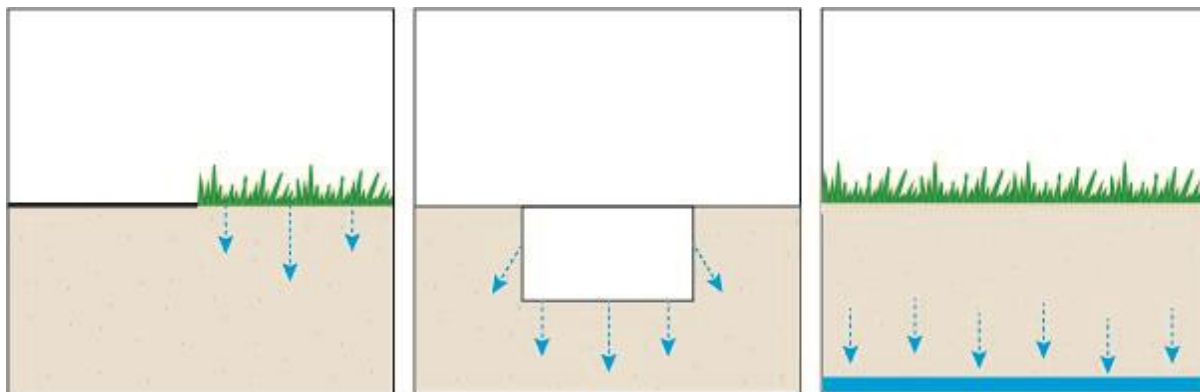
Figur 2. Vy över grönt tak. Foto: "Scandinavian Green Roof Inst." Av användaren "i-sustain" genom creative commons licens (CC BY-NC 2.0) <https://www.flickr.com/photos/46329363@N02/4255371678>

En nödvändig fråga är huruvida hög grönytefaktor korrelerar med hög *upplevd* grönska i ett område. Grönytefaktor räknar endast på hur stor andel av ytan som är eko-effektiv och tar inte i beräkning kvaliteten på grönytorna utifrån sociala värden (Naturvårdsverket, 2019). Ett område med en hög grönytefaktor "på pappret" genom användning av gröna tak och genomsläppliga hårdgjorda ytor upplevs troligen inte av betraktaren som en värdefull grön miljö. Hur många får t.ex. uppleva utsikten över det gröna taket, se figur 2?

Principerna för öppen dagvattenhantering

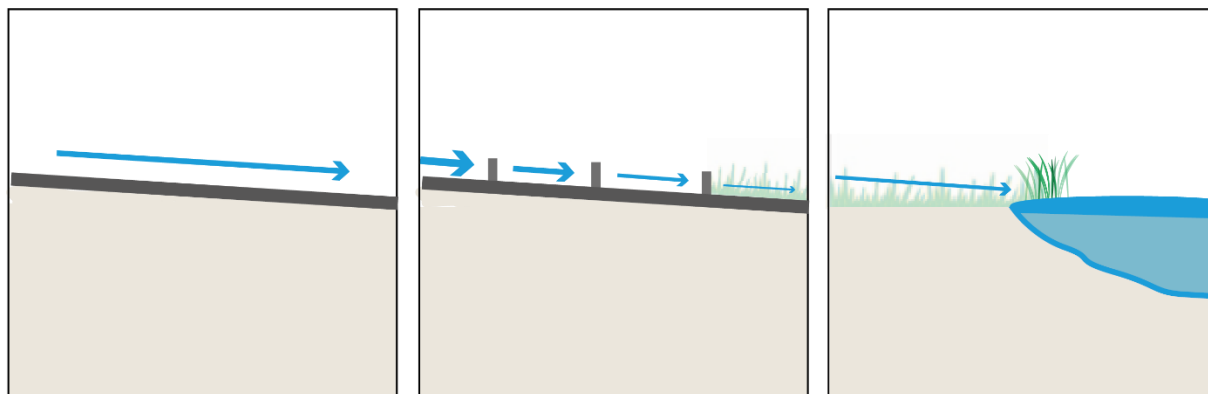
Till skillnad från traditionella avloppsledningar är merparten av de öppna dagvattensystemen synliga i vår utemiljö. Stahre (2004) beskriver sex principer som är grundstenar i öppna dagvattenlösningar och är processer som liknar naturens metoder för att ta hand om dagvatten:

- Infiltration Vattnet sipprar ned i markytan.
- Exfiltration Vattnet tillåts sippra ut ur dagvattenanläggningen till marken omkring.
- Perkolations Vattnet sipprar genom marken ned i grundvattnet.



Figur 3. Från vänster: Infiltration, exfiltration, perkolations

- Ytavrinning - Det vatten som inte infiltreras och därmed rinner av en yta.
- Trög avledning - Hastigheten på dagvattnets avrinning saktas ned och ökar
 möjligheten till infiltration.
- Fördröjning - Vatten samlas och uppehålls.



Figur 4. Ytavrinning, trög avledning, fördröjning

3. VAD PRESENTERAS SOM LÖSNINGAR FÖR ÖPPEN DAGVATTENHANTERING?

Hur skiljer sig publikationer om öppen dagvattenhantering från tidigt 2000-tal och idag? I detta kapitel undersöks vilka dagvattenanläggningar som tas upp i litteraturen från de två tidsperioderna. Två ”tidsavgörande” publikationer om öppen dagvattenhantering studeras. *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering* av Peter Stahre (2004) som var VA-ingenjör i Malmö och expert på dagvattensystem. Han var ett stort namn inom dagvattenhantering både i Sverige och internationellt. Den andra publikationen är *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten* av Thomas Larm och Godecke Blecken som gavs ut av Svenskt vatten i slutet av 2019. Rapporten är ett försök att sammanställa Svenska VA-branschens erfarenheter och ge de mest uppdaterade rekommendationerna av utformning och dimensionering av anläggningar för hantering av dagvatten.

Tidigt 2000-tal

Stahre (2004) har valt att avgränsa arbetet på ett sätt som exkluderar reningsaspekten och enbart fokuserar på dagvattenhanteringen. Han delar upp anläggningstyperna i fyra kategorier: *Lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark*, *Fördröjning nära källan*, *Trög avledning* och *Samlad fördröjning*. Vidare poängteras att insatser bör göras genom hela dagvattnets avrinningskedja, med andra ord bör alla kategorierna kombineras i ett system med helhetstänk för maximal effekt men att dagvattnet bör åtgärdas så tidigt som möjligt i systemet enligt följande fyra principer:

- 1) Minska andelen hårdgjorda ytor
- 2) Omhändertag dagvattnet från hårdgjorda ytor nära källan: Stahre rekommenderar att dagvattnet avleds till lämpliga vegetationsklädda ytor för infiltration.
- 3) Utjämna det avrinnande flödet: Stahre rekommenderar att det dagvatten som inte kan omhändertas enligt punkt två, avleds i öppna avledningsstråk som sänker avrinningshastigheten.
- 4) Samlad fördröjning i fördröjningsanläggningar: Dagvatten leds till anläggningarna för fördröjning och rening.

Stahre (2004) uttrycker att bristande kunskap om hållbar dagvattenhantering bland både stadsplanerare och markexploatörer är ett problem: “Att behöva ta hänsyn till dagvattnet har på vissa håll börjat upplevas som ett direkt hinder för en rationell utbyggnad av våra tätorter” (Stahre 2004, s.67). Han poängterar att grunden för hållbar dagvattenhantering läggs i kommunens fysiska planering – översiktsplaner och detaljplaner kan ställa krav och vikten av nära samarbete mellan de tekniska förvaltningar som är involverade. Nära samarbete och att lyfta dagvattenfrågan tidigt i planeringen är också bra sätt att förebygga konflikter.

Följande konstruktioner tas upp av Stahre (2004) som möjliga lösningar på öppna dagvattenanläggningar under tidigt 2000-tal:

Gröna tak



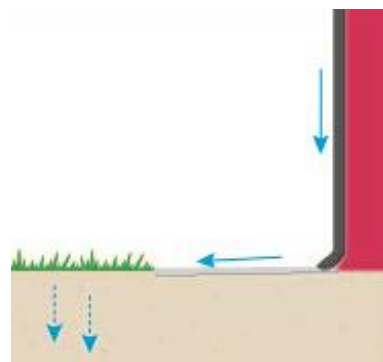
Figur 5. Frodigt grönt tak på mindre byggnad. Foto: "Green Roof Garage" av Rob Harrison via creative commons licens (CC BY-NC-ND 2.0) <https://www.flickr.com/photos/66974085@N00/3288487594>

en byggnad och menar att taket vid mindre regn tar upp majoriteten av allt dagvatten. Regn i längre perioder eller kraftiga regn leder till att taket vattenmättas och då är fördröjningen begränsad, han vidhåller dock den positiva påverkan över tid: "Sett över en längre period tar gröna tak upp ungefär hälften av allt nederbördsvatten" (Stahre, 2004).

Gröna tak beskrivs av Bolund och Hunhammar (1999) ha en positiv inverkan på mikroklimatet i tät stadsbyggnad – genom att introducera mer vegetation i en hårdgjord miljö motverkas fenomenet *urban heat island*. Dessa tak kräver få grundförutsättningar - lutningen på taket får inte vara för brant och även om anläggningen i sig inte behöver väga mer än betongpannor måste det klara extra last för när det vattenmättas (Stahre, 2004). Stahre (2004) rekommenderar användningen av gröna tak för att fördröja avrinningen från

Infiltration av takvatten på gräsytor

Takvatten innebär dagvattnen från avkopplade stuprör. Denna typ av lösning används främst av mindre aktörer på privat mark. Stahre (2004) beskriver att en rännedal ansluts till stuprör och dras minst två meter ut från fasaden med ett fall på minst 5%. Vidare uppmärksammar han vikten av att gräsmattan är etablerad för att undvika erosion samt att åtgärder görs för hantering av eventuellt överskottsvatten som inte infiltreras i gräsmattan.

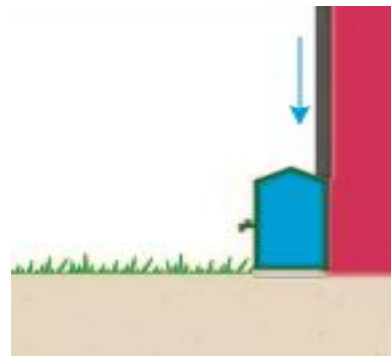


Figur 6. Avkopplat stuprör med ränna leder takvattnet ut på gräsmattan för infiltration.

Uppsamlingsstankar för återanvändning av

takvatten

Stahre (2004) nämner två typer av uppsamlingsstankar för återanvändning av takvatten. Den enklaste formen är regnvattenstunnor vid stuprör för trädgårdsbevattning. Regnvattenstunnor fördröjer endast mindre regn. Vid kraftiga regn eller tätt påföljande regn ges oftast större dagvattenvolym än som ryms i tunnan (Stahre, 2008). Uppsamling av takvatten sker i mer sällsynta fall enligt samma princip i underjordiska magasin där dagvattnet sedan används för toalettspolning men Stahre vidhåller att denna metod har visat sig vara relativt dyr i praktiken.



Figur 7. Takvatten förs via stupören till uppsamling i klassisk regnvattentunna för att återanvändas vid bevattning.

Genomsläppliga markbeläggningar

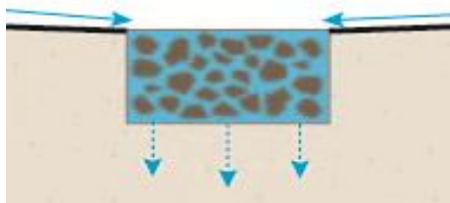
Stahre (2004) rekommenderar olika genomsläppliga beläggningar beroende på ytans användning men poängterar att de framför allt används på ytor med mer begränsat slitage. Bland de beläggningar som tas upp nämns grusytor stabiliserade med rasternät, naturstens och betongmarkstensytor med genomsläppliga fogar och genomsläppliga asfaltbeläggningar samt hålsten i betong. Stahre (2004) framhåller att alla genomsläppliga beläggningar riskerar igensättning med tiden men speciellt genomsläpplig asfalt har kort livslängd.

Normalt anläggs beläggningarna med underbyggnad av grövre, genomsläppligt material där tillfällig magasinering av dagvatten kan ske. Vattnet som magasineras kan antingen tillåtas perkolera eller ledas bort genom dräneringssystem. Upp till 30% av dagvattnet avdunstar från ytan. Slutligen bör genomsläppliga beläggningar ej anläggas i branta sluttningar, då infiltrationen endast sker på en begränsad del som riskerar att snabbt sättas igen.



Figur 8. Överst: Betongmarksten med genomsläppliga fogar på parkeringsplats på Marknadstorget, Svedala. Under: Hålsten i betong.

Stenfyllningsmagasin



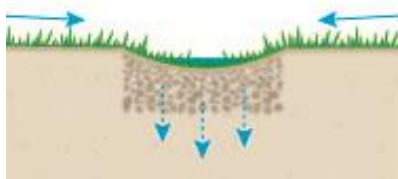
Figur 9. Stenfyllningsmagasin i genomskärning.

Stahre (2004) hänvisar stenfyllningsmagasin till privat mark då de fungerar bäst med mindre upptagningsområden. Anläggningen består av ett magasin nedsänkt i marken, fyllt med singel, makadam eller annat grovt material och benämns även stenkista eller perkolationsmagasin. Stahre föreslår anläggningen som ett alternativ när dagvatten inte kan ledas ut till vegetation men poängterar att den p.g.a. igensättningsrisken har kort livslängd. Han uppskattar livslängden till ”några decennier” innan fyllningsmaterialet måste bytas ut. För att skydda anläggningen mot igensättning kan dagvattnet ledas genom en filterbrunn innan det introduceras i anläggningen, en annan skyddsåtgärd är att skydda fyllningen med fiberduk. Volymerna mellan det grova materialet magasineras dagvatten. Och anläggningen töms på vatten genom perkolation eller dräneringssystem. I finkorniga jordar sker mycket lite perkolation och då måste vattnet dräneras bort (Stahre, 2004).

Diken och bäckar

Stahre (2004) föreskriver att dagvatten kan ledas direkt till befintliga diken och bäckar. Han varnar dock för att en okontrollerad anslutning kan leda till erosionskador och marköversvämningar.

Svackdiken

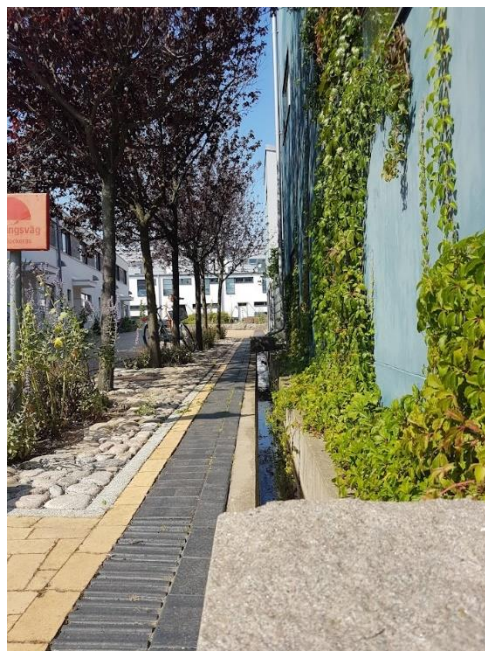


Figur 10. Svackdike i genomskärning.

Ett svackdike är ett grunt, gräsbeklätt dike som fungerar som kombinerad infiltrationsyta och öppet avledningssystem. Beroende på utformning är det lämpligt både på privat mark och på allmän platsmark. Diket ska alltid anläggas med en svag, ej över 2%, lutning i vattnets färdriktning och inte med brantare sidor än gräset kan slås maskinellt. En kupolbrunn kan leda överflödigt vatten till kommunens ledningsnät. Om diket tar upp dagvatten från stora areor kan botten försees med stenfyllning för att kunna fördröja större volymer. Koncentrerade flöden bör undvikas eftersom höga flöden ökar risken för erosion. Om svackdiket anläggas med hårdjord botten minskar risken.

Dagvattenkanaler

Dagvattenkanaler beskrivs som öppna, vanligen hårdgjorda kanaler för avledning av dagvatten (Stahre, 2004). De anläggs i första hand av som ett pedagogiskt och estetiskt inslag i stadsmiljön och Stahre poängterar vikten av gedigen information om kanalernas funktion då många blir besvikna att det bara rinner vatten i kanalerna när det regnar. Han påpekar även att dagvattenkanaler inte är billigare än traditionell avledning i nedgrävda rör.



Figur 11. Exempel på dagvattenkanal i Bo01, Västra hamnen.

Tillfällig uppdamning och översvämningsytor



Figur 12. Delvis tillfällig uppdamning av gatubrunn.

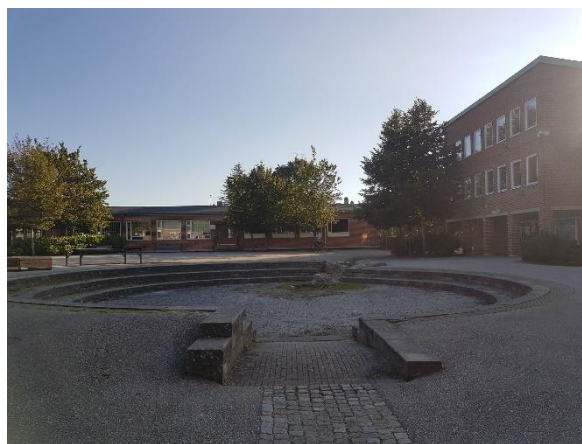
Inloppen till gators rännstensbrunnar kan tillfälligt eller permanent strypas, se figur 12, för att leda förbi flödet till en brunn längre ned i systemet. Fördröjning sker eftersom vattnets rinntid ökar och därmed avlastas ledningsnätet. Rekommenderas av Stahre endast på gator med begränsad trafik.

En annan typ av tillfällig uppdamning är *särskilda översvämningsytor* som kan anläggas hårdgjorda eller vegetationsklädda. Hårdgjorda översvämningsytor passar den hårt exploaterade staden, tål höga flöden och tillåts vid kraftiga regnfall svämma över och därigenom avlasta ledningssystemet. När belastningen på ledningssystemet minskat rinner dagvattnet med hjälp av självfall vidare och ytan torrläggas. På vegetationsklädd mark följs samma principer. Dräneringssystem kan anläggas för att torka upp ytan alternativt kan ytans lägre del anläggas som våtmark

Speciellt på stora vegetationsklädda översvämningsytor rekommenderar Stahre att ytan prepareras så att den dräneras vid tömningen, annars finns risk för att den försumpas. Tillförsel av vatten styrs av en regleringsanordning som avgör vid vilken belastning av ledningsnätet vatten tillförs översvämningsytan.



Figur 13a. Exempel på stor vegetationsklädd översvämningsyta i Bayside, Wisconsin. Ellsworth Park konstruerad 2015. Inlopp till vänster, brunn till höger. Foto: Aaron Volkening via creative commons licens (CC BY 2.0)



Figur 13b. Amfiteaterliknande hårdgjord översvämningsyta på skolgård i Augustenborg, Malmö.

Fördröjningsdammar



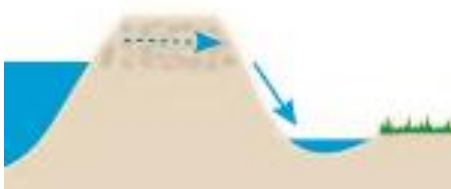
Figur 14. Medelstor damm med avlång form vid Lernacken, Bunkeflostrand.

Fördröjningsdammar kallas dammar med en permanent vattenspegel. De kan anläggas på olika sätt och i olika storlek för att passa privat mark, allmän platsmark eller stora anläggningar för fördröjning av dagvatten. De är ofta attraktiva inslag i miljön men är skötselkrävande.

Stora fördröjningsdammar kan uppehålla dagvatten från stora arealer. De anläggs med fördel med en inloppsdamm för avskiljning av grövre material för att förenkla

skötseln då inloppsdammen enkelt kan tömmas på vatten och rensas. Små och medelstora dammar måste däremot kunna tömmas helt på vatten för rensning av alg tillväxt. Samtliga dammar har potential att utnyttja kanterna för översvänningsmöjligheter

Filtervallar



Figur 15. Vattnets väg från dammen, t.v. genom filtervallen.

Filtervallar är en typ av trög avledning av dagvatten och anläggs för filtrering av det utgående flödet från fördröjningsdammar. Vallens övre del består av genomsläppligt material som låter vattnet filtrera igenom när vattenytan stiger över en viss nivå. Det filtrerade dagvattnet samlas upp på andra sidan vällen i ett uppsamlingsdike, se fig. 15.

Våtmarker

Våtmarker är ett område där vattenytan ligger nära markytan. De är täckta av vattenväxter och bidrar med både fördröjning och rening. Anläggningen placeras ofta i naturområden eller motsvarande.



*Figur 16. Våtmark i Canal Street Stormwater park, Menomonee Valley Milwaukee, Wisconsin konstruerad för fördröjning och rening.
Foto: av Aaron Volkening via creative commons licens (CC BY 2.0)*

···idag, 2020?

Naturvårdsverket skriver år 2017 i sin rapport *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken* att det finns ett behov av ökad kunskap om dagvattenburna föroreningar, skötseln av öppna dagvattenanläggningar samt anläggningarnas faktiska rening av dagvattnet. En risk med öppna dagvattenanläggningar är att de inte sköts på rätt sätt och därigenom tappar sin funktion att avleda och rena dagvattnet och möjliggör onödiga utsläpp.

På frågan om vad den största skillnaden är mellan hur vi anlägger öppen dagvattenhantering idag mot i början av 2000-talet svarar Kristina Hall², VA-SYD, att den vanligast förekommande lösningen är dammar eftersom de löser problemet med mycket dagvatten. Regnbäddar, biofilter och öppna överbyggnader är underjordiska anläggningar som förekommer mer och mer. Där man tidigare nöjde sig med att endast leda ut dagvattnet i en plantering leds det nu till bäddar anpassade för att ta emot och rena vattnet. Just öppna överbyggnader – där väggkroppen kan användas som stenkista, undersöks just nu, berättar hon.

Femton år efter Stahres publikation *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering* (2004) utkommer rapporten *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten* (2019) av Thomas Larm och Godecke Blecken. I denna sammanställs den Svenska VA-branschens erfarenheter och diskuterar och ger exempel på utformning och dimensionering av anläggningar för hantering av dagvatten.

” I dag utreds och projekteras allt fler typer av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Det gäller att välja rätt typ av anläggning på rätt plats, och att välja utformning och storlek så att funktionen säkerställs.”
(Larm & Blecken 2019, s. 8)

Följande konstruktioner tas upp som möjliga lösningar på öppna dagvattenanläggningar i Larm och Bleckens publikation (2019):

Torra fördröjningsdammar



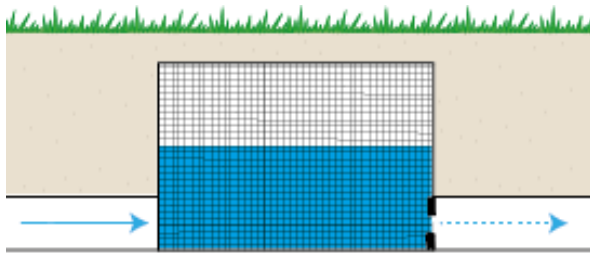
Figur 17. Torr fördröjningsdamm. Observera makadammet kring inloppet för att motverka erosion.
Foto: Aaron Volkening via creative commons licen (CC BY 2.0)

Torra fördröjningsdammar är nedsänkta gröna ytor som kan fyllas med dagvatten vid höga flöden för att sedan torka ut. Dagvattnet renas genom sedimentation och vid mindre regnmängder sker viss rening via infiltration, förutsatt att jordtypen är genomsläpplig. Som inlopp till anläggningen föreslås en dagvattenledning eller öppet dike och bottenutloppet kan strypas för att reglera flödet nedströms. Framförallt vid inloppet finns risk för erosion.

Larm och Blecken rekommenderar flacka slänter då dessa är säkrare, lättare att sköta samt möjliggör för andra användningar av ytan när anläggningen torkat ut, förutsatt att dagvattnet inte är förorenat.

² Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

Underjordiska modulsystem

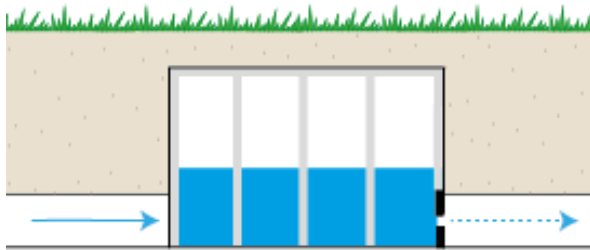


Figur 18. Kassetmagasin

Larm och Blecken (2019) beskriver två typer av underjordiska modulsystem, kassetmagasin och rörmagasin. I båda leds dagvattnen ned i det underjordiska magasineringssystemet. I kassetmagasin fördröjs dagvattnet i kassetter av polypropen medan rörmagasin har fördröjningsvolymen i ett stort rör. Flödesutjämningen sker via begränsat utsläpp genom bottenutloppet.

Modulsystemen fördröjer dagvattnet och låter det, om möjligt, via exfiltration perkolera till grundvattnet. Viss avskiljning av sediment sker men om rening prioriteras måste magasinet vara tillgängligt för underhåll - framförallt sedimenttömning.

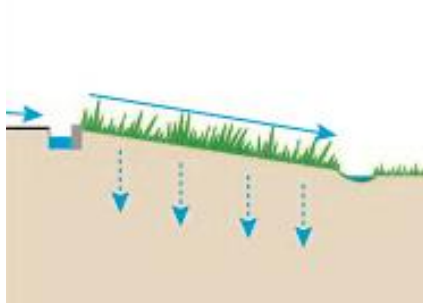
Betongmagasin



Figur 19. Betongmagasin

Betongmagasin är kammare i betong belägna under markytan och avsedda för fördröjning av dagvatten. De kan anläggas i olika former och storlekar och har möjlighet att fördröja en stor volym dagvatten i relation till sin storlek. Här sker viss avskiljning av sediment men om rening är en prioriterat måste magasinet vara tillgängligt för underhåll - framförallt sedimenttömning.

Översilningsytor



Figur 20. Översilningsyta

Ett fördelningsdike samlar upp och saktar ned det tillrinnande dagvattnet i en nedsänkt ränna, se figur 20. Via detta fördelas sedan dagvattnet genom t.ex. en makadamvall samt silas över den sluttande gräs- eller växtbeklädda översilningsytan. Översilningsytan avslutas med ett dike för avledning av det vatten som inte infiltrerats. Infiltrationsgraden beror på platsens jordförhållanden. Anläggningens översilningsyta är känslig för erosion eller tuv- och kanalbildning om vattenflödet inte bromsas upp och fördelas tillräckligt (Larm & Blecken, 2019).

Det är översilningsytan som står för anläggningstypens huvudsakliga reningspotential. Gräs och vegetation sänker flödets hastighet och avskiljer föroreningar (Larm & Blecken, 2019:49). Gräset är även en förutsättning för anläggningens renings och infiltrationskapacitet och det bör vara stabila gräsarter som inte viker sig och hålls högre än det dimensionerande vattenflödet.

Diken och svackdiken

Diken är normalt torrlagda och endast vattenfyllda under kraftiga regn. Dess huvudsyfte är transport av dagvatten. Den branta, gräsbeklädda släntlutningen leder bort vattnet med en relativt hög vattenhastighet. Därför sker endast viss rening och fördröjning.

Även *svackdiken* är vattenfyllda endast under kraftiga regn. De är gräsbeklädda men grunda, breda diken med svagt sluttande sidor som gör att vattentransporten sker med lägre hastighet. Den lägre hastigheten ökar potentialen för rening som sker genom sedimentering och fastläggning samt infiltration. Det finns dock risk för re-suspension av partiklar vid kraftigare regn. Låga hastigheter minskar även risken för erosion.



Figur 21. Svackdike bakom Augustenborgsskolan, Malmö. Kurvan är förstärkt mot erosion med dekorativa betongformer.

För att öka reningskapaciteten är det viktigt att hela slänterna utnyttjas som översilningsyta utan att flödet koncentreras. Tät vegetation i diket sänker avrinningshastigheten och ökar reningskapaciteten ytterligare. Ett annat sätt är att sektionera upp svackdiket genom att anlägga tvärgående vallar. Detta skapar vid kraftigt regn större fördröjningsvolym vilket ger längre infiltrationstid och därmed ökar reningen.

Biofilter

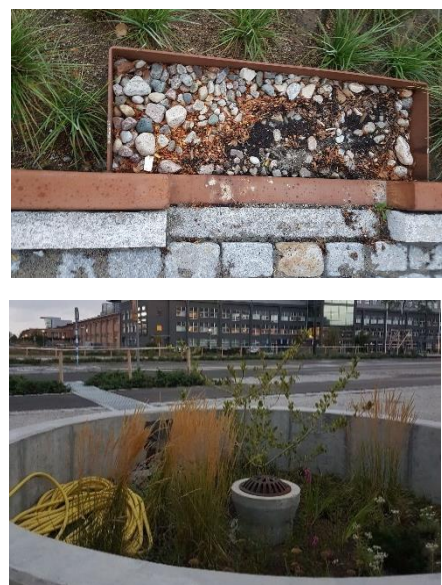


Figur 22. Biofilter med inlopp från bilväg, Neptunigatan Malmö. Dagvattnet samlas i den inledande betongkistan och silas genom ett metallgaller till den nedsänkta växtbädden. Stenhögar är placerade vid varje inlopp för att motverka erosion och vid stora flöden bräddas till dagvattenbrunnen till höger.

filterdike eller översilningsyta används i detta syfte. Alternativt kan en försedimenteringsdel placeras framför inloppet som avskiljer sediment och skapar en jämn spridning över anläggningens växtbädd som motverkar erosion.

Larm och Blecken (2019) skriver att det är svårt att ge exakta rekommendationer för hur biofilter bör utformas då utformningen beror på platsens specifika förutsättningar. Dessutom kan biofilter anläggas på flera olika sätt, i varierande skala "från små lokala reningsanläggningar i en tätbebyggd miljö till stora end-of-pipe-anläggningar" (Larm & Blecken, 2019:53) och med olika filtermaterial beroende på vilka föroreningar som ska tas om hand. Anläggningens huvudsyfte är rening och ett biofilter kan rena dagvatten från både partikelbundna och lösta föroreningar men har beroende på storlek och konstruktion även möjlighet att fördröja stora flöden över och under mark.

Dagvatten leds genom ett inlopp till en nedsänkt bädd för infiltration och rening "[...] av växter och filtermaterial genom en kombination av mekanisk, kemisk och biologisk avskiljning." (Larm & Blecken, 2019:52). En förbehandlingskonstruktion placerad före inloppet kan öka livslängden på biofiltret då det riskerar att igensättas av ansamlat sediment på ytan. Larm och Blecken (2019) föreslår att en sedimentationsdamm, svackdike,

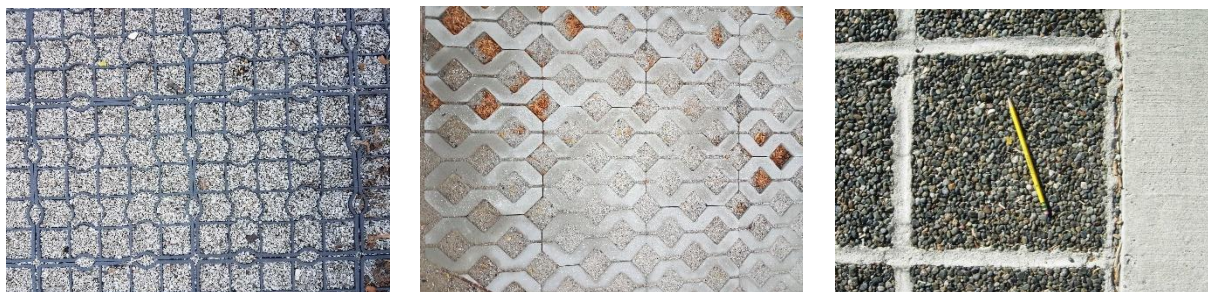


Figur 23. Biofilter kan utföras och gestaltas på olika sätt. Ovan är två exempel på från Skeppsgatan, Malmö. Även här har sten placerats för att skydda mot erosion vid inloppen. Dagvatten bräddas via en upphöjd dagvattenbrunn.

Permeabla beläggningar

Genomsläpplig beläggning som låter dagvatten infiltrera till underliggande marklager och ev vidare till ledningsnätet efter stypning. Exempel på permeabla beläggningar är: hålsten av betong, Pelleplattor (plastraster med gräs eller grus i hålen), betongraster (med gräs eller grus i hålen) eller permeabel asfalt (Larm och Blecken, 2019:68). Samtliga kräver löpande underhåll för att behålla genomsläppligheten. Gräsfyllda hålstenar av betong eller betongraster kräver att det lämnas visst utrymme för gräset mellan den fyllda jorden och betongens kant annars finns risk för att gräset slits bort och jorden packas så att infiltration inte kan ske. I en grusfylld rasteryta av betong måste fyllningen så småningom bytas ut eftersom infiltrationskapaciteten minskar med tiden. Permeabel asfalt är den beläggning som kräver mest underhåll i form av bl.a. vakuumsugning minst 1 gång/år för att inte sättas igen men trots detta är livslängden begränsad.

Dessa lösningar rekommenderas ej av Larm och Blecken (2019) vid vatten innehållande mycket sediment pga igensättningsrisken. Ett sätt att undvika att eventuella föroreningar når grundvattnet är att skapa tätskikt och avleda vattnet till ledningsnätet genom dräneringsrör.



Figur 24. Från vänster: exempel på Pelleplattor, hålsten av betong fylld med grus och permeabel asfalt. Foto på permeabel asfalt av Aaron Volkening via creative commons licens: (CC BY 2.0)

För hantering av kraftig nederbörd krävs en fördröjningsvolym under den permeabla ytan eftersom andelen vatten som infiltreras genom den permeabla ytan är större än den andel som släpps ut till grundvattnet eller genom det strypta utloppet till dagvattennätet. Viktigt att se till att utflödet är tillräckligt stort för att undvika översvämningar i form av stående vatten på den permeabla ytan.

Skelettkonstruktioner

Skelettkonstruktioner anläggs vanligen i första hand för att skapa bärighet och utrymme i hårdgjord miljö för stadsträd, i andra hand för att fördröja dagvatten. Konstruktionen som beskrivs av Larm & Blecken (2019:72-76) består av ett undre lager grov makadam (100-150 mm) blandat med jord och/eller biokol samt ett övre lager makadam. Syresättning och ibland dagvattenintag sker via brunnar, se figur 26 sida 22.



Figur 25. De två luftbrunnarna på var sin sida av trädet skvallrar om att det är placerat i en skelettkonstruktion, Skeppsgatan, Malmö.

Till skillnad från biofilter är skelettkonstruktioner oftast inte nedsänkta, vilket innebär att dagvattnet inte tillfälligt kan magasineras ovan jord och sedan infiltreras, utan måste ledas in via brunnar och/eller infiltration. Igensättning sker kontinuerligt då sediment tillförs med dagvattnet, risken är särskilt stor på botten och delar av sidorna. Larm och Blecken skriver även att det är svårt, möjligen omöjligt att säkerställa tillräcklig flödeskapacitet genom intagsbrunnens hål och poängterar att detta är svårigheterna med att underhålla underjordiska konstruktioner (Larm & Blecken, 2019). Vidare understryker författarna att den tillgängliga data för skelettkonstruktioners reningseffekt är bristfällig och att den faktiska reningsskapaciteten därmed är osäker. Reningssgraden skulle kunna höjas genom att göra skelettkonstruktionerna nedsänkta och därmed öka infiltrationen.

Larm och Blecken (2019:75) uppmärksammar att det ofta rekommenderas att gödsla skelettjordar om biokol tillsätts och att detta kan leda till att näringsämnen frigörs i det hanterade dagvattnet. Detta är kontraproduktivt om rening är önskad då ”dagvattnets innehåll av näringsämnen kan dock vara tillräckligt för att tillgodose växternas behov” (Larm & Blecken, 2019:75).

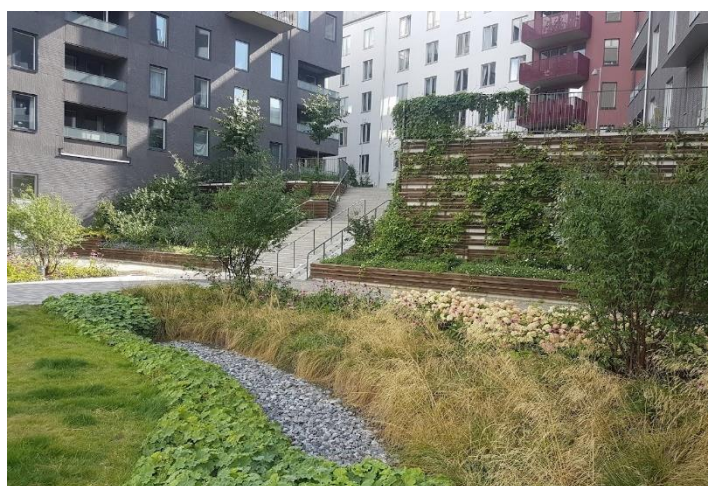


Figur 26. Luftbrunn i skelettjordskonstruktion

Makadamdiken

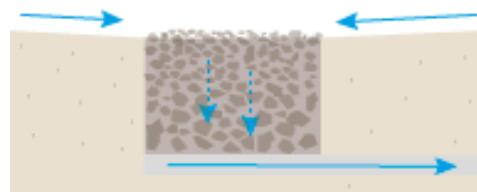
Makadamdiket består av ett öppet dike, helt eller delvis fyllt med makadam. Det minskar ytavrinning och fördröjer genom att infiltrera dagvattnet genom makadammet och, om anläggningen inte är tätad, låter sedan dagvattnet perkolera till grundvattnet eller avledas till ledningsnätet. För att fördröjningen ska vara effektivt krävs en strypning av dikenas utlopp.

Makadamdikena renar dagvattnet främst från sediment och partikelbundna föroreningar, därför riskerar det även igensättning - framförallt på botten. Larm och Blecken rekommenderar

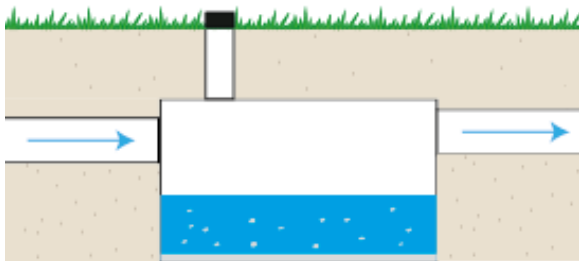


Figur 27. T.v: nedsänkt makadamdike som dekorativt inslag i plantering i Hammarby sjöstad, Stockholm. t.h: vattenflöde genom makadamdike med dräneringsledning.

därför att dimensionering ej räknar med exfiltration genom varken bottenytan eller halva sidoytan. Författarna uttrycker en viss tveksamhet till anläggningen med hänsyn till svårigheterna att avlägsna ansamlad sediment.



Sedimentationsmagasin

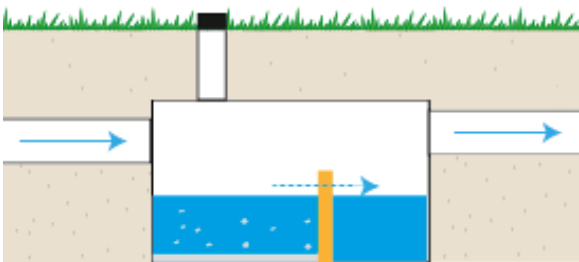


Figur 28. Sedimentationsmagasin med lucka för underhåll.

Dagvattnet renas genom att sediment sjunker till magasinets täta botten innan det leds vidare. Anläggningstypen har svårare att fånga upp fint sediment då detta har en långsammare sjunkhastighet. Eftersom framförallt finsediment bär på eventuella partikelbundna föroreningar krävs att dagvattnet leds vidare till en anläggning bättre lämpad för avskiljning av mycket fint sediment och lösta föroreningar för att uppnå en större rening.

Sedimentationsmagasin är ett underjordiskt magasin, normalt i betong, utan filter eller makadam. Botten är permanent vattenfylld för effektiv sedimentering och in och utlopp är placerade ca 1,2 meter ovanför botten, se figur 28. Den övre volymen fylls vid kraftiga regnfall och står för anläggningens fördröjningspotential.

Magasin med filterkassett

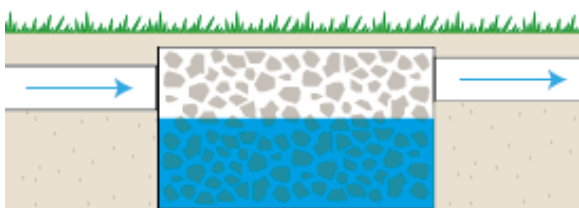


Figur 29. Dagvattnet leds in genom inloppet där skräp och organiskt material separeras med hjälp av ett galler. I magasinet bromsas flödet och sediment sjunker till botten innan vattnet renas genom filtermaterialet och leds vidare ut genom utloppet.

Även detta underjordiska magasin utförs vanligen i betong och är utrustat med en filteranläggning, se figur 29, placerat innan utloppet.

Larm och Blecken rekommenderar anläggningen för mindre upptagningsområden pga sin ringa storlek. Filtret går att anpassa efter de föroreningar som behöver renas men reningen är generellt sett hög då dagvattnet renas genom flera processer. Nackdelen med anläggningen är att den kräver kontinuerlig skötsel i form av borttagning av sediment, byte av filter samt rensning av galler i inlopp.

Makadammagasin

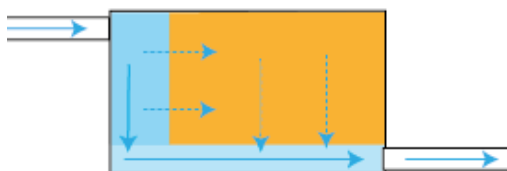


Figur 30. Dagvattnet leds in i magasinet och fördröjs i volymen i fyllningsmassans mellanrum. Viss rening sker genom sedimentation. Magasinet kan anläggas med öppen botten vilket låter det omhändertagna dagvattnet exfiltrera och perkolera, annars leds det vidare genom utloppet.

Ett underjordiskt sedimentationsmagasin eller perkolationsmagasin fylls med makadam och går att jämföra med Stahres (2004) *Stenkista*. Denna typ av magasin används vanligen i miljöer med brist på utrymme. På grund av igensättningen av sediment och svårigheterna att sen återställa makadammagasinets funktion, rekommenderar Larm och Blecken inte denna anläggning som förstahandslösning.

Magasin med vertikalt filter

Larm och Blecken (2019) konstaterar att anläggningstypen liknar biofilter i huvudfunktion men avsaknaden av växter gör att magasin med vertikalt filter snabbare sätts igen och förlorar infiltrationskapaciteten över tid. En fördel är att de, som många andra underjordiska anläggningar, kräver jämförelsevis lite plats.



Figur 31. Dagvatten rinner ned i fördelningskammaren där vattnet försedimenteras för att sedan ledas i sidled in i filtermaterialet där det renas. Under filtermaterialer finns ett dräneringslager som leder det rena vattnet vidare. Vid kraftiga flöden bräddas en del av vattnet direkt till dränlagret.

Våta dammar

Våta dammar har permanent vattenspegel och används i första hand för att rena dagvatten men kan vid större storlekar även användas för fördröjning. Dammarna bör inte vara djupare än ca 2 meter, eftersom större djup kan leda till syrefria botten som läcker näringsämnen och föroreningar ut till vattenmassan. De rekommenderas vara minst 150-250 m² för att "ha tillräckliga djup, släntlutningar och längd:breddförhållande" samt för att sediment inte ska ackumuleras för snabbt (Larm & Blecken 2019, s. 89). Växtlighet och/eller våtmarkszoner ökar reningen av lösta ämnen. I huvuddammens grundare delar rekommenderas vegetation på 25-50% av dammens yta.



Figur 32. Stor fördröjningsdam med kantvegetation. Foto: Aaron Volkening via licens (CC BY 2.0)

För enklare skötsel och bättre rening rekommenderar Larm och Blecken (2019) att dammar delas in i två eller fler delar. En fördamm där det grövre sedimentet snabbt sjunker till botten innan dagvattnet leds in i huvuddammen där det finare, föroreningsbärande sedimentet får tid till att sedimentera till botten. På detta sätt kan fördammen tömmas på vatten och avlägsna det ackumulerade grövre sedimentet mer frekvent än i huvuddammen. För att ytterligare rationalisera skötseln kan fördammen hårdgöras.

Skärmbassänger

“(…) flytbryggor (länsar/bryggor) med skärmar som fästs mot sedimenten i en damm, våtmark, ett vattendrag, en sjö eller havsvik” (Larm & Blecken 2019, s. 97)

Vattnet leds mellan de olika bassängerna genom hål i skärmarna. Huvudsyftet är rening - inom bassängerna renas dagvattnet genom sedimentation innan det släpps ut i recipienten. Grundare våtmarksliknande zoner kan anläggas för att ge rening av lösta ämnen. Utan vegetation fungerar skärmbassänger som ett sedimenteringsmagasin.

Våtmarker



Figur 33. En lekfull stig av stenar leder genom våtmarksplaneteringen i Teardrop Park, New York. Foto: Payton Chung via creative commons licens (CC BY-SA 2.0)

Har potential att både rena och fördröja dagvatten. Våtmarker har ett lägre medelvattendjup än dammar och en stor del av vattenytan täckt av vattenväxter. Larm och Blecken (2019) rekommenderar ett medeldjup på ungefär 0,5 meter och maxdjup ca 2 meter men poängterar att en våtmark ska innehålla olika djupa zoner så att områden av både damm och våtmark återfinns inom en anläggning. Det är förhållandet mellan zonerna som skapar förutsättningar för olika reningsprocesser i våtmarken.

Reningen i en våtmark är mer komplicerad än den i en damm och mindre partiklar kan tas om hand. Rening sker dels genom sedimentation dels genom “(…) en kombination av fysikaliska, kemiska och biologiska processer såsom växtupptag, biologiskt upptag, nedbrytning av mikroorganismer, filtrering, avdunstning, utfällning och adsorption/absorption” (Larm & Blecken 2019, s. 99). Lyckade våtmarker minskar mängden näringsämnen i dagvatten, något som är svårt att rena med andra anläggningar. Ofta används de i system tillsammans med dammar för att öka reningsgraden.

4. DAGVATTENHANTERING I TVÅ BOSTADSOMRÅDEN

Hur har öppen dagvattenhantering tillämpats i verklighetens bostadsområden under 2000-talets början och hur tillämpas det idag? I detta kapitel undersöks dagvattenhanteringen i Västra Hamnen, Malmö och Rosendal i Uppsala utifrån litteratur och intervjuer. Först ges en kort beskrivning av bostadsområdet och dess förutsättningar. Där efter beskrivs de olika dagvattenlösningarna på respektive bostadsområde. Dessa beskrivs och delas upp i kategorier utifrån ägande och funktion:

Kvartersmark – i huvudsak bostadsgårdar, privat mark.

Gatumark – gatuutrymmet, kommunalt.

Allmän platsmark – publika ytor, mark öppen för allmänheten så som parkmark, torgformationer, lekplatser etc.

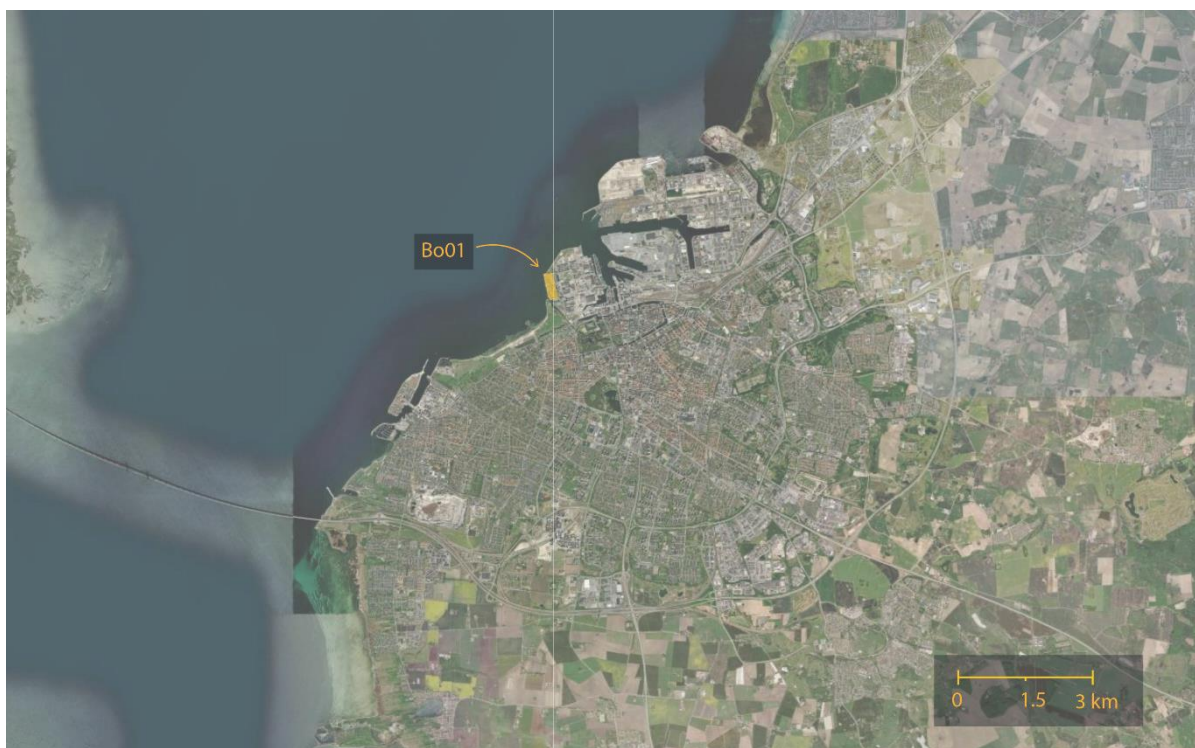
Agneta Persson³, landskapsarkitekt och idag projektledare på Stadskontoret i Malmö stad, ansvarade för Bo01s utemiljöer och har bidragit med information om arbetet inför och under byggnationen. Ronnie Nilsson⁴ är landskapsarkitekt och projektledare på Uppsalas stadsbyggnadskontor och arbetar med dagvattenlösningarna i Rosendal. Kristina Hall⁵, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnadsteknik och projektledare på VA-SYD, arbetar med projektet *Tillsammans gör vi plats för vattnet*, har flera års erfarenhet av dagvattenhantering i olika sammanhang och rådfrågades om dagvattenhanterings utveckling och framtid.

³ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

⁴ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

⁵ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

Bo01, Västra hamnen, Malmö



Figur 34. Orange markering visar Bo01s placering i Malmö Grundkarta: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, Earthstar Geographics och GIS User Community

Malmös stadsbyggnadskontor (2019) beskriver hur Västra hamnen består av konstgjord mark skapad genom successiv utfyllnad av hamnen sedan 1800-talet då mark behövdes för den då växande industrin. Vidare berättas hur ett flertal av Malmös industrier lades ned under oljekrisens 1970-tal och på så sätt skapade luckor av ledig mark i hamnområdet. När även Kockums varv slutligen lades ned på 80-talet gjordes planer upp för att omvandla området till ett exklusivare, havsnära bostadsområde (Stadsbyggnadskontoret, 2019). Planområdet för bostadsmässan Bo01 utgör ca 26 hektar och beräknades ge ca 1050 lägenheter och 70 000 m² verksamhetsyta (Stadsbyggnadskontoret, 1999a). När området stod färdigt för den europeiska bomässan 2001 fanns 1425 bostäder (Stadsbyggnadskontoret, 2016).

Idag sker stor del av Malmös utbyggnader på gammal industrimark, något som ställer krav på att eventuella markföroreningar undersöks och åtgärdas (Malmö Stad, 2018). De förorenade massorna under Bo01 är anledningen till att dagvattnet inte tillåts infiltreras genom marken inom området (Malmö stad, 2006). Agneta Persson⁶ berättar att utfyllnadsmassorna som skapar Västra hamnen hålls på plats av stora stenar och på många ställen består av avfall. Grundvattnet under den konstgjorda marken består av havsvatten. Hon beskriver platsen före Bo01 som en sten- och grusöken där starka, salta havsvindar försvårade etablering av vegetation. Undantaget var den redan gröna remsan Scaniaparken utmed havet.

I översiktsplaneringen (Malmö Stadsbyggnadskontoret, 1999b) nämns öppen dagvattenhantering som målbild utan att gå in på djupet. Svepande som del av ledningsnätet

⁶ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

men mer ingående som del av den tänkta gestaltningen. Detaljplanen över Bo01 (Malmö Stadsbyggnadskontoret, 1999a) beskriver hur färre dagvattenledningar än normalt skulle anläggas inom området, som en direkt effekt av den planerade öppna dagvattenhanteringen. Följande mål tas upp för dagvattenhanteringen inom området:

- *”Dagvatten ska i relativt stor omfattning ledas bort i synliga system, bl.a. minikanaler och avrinningsveck.*
- *Det lokala omhändertagandet av dagvatten inom området skall begränsas till fördröjning på gårdar och torg samt i parkerna.*
- *Dagvatten skall om möjligt vara en resurs för växtligheten i området.*
- *Dagvattnet skall inte reduceras genom en planerad infiltration till grundvattnet.*
- *Minikanaler och avrinningsveck för bortledning av dagvatten skall ingå i någon form av gemensamhetsanläggning, och fastigheterna skall skriva servitut som ger tillgänglighet till minikanalerna.”*
(Malmö Stadsbyggnadskontoret, 1999a).

Att Bo01 byggdes för den europeiska bomässan gav utrymme för större visioner och utrymme att prova nya idéer och metoder som gav och fortfarande ger mycket publicitet - området är fortfarande välbesökt av både turister och yrkesmänniskor. Agneta Persson⁷ berättar att hon under tidigare arbete tagit initiativ till ett förvaltningsövergripande arbete med öppen dagvattenhantering. Under detta arbete bjöds VA-avdelningen (idag VA Syd) och Gatukontoret (idag FGK, sammanslaget med Fastighetskontoret) och intresset från alla parter var stort men ansvarsfrågorna hindrade att idéerna genomfördes i praktiken.

När arbetet med Bo01 påbörjades hade Persson⁸ därför redan arbetat med att reda ut den typen av byråkratiska och tekniska frågor och fokus kunde direkt läggas på dagvattenhanteringen istället för byråkratin runt omkring. På frågan om anledningen till satsningen på öppna dagvattenlösningar inom området berättar hon att målbilden var *”att visa det ekologiskt hållbara välfärdssamhället”* och att hon i det konceptet såg en möjlighet att introducera fler hållbarhetsinriktade lösningar som tidigare inte hade prövats i Sverige i urbana sammanhang. Hon beskriver det som att det egentligen inte fanns några påträngande behov av öppen dagvattenhantering på området utan att syftet med den öppna dagvattenhanteringen snarare var att användas i ett kunskapsbyggande och inspirerande syfte samt bidra med fler ekologiska värden. I andra hand skulle den öppna dagvattenhanteringen fungera som utsmyckning och pedagogiskt grepp.

”Den europeiska bomässan Bo01 skulle visa och vara ett gott exempel på vad man kan uppnå av visionen om en ekologiskt hållbar stadsdel generellt, på marknadsmässiga villkor. Det fanns få europeiska urbana exempel på hur öppen dagvattenhantering kunde lösas.” Agneta Persson⁹

Ett exempel på att arbeta för att skapa hållbarhetsinriktade lösningar är att detta är platsen som verktyget grönytefaktor introducerades i Sverige. För området Bo01 bestämdes att det skulle uppnå minst 0,5 i grönytefaktor (Malmö Stad, 2006a) ett värde som Agneta Persson¹⁰ berättar vid tiden upplevdes som högt. Idag rekommenderas i Malmö stad (Torseke Hultén & Böhme, 2014) ett värde på 0,6 för blandbebyggelse och bostadsområden.

⁷ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

⁸ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

⁹ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

¹⁰ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

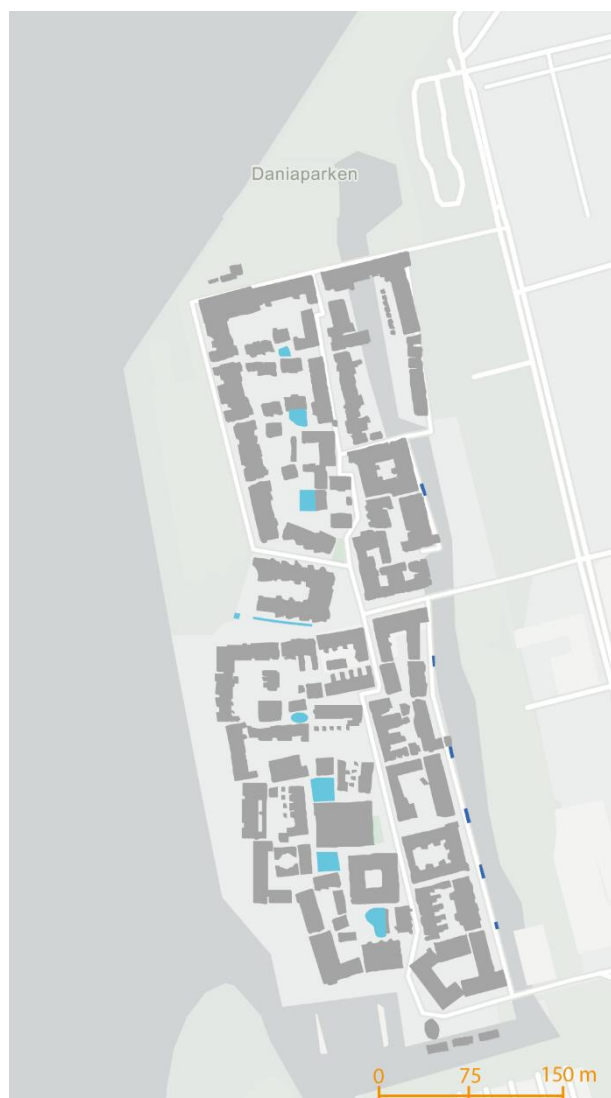
Områdets dagvattenlösningar

Områdets öppna dagvattensystem utgörs framförallt av hårdgjorda dagvattenkanaler som leder dagvattnet över området olika delar antingen ut i havet, på den västra sidan av Bo01, eller ned i uppsamlingskammare vid saltvattenkanalen från områdets östra sida. *Den stora utmaningen var att hela området var tätt exploaterat med väldigt begränsade grönutrymmen*(Stahre 2008:62).

Kvartersmark

I detaljplanen (Malmö Stadsbyggnadskontoret, 1999a) ställdes krav på exploatörerna att fördröja dagvattenflödet inom fastighetsgränserna. Agneta Persson¹¹ berättar att varje bostadsgård skulle ritas av olika landskapsarkitekter, därför skiljer sig kvartersmarken och även dagvattenlösningarna åt i gestaltning och utförande. Huvudprincipen är, eftersom infiltration inte tillåts, att dagvattnet på olika sätt fördröjs på gårdarna för att sedan ledas vidare ut till rännorna på gatumark.

Grönytefaktorn gav höga poäng för användandet av gröna tak, gröna väggar, grönytor, genomsläppliga grusytor samt dammar och våtmarker innanför tomtgränserna och dessa lösningar har därmed använts flitigt (Stahre, 2008). Persson¹² berättar att extra poäng gavs för att avleda dagvattnet i just öppna system. I vissa fall är flera bostadsgårdar inom ett kvarter sammankopplade så att dagvattnet löper i system från gård till gård innan de når dagvattenkanalerna på allmän mark eller gatumark.

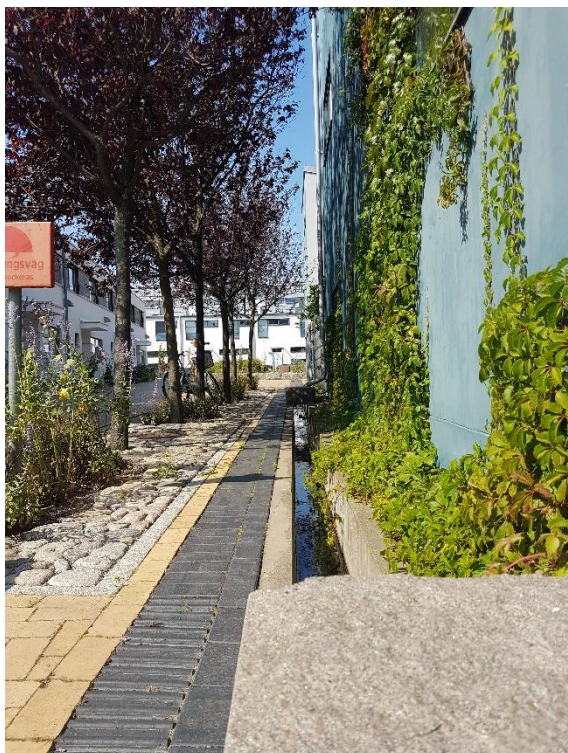


Figur 35. De ljusblå aqvapunkterna inom området är små pocketparks dit vatten pumpas från de mörkblå dagvattenkammarna. Grundkarta: Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, SDFE, Esri, HERE

¹¹ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

¹² Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

Gatemark



Figur 36. Dagvattenkanal markerad med skrovlig kantsten i svart granit.

Som nämnt tidigare består gatumarkens öppna dagvattenlösningar framförallt av kanaler. Dessa är placerade längs med gatorna i varierande storlek, de största 25 cm bred och 35 cm djup och dimensionerade för 5-årsregn (Stahre, 2008). De flesta gator är försedda med kanaler på båda sidorna. För att skydda människor med nedsatt syn från att trampa fel lades skrovlig kantsten i svartgranit som ger en tydlig kontrast mot den gula gatstenen, se figur 36. Kanalerna transporterar dagvattnet till uppsamlingskammare vid saltvattenkanalen där det renas innan det pumpas tillbaka in i området för att användas i de estetiska aqvapunkterna eller avleds på vägen till den allmänna platsmarkens olika mer dekorativa dagvattenlösningar.

Allmän platsmark

På allmän platsmark finns en handfull olika, ofta dekorativa, dagvattenanläggningar. Inom Bo01 är det, med tanke på områdets kvarterstruktur, se figur 35 sida 28, svårare att skilja gatemark och allmän platsmark då dessa ofta 'flyter ihop'. Allmän platsmark inom Bo01 definieras här därför som de planerade platser som skapats där gatuutrymmet vidgats.

Uppsamlingskammare för dagvatten vid saltvattenkanalen

Dagvattnet inom området leds till uppsamlingskammare, se figur 37 sida 30, via dagvattenkanalerna. Från kammarna pumpas dagvattnet upp till områdets dekorativa aqvapunkter, se figur 38 sida 31. Uppsamlingskammarna är tänkt att svämma över till saltvattenskanalen vid kraftigt regn (Stahre 2008).



Figur 37. Dagvattnet leds via dagvattenkanalen in i de våtmarksliknande kammarna. Underst visas utloppet där vatten tillåts svämma över vid kraftigt regn.

Aqvapunkter

Dagvattnet från uppsamlingskammarna pumpas till aqvapunkter, se figur 38, och tillåts där svämma över granitkanterna, fångas upp av en liten damm för att sedan rinna tillbaka genom dagvattenkanalerna till uppsamlingskammaren (Stahre 2008). Agneta Persson¹³ förklarar att aqvapunkterna låter vattnet stå för estetik och pedagogik och att det inom området finns fem punkter på olika öppna platser. Punkterna skapades som lugnare platser, *platser för kontemplation och inspiration* (Agneta Persson, 2020).



Figur 38. Vatten sipprar upp från tre av områdets aqvapunkter.

Små dammar & våtmarksvegetation



Figur 39. Damm med våtmarksvegetation vid ett av områdets aqvapunkter.

Små dammar används inom området i samband med aqvapunkterna. Vatten leds till dammarna från både kanaler och den intilliggande aqvapunkten och sipprar efter hand tillbaka till uppsamlingskammarna via dagvattenkanalerna. Våtmarksvegetation har använts både vid aqvapunkterna, dagvattenkammarna och som egna inslag för att öka filtreringen. Både dammarna och vegetationen tillför även biologiskt värde (Stahre, 2008).

¹³ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, intervju 2020-05-12

Insikter och lärdomar

Stahre (2008) konstaterar att den tidiga oron över olycksriskerna kopplade till öppen dagvattenhantering (bland annat fall orsakade av dagvattenkanalerna) verkar vara obefogade samt att de öppna dagvattenlösningarnas skötsel har visat sig vara 100-200 % dyrare än traditionella planteringsytor. Stor del av dessa skötselkostnader beror på skräpplockning, rensning av rännorna och algväxt i dammarna.

När byggarbete nära området pågick, drogs sand och ytterligare smuts med i dagvattnet och hamnade i dagvattenrännorna vilket ledde till tillfälligt högre skötselkostnader.



Figur 40. Skräp i dagvattenränna.

Vidare har intervjuer i området visat att nästan alla boende är positivt inställda till dagvattenlösningarna i området. Stahre listar aspekter som återkommit i intervjuerna som uppskattade element av områdets öppna dagvattenhantering:

- *”Aqvapunkterna som platser för kontemplation*
- *Ljudet och glittret av vatten i systemet*
- *Vattenvegetationen i dammarna och dräneringssystemet*
- *Belysning av vissa delar av dräneringssystemet nattetid*
- *Det spännande sättet som vatten och granitstrukturer interagerar”*
(Stahre, 2008)

Samma undersökning visade att även om skräp samlades i dagvattenrännorna upplevdes de inte av de boende som skräpiga eller fula.



Figur 41. Frodig våtmarksvegetation i dagvattenkammare och alg tillväxt i saltvattenskanalen.

Rosendal, Uppsala



Figur 42. Orange markering visar Rosendals placering i södra Uppsala. Grundkarta: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, Earthstar geographics, and the GIS User Community

I *Detaljplan för Rosendalsfältet* (Uppsala kommun, 2016a) berättas att planområdet under historien fungerat som både militärt övningsfält och golfbana. Den nya stadsdelen ligger strax söder om Uppsala och gränsar till flera natursköna områden, bland annat Stadsskogens naturreservat. Samma källa berättar att då Rosendal är beläget på Uppsalaåsen som löper genom hela staden och är kommunens dricksvattentäkt, är marken relativt plan och består i huvudsak av sand. Detta innebär att dagvatten på platsen lätt infiltreras ned till grundvattnet. Därför poängteras vikten av att stadsdelen utvecklas på ett sådant sätt att grundvattenkvaliteten inte riskeras att förorenat vatten når vattentäkten och kontaminerar stadens dricksvatten.

Rosendal byggs i fem etapper varav en är färdigställd och den andra etappen påbörjade inflyttning år 2019 (Uppsala kommun, 2019b). Hela stadsdelen planeras med öppen dagvattenhantering till skillnad från Bo01 som är ett mindre delområde med öppna dagvattenlösningar inom en större stadsdel med huvudsakligen traditionell dagvattenhantering. När Rosendal står färdigt ska cirka 3500 bostäder finnas inom planområdets 90 hektar, samt ytor för verksamheter, parkstråk, universitet, skolor, torg och idrottshall/kulturhus. I Rosendals kvalitetsprogram (Uppsala kommun, 2016b) beskrivs Rosendal som Uppsalas "kunskapscentrum" – där den femte etappen i huvudsak består av byggnader för skola, universitet och forskningsanläggning.

Översiktsplanen för Uppsala kommun (Uppsala stadsbyggnadsförvaltningen, 2016) visar hur Rosendal ska förbinda stadens södra delar med innerstaden. I detaljplanen (Uppsala kommun, 2016a:67) visas hur stadsdelens huvudgata, Torgny Segerstedts allé, kopplar Rosendal med Uppsala centrum både via bil, kollektivtrafik och cykel.

Betoningen av Rosendal som framtidstad (Uppsala kommun, 2016b) och att Uppsala kommun (2019a) uppmanar till innovation i sina hållbarhetsmål har påverkat dagvattenlösningarna inom området. Ronnie Nilsson¹⁴ som är landskapsarkitekt och projektledare på Uppsalas stadsbyggnadskontor arbetar med dagvattenlösningarna i Rosendal. Han berättar att just förväntningarna på innovation vid utbyggnaden av Rosendal var en av anledningarna till att kommunen valt att satsa på öppna dagvattenlösningar i stor skala.

Områdets dagvattenlösningar

Eftersom en stor del av Rosendal ligger på genomsläpplig mark ovanför Uppsalas vattentäkt prioriteras grundvattenkvalité över nybildning av grundvatten. Dagvatten tillåts därför endast infiltrera på utvalda säkra punkter för att inte riskera att föroreningar sprids i grundvattnet och senare i dricksvattnet. Framförallt Rosendals nordöstra kräver en extra hög säkerhetsnivå för att skydda dricksvattentäkten. För att vatten inte ska infiltreras felaktigt inom området delas Rosendal in i tre så kallade ”tekniska avrinningsområden” (se figur 43). Dagvattnet från varje tekniskt avrinningsområdes leds genom ledningsnätet till en egen damm (se Allmän platsmark nedan) för fördröjning, viss infiltration och rening innan det skickas vidare ut ur området genom dagvattennätet (Uppsala kommun, 2016a).

Kvartersmark

Detaljplanen för Rosendal (Uppsala kommun, 2016a) föreskriver att dagvatten ska fördröjas inom gränserna för varje fastighet på ett sätt som förhindrar infiltration. Byggherren är fri att inom riktlinjerna lösa dagvattenfrågan på det sätt de tycker passar bäst men varje fastighet ska kunna fördröja 6 liter/m² fastighetsyta. Samma källa föreslår fördröjning i magasin.



Figur 43. Karta över det planerade området Rosendal. Grundkarta: Lantmäteriet, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS samt Detaljplanen för Rosendal (Uppsala kommun, 2016a)

¹⁴ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

Allmän platsmark

Detaljplanen (Uppsala kommun, 2016a) föreskriver att dagvattnet från de tre avrinningsområdena leds till följande tre punkter:

Polacksbacken

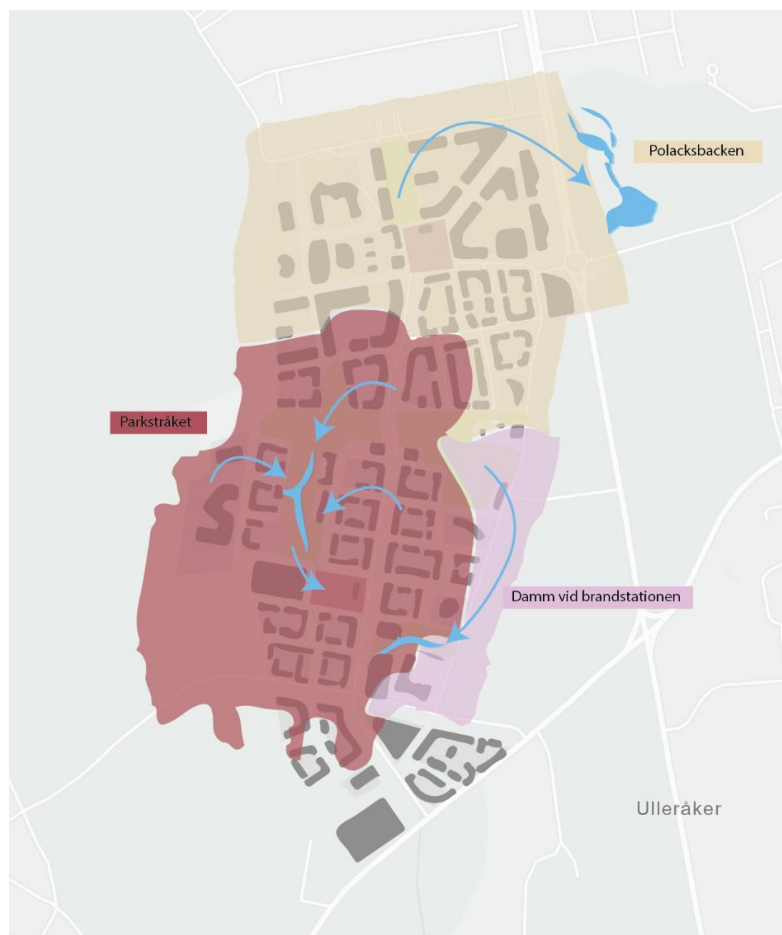
Dagvattnet från Rosendals nordöstra område (orange, se fig. 44) leds under Dag Hammarskjölds väg och ut på det gamla exercisfältet. Genom dikessystem leds sedan dagvattnet till två mindre dammar. Dikessystemens sluttningar gör att dessa kan fungera som översvämningssyta vid kraftiga regn. Detta område beräknas klara av att hålla vattenmassor från både 10årsregn och ”*större katastrofregn*”.

Parkstråket

Parkstråket ska samla upp dagvatten från Rosendals största tekniska avrinningsområde. Stråket kommer vara ständigt vattenfyllt och utgår från golfbanans befintliga dammar och diken. Vattnet rör sig i sydlig riktning genom parken fram till Vattentorget där det leds in i ledningsnätet. Som system ska stråket fungera som ett sammanhängande fördröjningsmagasin som både sänker flödes hastigheten och uppehåller dagvatten.

Damm vid brandstationen

Dammen vid brandstationen mottar dagvattnet från det sydöstra avrinningsområdet (rosa, se figur 44). Ett dagvattendike med lutning mot utloppet gör att vattnet rinner undan i torrperioder. Kringliggande mark tillåts översvämmas vid kraftiga regn. För att öka reningsförmågan rekommenderas att ”*den sista biten*” innan utloppet har några decimeter stående vatten.



Figur 44. Avrinningsområden. Grundkarta Lantmäteriet, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS samt Detaljplanen för Rosendal (Uppsala kommun, 2016a):



Figur 45. Plantering vid Carlshage – en del av Parkstråket. Bakom bron anas ån som fortsätter till Vattentorget. Foto: Klara Allenmark

Gatemark

Något som inte beskrivs ingående i Detaljplanen (Uppsala kommun, 2016a) men visas på kommunens hemsida (Uppsala kommun, 2019c) är gatumarkens regnbäddar. Ronnie Nilsson¹⁵ berättar att efter att kommunen ställt ovanstående relativt hårda krav på dagvattenfördröjning på kvarterersmark ville kommunen, som ansvarar för gatumarken, leva upp till sin egen standard. Vanligen ställs inte samma krav på dagvattenhantering på gator men kommunen såg en möjlighet till att genom öppen dagvattenhantering skapa en del av den innovation som utlovats och som Uppsala kommun får statligt bidrag för.

Han berättar att regnbäddarna i gatemark både ska fördröja samt ta hand om det mest förorenade vattnet från intilliggande väg och cykelbanor som fördröjs i bäddarna innan det leds vidare till områdets dammar. Regnbäddarna är även ett synligt sätt att hantera dagvattnet och bidrar på så vis med ett pedagogiskt inslag i gatumiljön.



Figur 46. Regnbädd under konstruktion, inlopp syns till vänster i korrigerad stål. Foto: Zara Li



Figur 47. Regnbädd utmed Vårdsättravägen. Foto: Sofia Andersson

¹⁵ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27



Figur 48. Regnbädd längs med Vårdsätravägen sett från cykelbanan. Notera inloppet som finns från både gata och cykelväg samt nivåskillnaderna. Foto: Sofia Andersson

Ronnie Nilsson¹⁶ berättar att alla regnbäddar och ledningar i området är stängningsbara för att hindra att släckvatten eller annat förorenat vatten från olycka eller liknande ska skickas vidare i systemet och infiltrera i dammarna.

¹⁶ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontoret, intervju 2020-04-27

Insikter och lärdomar

Ronnie Nilsson¹⁷ berättar om flera lärdomar som gjorts under arbetets gång.

- Regnbäddar måste byggas på ett sätt som tillåter vissa förändringar. De första regnbäddarna i området anlades som större sammanhängande enheter. Detta innebär att om det vid senare tillfälle behöver grävas på något ställe i regnbädden så raderas de genomsläppliga lagren och regnbädden förstörs. Bäddarna får inte heller vara för smala – de måste vara minst 2,5 m breda för att kunna vara rätt skålade i botten.
- Växter i kantzonen har klarat sig sämre än de som planteras i regnbäddens mitt. De första regnbäddarna som anlades saknade den upphöjda kantsten som hindrar vatten från att rinna direkt in i bädden och även till viss del avskräcker från att trampa in i planteringen. Det är framförallt i dessa som växter i kantzonen klarat sig extra dåligt, därför rekommenderar Nilsson¹⁸ insprängningsskydd runt hela regnbädden i etableringsfasen. Däremot har även regnbäddarna med upphöjd kantsten visat att växterna utvecklats sämre i kantzonen än i mitten. Möjligen utsätts växterna i planteringarnas utkant för mer slitage (människor som genar, hundar som kissar, salt och snöskott på vintern) men en annan förklaring, reflekterar Ronnie Nilsson¹⁹, kan vara att det finns bättre tillgång på vatten i regnbäddens mitt.
- Ronnie Nilsson²⁰ ger exempel på hur GYF 'missbrukades' på kvartersmark i Rosendals första etapp. I början gav våtmarker höga poäng vilket ledde till att majoriteten av alla förslag inkluderade en liten våtmark, en yta som inte går att använda av de boende. Våtmarksväxterna upplevs inte som lika dekorativa som växter i en klassisk plantering och om ytan dessutom utsätts för spring och lek slits den så mycket att den inte ens är en fin växyta. Därför redigerades poängsystemet för att premiera 'vanliga växter' och sociala ytor. Han poängterar vikten av flexibiliteten som funnits under processen.
- Nilsson²¹ påpekar att eftersom dagvattenhanteringen är synlig, pedagogisk och upplevs innovativ är det också ett inslag som går att "sälja". Pedagogiska element efterlyses ofta. Däremot är det många beställare som inte räknar med den synliga dagvattenhanteringsens realitet – i stillastående vatten är illaluktande algväxt i inledningsfasen en förutsättning för rening, våtmarker upplevs ofta som skräpiga och inget vatten rinner i dagvattenkanalerna utom när det regnar.

¹⁷ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

¹⁸ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

¹⁹ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

²⁰ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

²¹ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

Hur ser framtiden ut för öppna dagvattenlösningar?

Ronnie Nilsson²² tror att framtidens dagvattenlösningar finns i enklare anläggningar som alla klarar av att rita, projektera och sköta. Han berättar hur anläggningen av regnbäddar i dagsläget är en komplicerad process. Att regnbäddarna i Rosendal saknar anvisningar i AMA, har många komplicerade detaljer samt att anläggningssättet är nytt för entreprenörerna har gjort processen relativt utbildnings-intensiv. Nilsson²³ påpekar även att om lösningarna inte förenklas kommer för många misstag att ske vid anläggningarna. Det bästa vore om erfarenheterna av att bygga regnbäddar leder till att beskrivningarna förenklas till en vanlig överbyggnad, komplett med anvisningar och principritningar i AMA. Han poängterar att öppna dagvattenlösningar inte får verka orimliga. Landskapsarkitekten eller den som ritat gatan ska inte behöva försvara varför lösningarna behövs utan det behöver bli en självklarhet. Öppen dagvattenhantering behöver vara ett naturligt inslag i planering och gestaltning. För att sammanfatta svaret på frågan avslutar han med: *“Jag tror inte att det som kommer att byggas i framtiden är det vi har byggt idag”*.

Kristina Hall²⁴ tror att framtidens dagvattenlösningar finns i en *”utveckling från alla fronter”* som visar sig i en blandning av storskaliga och småskaliga anläggningar. Därmed kommer det finnas mer av de lösningar som kan få plats i den täta stadsmiljön, t.ex. öppen överbyggnad och multifunktionella ytor. Samtidigt kommer behovet av att bygga stora dammar finnas kvar, speciellt om det ställs högre krav på rening. Idag innebär reningen i flera dagvattenanläggningar inte längre bara sedimentation utan innehåller även faktiska reningssteg. I takt med att kraven på rening ökar, forskas det på mer avancerade reningsmetoder implementerade i dagvattenhanteringen. Flera, som t.ex. filter och flockning, är hämtade nästan direkt från reningsverken.

²² Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

²³ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

²⁴ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

5. DISKUSSION

Utveckling

Öppen dagvattenhantering i bostadsområden är idag en angelägenhet för flera aktörer. MSB (2017) och Olsson et. al (2017) är eniga om att vi i framtiden kommer se fler och kraftigare skyfall. Samtidigt leder städers förtätning och nya hårdgjorda ytor (Malmö stad, 2019) till ökad översvämningssrisk och belastning på det traditionella dagvattenhanteringssystemet (Stahre, 2004; 2008, MSB, 2017). Den stora volym traditionella, nedgrävda dagvattenledningar som skulle krävas för att skyfallssäkra våra städer (Svenskt vatten, 2016) visar ett tydligt behov av kompletterande alternativa lösningar.

Även om öppen dagvattenhantering ursprungligen med optimistiska ögon sågs som en möjlighet att minska behovet av det traditionella dagvattensystemet beskrivs det idag snarast som komplement och avlastning för att skydda stadens byggnader och infrastruktur från översvämningar och vattenskadorna. Innebörden av begreppet öppen dagvattenhantering ter sig ha även ha förändrats över tid. Från att inledningsvis syfta på främst synliga lösningar med stor tillit till den befintliga markens infiltration, perkolation eller möjlighet till lokal fördröjning inom ett begränsat område (Svenska vatten- och avloppsföreningen, 1983; Jansson et. al, 1992) har begreppet rört sig mot att år 2020 innefatta en bredd av anläggningar både över och under jord (Larm & Blecken, 2019). Systemtänket, likt Stahres (2004; 2008) fyra principer, kvarstår och valet av anläggningstyp beror på var i systemet de placeras.

Vid jämförelse av Stahre (2004) och Larm och Blecken (2019) syns framför allt tre tydliga trender:

- 1) *Från inspirerande råd till konkret utformning baserat på branschens erfarenheter*
Stahre, 2004 har en mer svepande beskrivning av dagvattenanläggningarnas utformning och dimensionering då textens syfte främst är att fungera som inspiration. Stahre ger generella råd medan Larm och Bleckens (Svenskt vatten, 2019) text sammanfattar branschens erfarenheter av anläggningstyperna och ger råd om nödvändig information så som mått, material och lutningar m.m.
- 2) *Rening*
Stahre valde år 2004 att exkludera rening från sitt kompendium, något som idag är en så tätt integrerad aspekt i majoriteten av anläggningarna beskrivna av Larm och Blecken år 2019 att det inte längre går att utesluta. Att säkra vattenkvaliteten är av stor vikt vid användning av öppen dagvattenhantering då en stor avrinningsyta kommunen kan styra över och har ansvar för är dess vägar (Ronny Nilsson²⁵).
- 3) *Fler underjordiska anläggningar*
Antalet olika underjordiska anläggningar har ökat markant sedan 2004. Stahre ger två förslag på underjordiska anläggningar: uppsamlingstankar och stenfyllningsmagasin, Larm och Blecken (2019) nio: Underjordiska modulsystem, betongmagasin, biofilter, skelettkonstruktioner, sedimentationsmagasin, magasin med filterkasset, makadammagasin och slutligen magasin med vertikalt filter. Därför tycks det generellt som att användningen av denna typ ökat eftersom anpassningsmöjligheterna har ökat. En möjlig förklaring till att underjordiska system utvecklats och utforskats mer de

²⁵ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

senaste åren är att flera kan anpassas för att ta upp mindre av gatuutrymmet i den täta staden, en möjlighet också Kristina Hall²⁶ framhäver som positiv då småskalig öppen dagvattenhantering därmed kan klämmas in på fler platser.

Något som talar emot underjordiska anläggningar är dels att både Stahre (2004; 2008) och Larm och Blecken (2019) konstaterar att dessa är svårare att underhålla, dels att en viss del den öppna dagvattenhanteringsens attraktivitet är förhoppningarna om vad synen av dem ska bidra med. Närvaron av öppen dagvattenhantering förväntas förmedla allt från en känsla av modernitet och estetik till att understryka ett områdes ”gröna varumärke” (Stahre, 2004; Ronny Nilsson²⁷; Agneta Persson²⁸). Flera av de underjordiska systemen är eller kan vara så gott som osynliga – vilket utifrån denna synvinkel är negativt.

Majoriteten av Stahres uppräknade anläggningar återfinns i Larm och Bleckens kompendium. De anläggningstyper som inte följer med till 2019 (gröna tak, infiltration av takvatten, uppsamlingstankar, uppdämning och filtrevallar) kan möjligen motiveras med att dessa inte längre anses relevanta under rubriken öppen dagvattenhantering. Exempelvis används ökad infiltration av takvatten på privata tomter som avlastande strategi av VA-syd (Kristina Hall²⁹).

Bo01 och Rosendal

Trots att projekten skiljer sig åt finns flera grundläggande likheter. Både Rosendal och Bo01 har markförutsättningar som inte tillåter infiltration/perkolation och båda bostadsområden använder öppen dagvattenhantering i marknadsföringssyfte för att understryka identiteter som innovativa och hållbara. Båda områdena har också, på grund av olika anledningar, haft högre budget att tillgå för att genomföra mer experimentell dagvattenhantering genom hela området.

Öppna dagvattenanläggningar som används inom...

...Bo01: Hårdgjorda dagvattenrännor, våtmarksplantering, dekorativa mindre dammar, uppsamling från tak, uppsamlingskammare, kanal (saltvattenskanalen).

...Rosendal: Biofilter, svackdiken, diken, större och mindre fördröjningsdammar, vegetationsklädd översvämningssyta (Polacksbacken), hårdgjord översvämningssyta (Vattentorget).

Skillnaderna mellan områdenas öppna dagvattenhantering beror främst på skala och användandet av vegetation och vatten. Rosendals 90 hektar är runt 3,5 gånger större än Bo01s 26 hektar och har en övergripande strategi för hela stadsdelen. I Bo01 är lösningarna mindre och sirligare och vid intensiva regn är det troligt att systemet svämmar över. Intressant är skillnaderna i det ”blå-gröna” – betoningen på vatten eller vegetation. I Bo01 är anläggningarna övervägande hårdgjorda och fokus ligger på det ständigt rinnande vattnet som transporteras runt i systemet via uppsamlingskammare, dagvattenkanaler till aqvapunkternas dammar och våtmarker – något som även visat sig vara mycket uppskattat av boende och besökare i området. Även i Rosendal finns inslag av vatten, både stillastående och rinnande, men majoriteten av anläggningarna är torra utom vid regn. Däremot upplevs den öppna

²⁶ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

²⁷ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

²⁸ Agneta Persson, landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, telefonintervju 2020-05-12

²⁹ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

dagvattenhanteringen som betydligt grönare, här finns yta för större stadsträd och flera av biofilterna innehåller en blandning av växter och träd.

Dagens förmodade popularitet för underjordiska anläggningar speglas i den höga användningen av biofilter i Rosendals bostadsområde. Det är även tydligare att de öppna dagvattenlösningarna i Rosendal planerats som ett sammanhängande system där anläggningarna är anpassade efter var i systemet de är placerade.

Vilken typ av dagvattenlösningar kommer vi att se mer av i framtiden?

Baserat på litteraturstudie, intervjuer och platsbesök ser jag sex trender som ter sig driva utvecklingen av öppen dagvattenhantering:

Små och underjordiska anläggningar

Kristina Hall³⁰ berättade att hon tror att framtiden för öppen dagvattenhantering är en blandning av stora och små lösningar, något som återspeglas i den ökade mängden underjordiska anläggningar från 2004 till 2019. Dessa faller även under rubriken av lösningar som är små och får plats i våra täta städer.

Anläggningar som förenklar processen

En annan möjlig tolkning av ökningen av moduler och magasin är ett försök att förenkla öppen dagvattenhanteringen och bredda marknaden genom att tilltala även privata aktörer. Privata aktörer saknar ofta den stora mängd kompetenser som idag krävs för att skraddarsy öppen dagvattenhantering, och att branschen arbetar mot anläggningar som är i princip ”färdiga” lösningar att köpa och gräva ned överensstämmer med Ronny Nilssons³¹ tankar om fler anläggningar som förenklar processen i framtiden.

Avancerad rening

Även rening är ett större fokus i Larm och Bleckens (2019) kompendium än i Stahres (2004), samma mönster följer även Rosendal och Bo01 och bekräftar Kristina Halls³² teori om att vi rör oss mot mer avancerade reningsmetoder i framtiden.

Upplevelsevärden

Ofta finns höga förväntningar på vad öppen dagvattenhantering ska bidra med; det ska vara ett pedagogiskt inslag, bidra med ekosystemstjänster, rena och fördröja dagvatten, skyfallssäkra, fungera som ett dekorativt inslag och gärna kunna användas i marknadsföring och identitetsskapande syften. Baserat på feedbacken från boende i Bo01 (Stahre, 2008) och Ronny Nilssons³³ erfarenhet om attityder kring öppen dagvattenhantering, uppskattas och förväntas visuella inslag av vatten när man introducerar öppen dagvattenhantering till gemene man.

Fortsätta samla och uppdatera branschens praktiska kunskaper och standardisera

Fler studier har gjorts under åren som har befast vikten av alternativ till traditionell dagvattenhantering och gett de argument som verkar ha säkrat ekonomiska medel för aktörer villiga att satsa på öppna dagvattenlösningar.

³⁰ Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

³¹ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

³² Kristina Hall, civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

³³ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

Både år 2004 och 2019 framhålls bristande kunskaper inom branschen som ett problem. De bristande kunskaperna skulle kunna ses som ett tecken på snabb utveckling och förändring, framförallt kunskapen om biofilter/skelettjordar verkar ha utvecklats de senaste åren i en snabbare takt. Men bristen på standardiserade riktlinjer gör också anläggningsprocessen mer komplicerad och ökar risken för fel (Ronny Nilsson³⁴).

Speciellt har det varit svårt att hitta konkret information om

- a) *Vilka* typer av dagvattenlösningar som anlagts på ett område
- b) *Hur* de har anlagts.
- c) *Utvärdering* av områdets öppna dagvattenhantering som helhet.

Publikationen från 2019 (Larm & Godecke) är första tydliga beskrivningen av alla steg, om publikationen uppdateras kontinuerligt skulle det möjliggöra för fler att våga satsa på öppen dagvattenhantering och lägga grunden för framtida AMA-standardiseringar.

Högre krav på privata aktörer

Stahre påpekade år 2004 och 2008 att kommuner behövde bli bättre på att tidigt planera för öppen dagvattenhantering och en tydlig skillnad i detaljeringsgraden för öppen dagvattenhantering i bostadsområdenas översiktsplaner och detaljplaner syns mellan Bo01 och Rosendal. Det är i detaljplan och översiktsplan som kommunen idag har makt att ställa krav på privata aktörer, något som gjordes i både Bo01 och Rosendal. På redan bebyggd mark har kommunen inget att säga till om, vilket skapar en ekonomisk obalans.

Den kanske största märkbara ekonomiska vinsten av öppen dagvattenhantering är när infrastruktur och bebyggelse inte skadas av extremväder och översvämningar. Däremot är öppna dagvattenlösningar dyra att underhålla (Stahre, 2004). Det innebär att när öppen dagvattenhantering anläggs på kommunal mark betalar kommunen notan för projektering, anläggning och den väsentligt dyrare skötseln och de privata aktörerna med fastigheter runt marken som får skörda frukterna, även om de själva står för stora hårdgjorda ytor som bidrar med stor avrinning.

Metoddiskussion och fortsatta studier

Majoriteten av de dokument om Bo01 och Rosendal som användes i studien kom från den egna kommunen. Att den öppna dagvattenhanteringen är tätt knuten till marknadsföringen av de nybyggda områdena kan vara en anledning som gjort det svårare att vara fullt transparent med resultaten.

Platsbesöken begränsades av Covid19 och Bo01 besöktes flera gånger medan Rosendal endast besöktes en gång, innan uppsatsens början. Det innebär att jag har fått en sämre överblick över Rosendals dagvattenhantering.

Skötsel & Underhåll – Stahre (2008) skriver att skötsel av öppen dagvattenhantering är 100-200% dyrare än vanliga planteringsytor och att främst skräpplockning och algrensning bidrar till den höga notan. Mer relevant hade varit att inkludera en jämförelse med kostnaden för underhållet av traditionell nedgrävd dagvattenhantering. Tilläggas kan att Larm och Blecken (2019) underströk att bristande underhåll kan leda till sänkt funktion av anläggningarna. Flera av anläggningarna i Larm och Bleckens text kräver specifik skötsel för att bevara sin funktion.

³⁴ Ronnie Nilsson, landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, intervju 2020-04-27

Vidare saknas ofta skötselarebetarens perspektiv i litteratur om öppen dagvattenhantering. Ytterligare studier på skötsel i förhållande till anläggningarnas hållbarhet är ett logiskt nästa steg.

Även de boendes perspektiv och hur dagvattenhanteringen upplevs saknas ofta i litteratur om öppen dagvattenhantering. Jag hade gärna fördjupat mig i de potentiella upplevelsevärden som ofta attribueras öppen dagvattenhantering, hur de faktiskt upplevs och hur formgivning och gestaltning kan användas för att optimera detta i fortsatta studier.

Slutsats

Sammanfattningsvis ter sig utvecklingen röra sig mot mer avancerad rening av dagvattnet och underjordiska anläggningstyper och ett fortsatt arbete att samla och uppdatera branschens kunskap och erfarenheter. Dock finns ofta många önskemål på vad dagvattenhanteringen ska bidra till som talar för synliga anläggningstyper; pedagogik, ekosystemstjänster, hög grönytefaktor, upplevelsevärden, fungera som attraktiva inslag och gärna gå att använda i marknadsföring och identitetsskapande syften.

Utifrån studien är det svårt att svara på vilka dagvattenlösningar som inte byggs längre idag men de minst rekommenderade ter sig vara; stenkista och permeabel asfalt på grund av deras korta livstid då de lätt sätts igen.

Likaså är det svårt att svara på vad som byggs mest idag. Däremot talar utvecklingen från Stahre (2004) till Larm och Blecken (2019) samt Rosendal för ett ökat systemtänk där tyngre argument ger möjlighet att testa öppen dagvattenhantering på större sammanhängande områden och en dragning mot underjordiska anläggningar med fokus på rening.

Mycket pekar på att det är just detta branschen kommer utveckla vidare i framtiden; mer avancerad rening, enklare anläggningstyper, små eller underjordiska anläggningstyper. Det finns även behov som talar för ett framtida fokus på att engagera privata aktörer och skapa möjligheter för att ställa krav på markägare utanför ÖP och DP och på redan bebyggd mark. Slutligen främjar de höga förväntningarna på dagvattenhanteringsens mervärden synliga dagvattenlösningar med fokus på upplevelsevärden.

6. KÄLLOR

Muntliga källor

Agneta Persson,

landskapsarkitekt & projektledare Stadskontoret Malmö stad, telefonintervju 2020-05-12

Kristina Hall,

Civilingenjör inom väg- och vattenbyggnadsteknik & projektledare VaSyd, videointervju 2020-05-07

Ronnie Nilsson,

landskapsarkitekt & projektledare Uppsala stadsbyggnadskontor, videointervju 2020-04-27

Publicerat material

Andersson, L., Bohman, A., van Well L., Jonsson, A., Persson, G. & Farelus, J. (2015).

Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat. Norrköping:

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) (Klimatologi Nr 12).

https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.86329!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/Klimatologi%20Nr%2012.pdf [2020-04-07]

Bolund & Hunhammar (1999). *Ecosystem services in urban areas.* Stockholm:

http://www.fao.org/uploads/media/Ecosystem_services_in_urban_areas.pdf

Boverket (2019). *Urbanisering.*

<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsforsorjning/flyttningar/urbanisering/> [2020-04-07]

Fjellman (2020). Trycket ökar på stadens grönska när staden växer. *Sydsvenskan*, 11 april.

<https://www.sydsvenskan.se/2020-04-11/trycket-okar-pa-stadens-gronska-nar-staden-vaxer> [2020-05-12]

Jansson, Lind, Malbert (1992). *Lokal dagvattenhantering - Erfarenheter från några*

anläggningar i drift (VA-Forsk rapport nr 1992-09). Stockholm: Svenska vatten- och

avloppsverksföreningen, VAV. http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_92-09.pdf [2020-07-27]

Kaplan, Rachel, Kaplan, Stephen & Ryan, Robert L. (1998). *With people in mind: design and management of everyday nature.* Washington D.C.: Island Press

Larm Thomas, Blecken Godecke (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.* (Svenskt vatten, rapportnummer 2019:20)

Bromma: Svenskt vatten AB

<https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf> [2020-05-07]

Malmö stad (2006a) *Bo01 i grönt och blått*

https://malmo.se/download/18.5d8108001222c393c008000142382/1491298469905/fb07_tema_utemiljo_final.pdf [2020-06-05]

Malmö stad (2006b) *Kanaler och dammar*

https://malmo.se/download/18.5d8108001222c393c008000142434/1491298458279/fb59_dagvatten_final.pdf [2020-05-05]

Malmö stad (2018). *Markmiljö.*

<https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsplanering-och-strategier/Stadsutvecklingsomraden/Sorgenfri/Hallbara-Sorgenfri/Markmiljo.html> [2020-05-05]

Malmö stad (2019). *Hållbarhetsrapport 2019.* Malmö: Stadskontoret.

<https://malmo.se/download/18.5f28a79170c3b907ef16263/1587123057781/H%C3%A5llbarhetsrapport%202019.pdf> [2020-05-07]

Malmö Stadsbyggnadskontoret (1999a). *Detaljplan, Dp 4537.* Laga kraft: 1999-08-26

http://kartor.malmo.se/wwwroot_data/planer/pdf/DP45/DP4537_dok.pdf

Malmö stadsbyggnadskontoret (1999b). *Översiktsplan för Västra hamnen ÖP 2013*

<https://malmo.se/download/18.38c6709716cae2cad392eddb/1578910695648/V%20hamn%20%C3%96p%202013.pdf> [2020-05-12]

Malmö Stadsbyggnadskontoret (2014) *Historia* <https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsplanering-och-strategier/Stadsutvecklingsomraden/Vastra-Hammen-/Om-Vastra-Hammen/Historia.html> [2020-05-05]

Malmö Stadsbyggnadskontoret (2016) *Bo01* <https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsplanering-och-strategier/Stadsutvecklingsomraden/Vastra-Hammen-/Planer-program-och-delomraden/Delomraden-i-Vastra-Hammen/Bo01.html> [2020-06-03]

Malmö Stadsbyggnadskontoret (2019) *Om Västra Hamnen* <https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsplanering-och-strategier/Stadsutvecklingsomraden/Vastra-Hammen-/Om-Vastra-Hammen.html> [2020-05-05]

MSB (2017). *Vägledning för skyfallskartering: tips för genomförande och exempel på användning.* Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB1121).

<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf> [2020-04-07]

Carlsson K, Berglund L, Ericsson E, Kyllingstad H, Pädam S & Tornberg P (2015).

Styrning av bebyggelseutveckling: Förtätning och utglesning. (Naturvårdsverket rapport 6670) Stockholm: Naturvårdsverket

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6670-3.pdf?pid=16475> [2020-05-14]

Naturvårdsverket (2017) *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken.*

<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/analys-kunskapslaget-dagvattenproblematiken.pdf> [2020-05-26]

Naturvårdsverket (2019). *Att arbeta med grönytefaktorn*. Stockholm: Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/upload/nyheter-och-press/infomejl/lagesrapp-ekosystemtjanster/gronytefaktorn-infoskrift-dec-2018b.pdf> [2020-04-14]

Olsson Jonas, Berg Peter, Eronn Anna, Simonsson Lennart, Södling, Johan, Wern Lennart, Yang Wie (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat*. Norrköping: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) *(Klimatologi nr 47)*.
https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.134304!/klimatologi_47_4.pdf [2020-04-08]

Stahre, Peter (2004). *Långsiktigt hållbar dagvattenhantering: planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten.

Stahre, Peter (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden: Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Malmö: Va syd
<http://www.vasyd.se/~media/Documents/Broschyrer/Publikationer/BlueGreenFingerprintsPeterStahrewebb.ashx> [2020-04-07]

Stockholm Vatten (2011) *Historik ett särtryck ur Vattentrycket 2011* [broschyr]
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/informationsmaterial/broschyrer/historik/historik-sartryck-vattentrycket_150.pdf

Svenskt vatten (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem Del I – Policy och funktionskrav för samhällens avvattning*. ISSN: 1651-4947. Stockholm: Svenskt Vatten.
http://vav.griffel.net/filer/p110_dell_jan2016.pdf

Svenska vatten- och avloppsverksföreningen (1983). *Lokalt omhändertagande av dagvatten – lod*. Stockholm: Svenska vatten- och avloppsverksföreningen.
<https://vattenbokhandeln.svenskvatten.se/wp-content/uploads/2018/10/P46.pdf>

Torseke Hultén K, Böhme L(2014). *Riktlinjer för grönytefaktor*. Malmö: Malmö Stad, Stadsbyggnadskontoret.
<https://malmo.se/download/18.3c0b3b6f15965118c0e11028/1491303714911/gr%C3%B6nytefaktordec%2B2014.pdf> [2020-04-14]

Uppsala kommun (2016a). *Planbeskrivning: Detaljplan för Rosendalsfältet*. Laga kraft: 2016-03-10 https://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/dokument/stadsplanering--utveckling/detaljplanering/samrad_granskning/rosendal/planbeskrivning_oktober.pdf [2020-05-08]

Uppsala kommun (2016b) *Rosendal: Kvalitetsprogram. Gestaltning och hållbarhet*.
https://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/bilder/planerade-projekt/rosendal/dokument/rosendal-kvalitetsprogram_ny2016.pdf [2020-06-23]

Uppsala kommun (2019a) *På väg mot ett klimatpositivt 2050*.
<https://www.uppsala.se/kommun-och-politik/kommunens-mal-och-budget/mal-och-budget/inriktningsmal/3.-uppsalas-stad-och-landsbygd-ska-vaxa-genom-ett-hallbart-samhallsbyggande/> [2020-06-16]

Uppsala kommun (2019b). *Rosendals fem etapper*. <https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/rosendal/om-rosendal/rosendals-fem-etapper2/> [2020-05-08]

Uppsala kommun (2019c) *Rosendals grönblå dagvattensystem*

<https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/rosendal/hallbarhet-och-innovation/rosendals-gronbla-dagvattensystem/> [2020-06-03]

Uppsala stadsbyggnadsförvaltningen (2016) *Översiktsplan 2016 för Uppsala kommun: Del A huvudhandling*

<https://www.uppsala.se/contentassets/7d682210066f491ba5236651b03f253e/op-2016-del-a-huvudhandling.pdf> [2020-06-03]

VA syd (2019). *Bräddning i Malmö.*

<https://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Braddning-i-Malmo> [2020-04-07]

Bildkällor:

Figur 2. Vy över grönt tak.

Foto: "Scandinavian Green Roof Inst." Av användaren "i-sustain" genom creative commons licens (CC BY-NC 2.0) <https://www.flickr.com/photos/46329363@N02/4255371678> 8

Figur 5. Frodigt grönt tak på mindre byggnad.

Foto: "Green Roof Garage" av Rob Harrison via creative commons licens (CC BY-NC-ND 2.0) <https://www.flickr.com/photos/66974085@N00/3288487594> 11

Figur 13a. Exempel på stor vegetationsklädd översvämningssyta i Bayside, Wisconsin.

Ellsworth Park konstruerad 2015. Inlopp till vänster, brunn till höger. Foto: Aaron Volkening via creative commons licens (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/26158387551/> 14

Figur 16. Våtmark i Canal Street Stormwater park, Menomonee Valley Milwaukee,

Wisconsin konstruerad för fördröjning och rening. Foto: av Aaron Volkening via creative commons licens (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/8243964203/in/photostream/> 16

Figur 17. Torr fördröjningsdamm. Observera makadammet kring inloppet för att motverka erosion. Foto: Aaron Volkening via creative commons licen (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/9754206416/> 17

Figur 24c. Permeabel asfalt.

Foto: Aaron Volkening via creative commons licens: (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/8071009555/in/photolist-dicZum-dicZpq-dicZn9-dicZjS-iMdKbU-did2Up-dicZzE-dicZry-did2Xa-did2Qc-UKs3dn-THBHu2-iMfXDC-dicUiR-iMdcyK-iM8Uj2-iMbWek-ofpQz8-ofqCA4-LmhfJA-LCcBxA-ntkDrU-owSKKb-Lmgy2y-LmgBqY-LEHuA6-KQBjAu-nKMWmd-nKMWts-KQNCKT-LCbZt1-LEHvMe-THBKCF-UKrYtt-THBKfg-UKrZf8-UKs19n-Un74Z9-THBJkv-THBK8x> 21

Figur 32. Stor fördröjningsdamm med kantvegetation.

Foto: Aaron Volkening via licens (CC BY 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/11339274883/>..... 24

Figur 33. Våtmarksplaneteringen i Teardrop Park, New York.

Foto:Payton Chung via creative commons licens (CC BY-SA 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/paytonc/220706726/in/photostream/>..... 25

Figur 34. Orange markering visar Bo01s placering i Malmö Grundkarta: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, Earthstar Geographics och GIS User Community 27

Figur 35. Bo01. Grundkarta: Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, SDFE, Esri, HERE 29

Figur 42. Rosendals placering i södra Uppsala. Grundkarta: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, Earthstar geographics, and the GIS User Community 34

Figur 43. Karta över det planerade området Rosendal. Grundkarta: Lantmäteriet, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS samt Detaljplanen för Rosendal (Uppsala kommun, 2016a) 27

Figur 44. Avrinningsområden. Grundkarta: Lantmäteriet, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS samt Detaljplanen för Rosendal (Uppsala kommun, 2016a): 36

Figur 45. Plantering vid parkstråket Foto: Klara Allenmark..... 276

Figur 46. Regnbädd under konstruktion. Foto: Zara Li 37

Figur 47. Regnbädd på Vårdsätravägen. Foto: Sofia Andersson 37

Figur 48. Regnbädd vid Vårdsätravägen. Foto: Sofia Andersson..... 38

Kartor i denna uppsats skapades genom användning av ArcGIS® software by Esri. ArcGIS® och ArcMap™ är Esris intellektuella egendom och används under deras licens. Upphovsrätt© Esri. Mer information om Esri® -programvara finns på www.esri.com.

Fig. 3, 4, 6, 7, 9, 10, 15, 18, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 31 illustrerade av författaren baserat på underlag från Larm och Blecken (2019).

Resterande fotografier av författaren.