



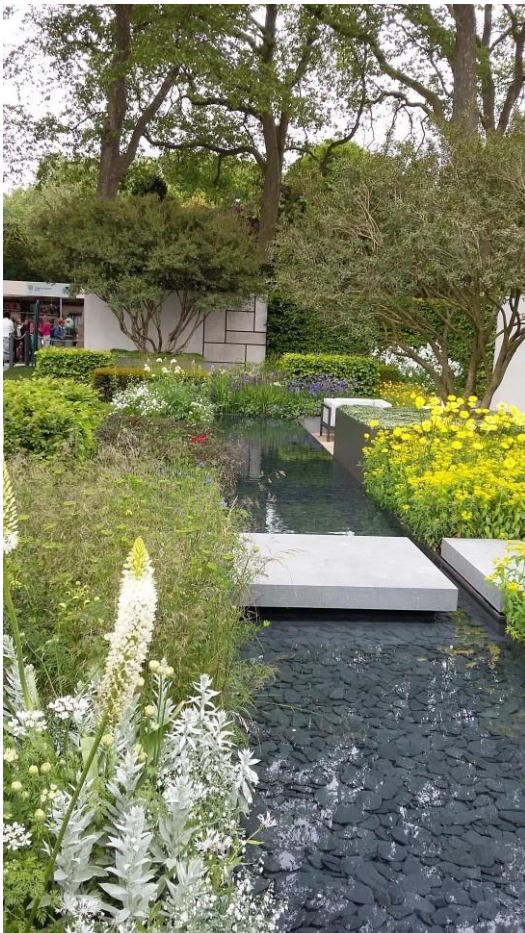
Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Utjämning av flödestoppar på bostadsgårdar – med öppna dagvattensystem

Smoothing out peaks of ranwater flood in the courtyards
– with open stormwater system

Carl Eriksson



Utjämnning av flödestoppar på bostadsgårdar

– med öppna dagvattensystem

Smoothing out peaks of ranwather flood in the courtyards

– with open stormwather system.

Carl Eriksson

Handledare: Tim Dehlshammar, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Btr handledare: Kent Fridell, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete i landskapsplanering inom landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0792

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: *landskapsingenjör, kandidatexamen i landskapsplanering*

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

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

Omslagsbild: Carl Eriksson

Marie Karlsson; fig 21,23,25,26

Carl Eriksson; fig 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,22,24,27,28,29,30

Nyckelord: Dagvattenhantering, Lod, lokalt omhändertagande av dagvatten, fördröjning.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Innehållsförteckning

Innehåll

Bakgrund	2
Riksbyggen	3
Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD	3
Problem i det tidiga skedet med LOD	3
Syften med LOD	4
Syfte och frågeställningar	5
Metod, genomförande och avgränsningar	5
Dagvatten i Sverige	6
Kombinerande system	6
Duplikata system	6
Separata system	6
Urban miljö Vs Naturmark	7
Vegetation	8

Jord	8
Vad är en ekosystemtjänst?	9
Åtgärder som främjar LOD	10
Svackdike	10
Infiltrationsytor	11
Regnbäddar	11
Våtdammar	13
Torrdammar	13
Andra dagvattensystem	14
Föroreningsgrad	14
Malmö Brf Mäster Johan	16
Malmö Brf Diana	17
Malmö, västra innerstaden, Fågelbäcksgatan	18
Stockholm, landmärket, Sundbyberg	19
Brf Sjöbodarna och Brf Bryggan, Sundbyberg	20
Brf Voxnegränd, Bagarmossen	20
Kolbäcksgränd, Bagarmossen	22
.....	22
Göteborg, Norra Guldheden	23
Göteborg, Göteborgshus 16	24
Göteborg, Göteborgshus 17	25

Göteborg, Agnesbergshus, stekarstigen	26
Resultatdiskussion	27
Metoddiskussion	33
Referenser	35
Litteraturlösteckning	35

Sammanfattning

Att drabbas av översvämningar är kostsamt både för den enskilde och för samhället. I takt med städers tillväxt och klimatförändringar förväntas befintliga ledningar som omhändertar dagvatten att överbelastas om inga åtgärder vidtas. Ett sett att minska risken för översvämningar är att omhänderta en del av dagvattnet via öppna dagvattensystem. Detta system fördröjer och reducerar mängden dagvatten men har fler fördelar så som rening och estetiska värden. Nedan beskrivs dessa öppna dagvattensystem och 11 bostadsgårdar undersökts i en fallstudie där förslagna åtgärder redovisas. Alla bostadsgårdar kan tilldelas förslag på olika dagvattenlösningar.

Hur stor andel av dagvattnet som kan omhändertas i öppna dagvattensystem beror på hur stora anläggningar det finns möjlighet att bygga, på den specifika platsen samt topografiska och hydrologiska förutsättningar.

Inledning

Bakgrund

Översvämningar blir ett allt vanligare problem av flera skäl, dels trenden att förtäta våra städer och dels de klimatförändringar som sker. Dessutom växer de stora svenska städerna och byggs ut på grund av den kraftiga urbanisering som pågår. Den ökade boendestandarden med krav på större bostadsytor de senaste 40 åren har också drivet på förtätningen av våra städer. Städerna förtätas bland annat för att kunna behålla jordbruksmark för att skapa mer energieffektiva samhällen (Jirvén, 2010). Klimatförändringar ger effekten att vi oftare får kraftiga nederbördsmängder, så kallat skyfall och extremregn, det anser klimatforskare (SMHI, 2014). Kombinationen av en stor mängd hårdgjorda ytor med kraftiga regn skapar problem tillsammans med omhändertagandet av dagvatten.

I och med att fler byggnader med tillhörande infrastruktur byggs ökar andelen hårdgjorda ytor. Den höga andelen hårdgjord yta som finns i urban miljö, innebär en snabb avrinning av dagvattnet, förminskad avdunstning och liten fördröjning av avrinningen (Svenskt vatten, 2004). Slutna dagvattensystem med borttransport av dagvatten i ledningar och kulvert i den urbana hårdgjorda miljön bidrar till detta. I recipient nedströms slutna dagvattensystem blir flödet högt direkt under och strax efter nederbörd (Stahre, 2004). Vidare menar Stahre (2004) att mellan nederbörden är flödet lågt till obefintligt, vilket får konsekvenser för organismer i dessa vattendrag.

Ökad andel hårdgjord yta utan fördröjningsmöjlighet, förväntade klimatförändringar och slutna dagvattensystem skapar plötsliga och höga flöden. Detta överbelastar ibland dagvattenledningarna och medför högre risk för översvämmade fastigheter som många gånger kan ge ekonomiska skador på byggnader och kapitalvaror.

Avrinningen i naturmark skiljer sig från avrinningen i urban miljö. Jorden och vegetationen i naturmark fördröjer och reducerar avrinningen vilket skapar ett jämt flöde utan kraftiga flödestoppar (Grip & Rodhe, 1994). Avrinningen från naturmark fortsätter under lång tid efter ett regn har upphört (Grip & Rodhe, 1994).

Ett mål med långsiktig hållbar dagvattenhantering är att efterlikna flödet i naturmark med låga flödestoppar (Stahre, 2004). Höga flödestoppar innebär risk för kostsamma översvämningar. Förutom att slutna dagvattensystem kan orsaka översvämningar skapar de även andra problem. Överbelastade reningsverk är många gånger en effekt av kraftigt regn. Dagvattnet som leds till reningsverken späder ut spillvattnet vilket försämrar verkningsgraden på reningsverken. Toxiska ämnen från hårdgjorda ytor som leds direkt till recipient utan rening påverkar kvalitén i vattnet som kan förhindra bad och dricksvattentäkt. Ojämnt flöde i recipienter påverkar organismer som behöver en jämn strandlinje för att klara sina livsförhållanden (Grip & Rodhe, 1994). En sluten dagvattenhantering ger ofta en sänkt grundvattennivå och får marken att sätta sig vilket kan leda till kostsamma skador på byggnader och anläggningar (Jirvén, 2010). Många skäl finns därför att efterlikna det naturliga flödet av dagvatten, både miljömässiga och ekonomiska.

Det finns ett flertal konstruktioner att använda för att möjliggöra dagvatten i öppen dagvattenhantering. Öppna dagvattensystem är en lösning för att avlasta befintliga dagvattenledningar, samtidigt rena vattnet och få ett lägre toppflöde på avrinningen. Ofta används flera dagvattenlösningar i en kedja efter varandra. Vilka dagvattenlösningar som används och hur de utformas beror på mängden vatten som ska fördröjas samt de topografiska och geologiska förutsättningarna.

Riksbyggen

De gårdar som studeras i detta arbete förvaltas av Riksbyggen som är en av Sveriges största fastighetsförvaltare. Företaget grundades 1940 och har idag 2 300 anställda (SWECO, 2012). Runt om i Sverige i mer än 400 orter finns verksamheten belägen och i företagets kvartalsrapport (Riksbyggen, 2014) kan läsas att de förvaltar 176 000 bostadsrätter och 100 000 hyresrätter. Lägenheterna har tillhörande bostadsgårdar som förvaltas av Riksbyggen. Företaget omsatte 5746 miljoner kronor under 2014 (Riksbyggen, 2015).

Riksbyggens vision är följande ”Riksbyggen utvecklar och förvaltar boendemiljöer med bostadsrätt” (Riksbyggen, 2015). Vidare berättar företag att hållbarhetsaspekter genomsyrar hela organisationen. De ställer också krav på sina samarbetspartner vad gäller hållbarhet (Riksbyggen, 2014). För ett långsiktigt bra resultat involveras forskare, försäkringsbolag och de boende. (Johansson, 2015). Företaget säger sig vara mer långsiktiga än vad som krävs enligt lag. Ett exempel på Riksbyggens hållbarhetsarbeten är att de undersöker hur bostadsrättsföreningar påverkas av extremregn och hur översvämningar kan undvikas (Riksbyggen, 2014). Riksbyggen menar att de har fyra hållbarhetslöften, ett av dessa berör dagvattenproblematiken. Detta hållbarhetslöfte handlar om att inspirera omvärlden. Det innebär att utveckla, förbättra och förvalta sina miljöer så att de miljöerna kan vara förebild för hela samhället (Riksbyggen, 2015).

Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD

Problem i det tidiga skedet med LOD

Begreppet LOD står för lokalt omhändertagande av dagvatten. På 70-talet började LOD att användas som begrepp inom fackområdet och många konstruktioner testades vilket gav ett blandat resultat skriver svenskt vatten (2010). Flera fel uppmärksammades i de tidiga LOD lösningarna, felen uppkom i alla faser, projektering, byggande och drift. Dessa konstruktioner levde inte upp till förväntningarna och begreppet LOD fick dåligt rykte (Svenskt vatten, 2004). Exempelvis byggdes perkolationsmagasin på tät jord med förhoppning om att vattnet i magasinet skulle infiltrera till den underliggande marken (Miljösamverkan, 2014). Detta blev inte fallet istället fylldes perkolationsmagasinet med vatten som blev stillastående där under lång tid med utebliven kapacitet som följd.

Sedan 1990 har begreppet lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) åter fått renässans. Konstruktörer och andra yrkesverksamma har lärt sig från de misstag som begicks på 70-talet. LOD handlar inte om att allt dagvatten måste tas om hand lokalt genom till exempel infiltration (Svenskt vatten, 2011) utan omhändertagandet av dagvatten måste anpassas efter de lokala förhållandena som råder på platsen. Ofta används öppen dagvattenhantering som ett komplement till de slutna systemen. Hur mycket vatten som ska tas om hand i öppna system beror bland annat på de geotekniska förhållandena och hydrologiska förhållandena (FAWB, 2008).

Syften med LOD

Det finns olika syften med att använda sig av LOD. De vanligaste syftena med LOD är att möjliggöra rening av det förorenade dagvattnet och fördröja dagvatten (miljösamverkan 2014). LOD-lösningarna med öppna dagvattensystem kan även användas i syfte att få en mer tilltalande stadsmiljö (Stahre, 2004). Även om syftet med den öppna dagvattenlösningen är att fördröja dagvatten kan även andra syften uppfyllas.

Stahre (2004) menar att synen på dagvatten har förändrats och därmed syftet med dagvattenhantering. Författaren fortsätter beskriva förändringen. Innan 1975 var syftet med dagvattenhantering att enbart få bort en stor mängd vatten. Denna syn har förändrats då nackdelar upptäckts med bristfällig rening och kapacitetsproblem. Det dagvattnet som spolas ut i recipienten är i många fall förorenat (Miljösamverkan, 2014). Dagvatten från ett tätbebyggt område innehåller ofta höga halter av metaller, näringsämnen, partiklar, organiska miljögifter och vägsalt (Miljösamverkan, 2014). Detta påverkar vegetation och vattenlevande organismer negativt (Grip och Rodhe 1994). Mellan år 1975 och 1995 startades försök i Sverige att rena dagvattnet genom olika LOD-lösningar (Stahre, 2004). Både bra kapacitet och vattenkvalité var nu betydelsefullt att uppnå.

Från 1995 och framåt har ett tredje syfte med dagvattenhantering blivit allt viktigare, nämligen estetik (Stahre 2008). Vid öppna dagvattenlösningar används vegetation och vattenspeglar för att skapa miljöer med ökat skönhetsvärden (GBL gruppen för stad & landskapsplanering, 2013). På senare tid menar Stahre (2004) att syftet estetik har utvecklats till en del av begreppet stadsmiljö. Med stadsmiljö menas i det här sammanhanget alla positiva värden som öppen dagvattenhantering kan bistå med för en bättre stadsmiljö (Stahre 2004). Förutom estetiska värden finns bland annat biologiska värden, ekologiska, miljömässiga, pedagogiska och PR-mässiga värden (Stahre, 2004).

Sammanfattningsvis kan sägas att LOD är ett brett begrepp som berör dagvattenlösningar som sker på kvartersmark. LOD kan på många sätt bidra till en bättre och mer hållbar stad där dyra översvämningar kan undvikas.

Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet är att ge läsaren vetskap om varför öppna dagvattensystem ska användas och hur detta kan ske på kvartersmark. 11 bostadsgårdar har observerats. Förslag på enkla förbättringar i syfte att fördröja dagvattnet redovisas i föreliggande uppsats.

Uppsatsens mål är att besvara frågeställningen hur det på ett enkelt sätt går att använda sig av ekosystemtjänsten utjämning av flödestoppar för att förminska och fördröja flödet av dagvattnen från bostadsgårdar?

Metod, genomförande och avgränsningar

Arbetet omfattar en litteraturstudie och en fallstudie där 11 bostadsgårdar som förvaltas av Riksbyggen AB studeras. Information om bostadsgårdarna hämtas genom observation på platsen och plankartor. De studerade gårdarna i fallstudien har observerats okulärt under maj månad 2015 då torra väderleksförhållanden rådde.

Bara öppna dagvattenlösningar presenteras som åtgärder. Varje förslag har som avsikt att påverka gestaltning och funktion av bostadsgården till det bättre. Men aspekter som skötsel, säkerhet, ekonomi samt andra ekosystemtjänster och dagvattenanläggningar är obeaktade i fallstudien. När val av och placering på dagvattenlösningar presenteras i resultatet görs detta i beaktning att inte störa nuvarande infrastruktur så som vägar och gator. Det betyder att först och främst gräs och planteringsytor kommer att förändras till öppna dagvattensystem. Inga geotekniska undersökningar har gjorts och markens topografi har noterats via visuella iakttagelser. Data om ytor har hämtats från Lantmäteriets och Eniros kartor och flygfoton, noggrannheten på dessa mätningar är på ett par meter och ytan har avrundats till närmsta tiotalet kvadratmetern.

Litteraturstudien har inriktats på att ge bakgrundsinformation kring varför fördröjning av dagvatten bör ske på bostadsgården och hur olika parametrar spelar in.

Litteraturstudien har genomförts från rapporter, artiklar och böcker. Publikationerna har hittats via sökning i bibliotek, bibliotekskataloger och sökningar på Google och Google scholar. De mest frekvent använda sökorden har varit LOD, hållbar dagvattenhantering, öppen dagvattenhantering, klimatföreanderingar och dagvattenanläggning.

Resultat del 1

Dagvatten i Sverige

Under lång tid har utgångspunkten med dagvattenhantering varit att med slutna ledningssystem få bort dag, drän- och spillvattnet på snabbaste sätt. Eftersom slutna

dagvattensystem grävs ner under jord gör de lite intrång på nyttjandet av marken ovan. På senare tid har målet med dagvattenhantering ändrats bland annat för att minska mängden översvämningar (Svenskt vatten, 2011).

Till spillvatten räknas det vatten som kommer från toaletter, handfat, dusch, disk och tvätt. Spillvattnet är förorenat vatten och leds till reningsverk. Dränvatten är grundvatten som dräneras bort. Grundvatten är det fria vattnet som finns i marken, när dräneringsledningen ligger under grundvattenytan fylls ledningarna kontinuerligt med vatten. Grundvattenytan sänks till den nivån som ledningen ligger på och dränledningarna har ofta ett konstant flöde. Dagvatten är nederbörd och annat vatten som tillfälligt befinner sig på markytan.

Kombinerat system, duplikat system och separerat system är tre typer av ledningssystem som hanterar spill, drän – och dagvattnet på olika sätt vilket beskrivs nedan.

Kombinerande system

Innan 1950 användes en ledning för att forsla bort spill, drän – och dagvatten, ett så kallat kombinerat system (Miljösamverkan, 2014). Kombinerat system tillför reningsverk mycket vatten vid kraftiga och kortvariga regn, stor risk är då att det sker en överbelastning av reningsverk med följd att orenat vatten når recipient. En annan nackdel med kombinerat system är att när systemet är fullt kan förorenat vatten tränga upp i källarbrunnar, med översvämning som följd. Ett kombinerat system innebär också att det blir större mängder vatten som ska renas vilket ofta försämrar reningsverkets verkningsgrad (Stahre, 2004).

Duplikata system

Efter en omställningsperiod byggdes från 1960-talet duplikata system (Miljösamverkan, 2014). Duplikata system använder minst två ledningar. I en ledning leds drän -och spillvatten till reningsverk, i den andra ledningen leds dagvattnet till recipient. I vissa fall finns det tre och ibland fyra ledningar för att separera spillvattnet i flera fraktioner.

Separata system

Idag anläggs öppna dagvattensystem i så hög grad som möjligt vilket är karaktäristiskt för separata system, menar Miljösamverkan (2014). Ett separat system har precis som i ett duplikat system flera ledningar som leder vatten ut från fastigheten. Skillnaden är att ett separat system alltid har minst tre ledningssystem varav det ena är ett öppet system. Det vill säga att dagvattnet leds bort med hjälp av öppna diken (Miljösamverkan, 2014). Där separata system finns används olika fördröjningskonstruktioner. Vidare menar Miljösamverkan (2014) att de två förstnämnda systemen (duplikat och kombinerat system) skapar stora flöden vid recipient när det regnar och mellan regnen är flödena mycket låga (Miljösamverkan, 2014). Ett separat system använder sig av lodlösningar och har därför ett jämnare flöde.

Utvecklingen går hela tiden framåt och flera olika varianter på dagvattenhantering testas och används, trasiga ledningar byts ständigt ut mot nya. Trots detta har de flesta kommuner i Sverige en underhållsskuld, ledningssystemet är föråldrat och underdimensionerat (dagvattensystem). Det tar tid och är kostsamt att byta ut dessa och ju äldre ledningarna bli ju större är risken för haverier. Ett sätt att avlasta de överbelastade dagvattenledningarna är

genom att installera långsiktigt hållbara dagvattenlösningar, t.ex. öppna dagvattensystem nära källan.

Urban miljö Vs Naturmark

En urban miljö består till stor del av hårdgjorda ytor såsom tak, vägar och parkeringsplatser. Kraftiga regn leder till att det snabbt blir stora flöden (FAWB, 2008) som inte kan omhändertas på ett effektivt sätt. Hårdgjorda ytor har ingen till liten infiltrationskapacitet, det vill säga en hög avrinningskoefficient (Svenskt vatten, 2011). Om avrinningskoefficienten är 1 rinner allt vatten av från ytan, ett tak har avrinningskoefficienten 0,9. När ett regn faller på hårdgjorda ytor rinner största delen av dagvattnet snabbt ned mot en lågpunkt (Svenskt vatten, 2011). I lågpunkten finns en brunn placerad som leder bort dagvattnet i slutna system. Denna lösning på dagvattenhanteringen är den mest förkomma i våra samhällen då stadsplanerare inte vill ha skador på byggnader eller infrastruktur (Water by design, 2015). Skador av dagvatten i våra samhällen ger ofta stora ekonomiska åtaganden för försäkringsbolag och enskilda.

Hårdgjorda ytor gör att det blir stora volymer dagvatten och höga flöden som på kort tid måste bort från de urbana områdena. Konventionellt sett har ledningars kapacitet blivit avgörande om detta ska lyckas. Men med dagens kunskap måste i många fall andra lösningar komma till stånd för att hantera dagvattnet, bland annat öppna system. Vid förtätning kommer andelen hårdgjord yta öka och på så vis ställs högre krav på ledningar, trenden i dagens samhällsbyggande är också att förtäta städernas kärnor vilket kommer att öka belastning på befintligt dagvattensystem. Dessutom räknar klimatforskarna med att det blir fler högtintensiva regn i framtiden (SMHI, 2014).

I naturmark är det mindre variation på flödet av dagvatten. Skälet till detta är som tidigare nämnt att träd, buskar och markvegetation fångar upp vatten via intertranspiration (Grip & Rodhe, 1994). Den generella avrinningskoefficienten i naturmark är låg, (0,1) menar svenskt vatten (2004). Jordarnas egenskaper att infiltrera och magasinera dagvattnet beskrivs noggrannare under rubriken Jord. Tack vare växterna och jordens egenskaper blir flödet ut från en naturmark lågt efter regn. Flödet kan istället pågå flera dygn efter det att regnet har upphört (Grip & Rodhe, 1994).

I dagens samhällsplanering finns en vilja att avringningen från urban miljö ska avspegla den avrinning som sker i naturmark så mycket som möjligt (Stahre, 2004). Genom att fördröja dagvatten med hjälp av öppna system avlastar man det befintliga ledningarna och får avringningen i urbana miljön att likaså avringningen från naturmark.

Vegetation

Vegetation används i öppna dagvattenhanteringssystem eftersom vegetation har en magasinande förmåga (Grip & Rodhe, 1994). Regn faller på vegetationen och det fastnar vattendroppar på bladytan. Den magasinande förmågan hos träd är 0,5-2,5 mm Grip och Rodhe (1994) och fortsätter förklara att den vattenmängden som fastnar på växtligheten töms mellan regnen när vattnet avdunstar. Växternas förmåga att magasinera vatten som sedan

avdunstar benämns som interceptionskapacitet (Persson, Gallardo, Kallioniemi, & Foltyn, 2009). Upp till 40 procent av sommarens nederbörd återgår till atmosfären via interception i en tät granskog (Grip & Rodhe, 1994). Den nederbörd som passerar vegetationens ovanjordiska delar och infiltrerar ned i marken bildar markvatten (Nordberg & Persson, 1979). Markvattnet finns i den så kallade omättade zonen, jordlagret ovanför grundvattnet. Det är här i det översta jordlagret som största delen av vegetationens rötter finns (Grip & Rodhe, 1994) och växten har möjlighet att ta upp markvattnet genom rötterna.

Av det vatten som rötterna suger upp kommer mer än 95 procent återgå till atmosfären via så kallad transpiration (Nordberg & Persson, 1979). Hur stor mängd vatten som transpirerar beror på hur mycket växttillgängligt vatten det finns, vilken kapacitet rötterna har och hur öppna klyvöppningarna i bladen är. Detta beror i sin tur bland annat på koldioxidhalten inne i bladen, luftfuktighet, vindhastighet och temperatur menar Grip och Rodhe (1994). I en varm jord är rötterna mer effektiva än i en kall jord (Grip & Rodhe, 1994). Ett stort träd kan i Sverige förbruka mer än 400 liter vatten per dygn en het sommardag. Mindre växter så som gräs har också en god förmåga att transpirera vatten (Kendle & Forbes, 1997). Vegetation har en betydande roll att fördröja och reducera dagvatten och bör därför ha en given plats i dagvattenhanteringen (Svenskt vatten, 2011).

Jord

I öppna dagvattensystem ställs höga krav på jorden (Virginia, 2011). Jorden ska kunna magasinera och fördröja vattnet samtidigt ska jorden tömmas snabbt för kunna omhänderta nästa regn. Jord består av mineralkorn, organiskt material och annat fast material (Grip & Rodhe, 1994). Förutom det fasta materialet består jord av porer. Porerne är fyllda antingen med luft eller vatten. Porositeten är beroende av korstorleksfördelningen, form och jordens struktur, skriver Nordberg och Persson (1997). Jord med lika stora korn har högre porositet än en blandad jord (Grip & Rodhe, 1994).

Hydraulisk konduktivitet är ett mått på hur jordens genomsläppliga förmåga och beskrivs även som jordens vattenledningsförmåga. Enheten för hydraulisk konduktivitet skrivs som regel i mm/timme (Grip & Rodhe, 1994). Vid beräkning av flöde i jord är den hydrauliska konduktiviteten en central fråga (Grip & Rodhe, 1994).

Förekomsten av vatten i en jord kan te sig på fyra olika sätt fruset vatten, vatten i gasform (vattenånga), bundet vatten och fritt vatten (Nordberg & Persson, 1979). De två förstnämnda förekomstformerna, fryst vatten och vattenånga är inte tillgängliga för växter (Nordberg & Persson, 1979). Trots att marken är tjälad kan vatten i flytande form infiltrera jorden. Detta förutsätter en låg vattenhalt vid tjälningen (Grip & Rodhe, 1994). Bundet vatten kan enligt Nordberg och Persson(1997) förekomma på tre olika sätt, kemiskt bundet vatten, adsorptionsvatten och kapillärvatten.

Det kemiska bundna vattnet är en byggsten för vissa mineraler och är helt otillgängligt för växterna (Grip & Rodhe, 1994). Det adoptivt bundna vattnet binds till mineralskornens yta i ett tunt skikt och är inte växttillgängligt (Nordberg & Persson, 1979). Vatten binds adoptivt på grund av markpartiklarnas och vattnets elektroniska laddning till varandra (Grip & Rodhe, 1994). Kapillärt bundet vatten är däremot växttillgängligt. Genom ytspänningskrafter hålls

vattnet kvar i marken hävdar Nordberg & Persson (1979). Fritt vatten är den fjärde och sista förekomstformen för vatten i jord (Nordberg & Persson, 1979). Fritt vatten är dränerbart och växttillgängligt (Grip & Rodhe, 1994). Sjunkvatten och grundvatten är två typer av fritt vatten (Nordberg & Persson, 1979). Sjunkvatten är vatten som perkolerar genom den omättade zonen ner mot grundvattnet (Nordberg & Persson, 1979). Vidare menar Nordberg och Persson (1979) att grundvatten är det vatten som finns i den mättade zonen. Vatten som befinner sig i en jord är alltså växttillgängligt då förekomstformen är kapillärt bundet vatten och fritt vatten. Den andelen vatten som är så kallat fritt vatten är dränerbart.

Vad är en ekosystemtjänst?

Ekosystemtjänster är ett komplext begrepp som i sin enkelhet kan beskrivas som nationalencyklopedins definition "... tjänster som naturen tillhandahåller och som människan är direkt beroende av." (Elvingson, 2015). Ekosystem är mycket komplexa skriver Sweco (2012) och menar att det är svårt att beräkna tjänsternas exakta värden på grund av ekosystemtjänsternas komplexitet och för att ekologiska system inte följer exakta mönster.

Millenium ekosystem assessment (MA) arbetar på uppdrag av FN för att globalt samla in kunskap om människans beroende av ekosystemtjänster. De delar in ekosystemtjänsterna i fyra olika kategorier, stödjande, försörjande, kulturella och reglerande (Millenium ecosystem assessment, 2005). Den första kategorin, stödjande ekosystemtjänster är processer som är en förutsättning för liv på vår planet till exempel fotosyntes. Den andra kategorin, försörjande ekosystemtjänster behöver människan för hennes överlevnad så som matproduktion. Men det är MAs två sista kategorier (kulturella och reglerande ekosystemtjänster) som berör öppna dagvattensystem även om öppna dagvattensystem med hjälp av vegetationen producerar syre via fotosyntes och mat genom ätbar vegetation. Den tredje kategorin är kulturella ekosystemtjänster och handlar enligt MA om estetik, hur vi upplever skönhet, lugn och utbildningsmöjligheter. Beroende på form, storlek, placering och val av växter som används kan ett öppet dagvattensystem ha stora skönhetsvärden. En planerad och genomtänkt skötsel är viktig för att behålla en estetisk tilltalande vegetationsyta (Millenium ecosystem assessment, 2005). Den fjärde kategorin är reglerande ekosystemtjänsterna skriver MA och menar att skydd mot översvämningar genom utjämning av flödestoppar är ett exempel på en sådan ekosystemtjänst. Öppna dagvattensystem är därmed en reglerande ekosystemtjänst.

Åtgärder som främjar LOD

Det finns olika typer av konstruktioner att välja på för att omhänderta dagvattnet i öppna system, här nedan beskrivs några vanliga åtgärder. Det är dessa som kommer att användas i arbetet som förslag på förbättrad dagvattenhantering. Grundprincipen är att låta vatten rinna ner i en växtbädd för att sedan infiltrera jorden. Överflödigt vatten dräneras vidare till nästa biofilter alternativt till de kommunala, slutna dagvattennäten.

Det finns olika typer av jordar, dräneringssystem och breddavlopp som tillsammans används för att få önskat resultat. När ett öppet dagvattensystem är fullt är den magasinerande förmågan näst intill obefintlig och förlorar därför sitt syfte när det behövs som mest. Därför är det viktigt att de olika åtgärderna kan dränera bort vatten när regnet är över för att vara redo för nästkommande (Boverket, 2010).

Svackdike

Svackdike, även kallad infiltrationsstråk, är ett öppet avledningssystem där infiltrationsmöjligheter finns (Stahre, 2004). Svackdiken rymmer stora volymer vatten, har en fördröjande förmåga och möjlighet till infiltration (Stahre, 2004). Ett svackdike liknar ett brett, grunt, ofta gräsbeklätt dike, se bild nedan. Ett svackdike ska ha flacka slänter (Stahre, 2004) 4 procent fall eller mindre är att rekommendera (Miljösamverkan, 2014). I vattnets färdriktning bör lutningen inte överskrida två procent skriver viss (2013). Den svaga lutningen och svackdikets gräsbeklädda yta gör att vattnet rinner betydligt långsammare än på hårdgjorda ytor (viss). Den låga hastigheten minskar flödestopparna nedströms (Miljösamverkan, 2014). Att vattnets kan infiltrera ned i grässvålen har effekt på svackdikets fördröjande förmåga. Markens infiltrationskapacitet under grässvålen kan variera (Grip & Rodhe, 1994).

Det är vanligt att en kupolbrunn placeras nedströms svackdiket skriver Stahre (2004). Brunnen kan med fördel placeras i höjddled över lägsta punkten i svackdiket (Fridell, 2015). Fridell menar att svackdiket på så vis fungerar som ett fördröjningsmagasin. Det förutsätter att jorden inte är tät. Infiltrationskapaciteten måste vara så pass god att det inte blir stående vatten flera dygn efter ett regn (Svenskt vatten, 2004). I botten på svackdiket kan ett dränerande material läggas exempelvis makadam eller sjösten. Stenfyllningen ökar kapaciteten så länge dagvattenytan inte stiger över denna.



Fig 1. Svackdike med kupolbrunn

Infiltrationsytor

Regn kommer falla på den hårdgjorda takytan och rinna via hängrännor ned i stupröret. Från stupröret led vanligen dagvattnet direkt ned till det kommunala dagvattennätet (Va syd, 2011). Ett sätt att avjämna flödestoppar nedströms är att leda om stupröret med hjälp av stuprörsutkastare till en infiltrationsyta (Stahre, 2004). Infiltrationsytan som omhändertar dagvattnet från ett stuprör bör vara en till två gånger större än takytan (Va syd, 2011). Infiltrationsytan skulle kunna vara ett svackdike, en regnträdgård (begreppet förklaras på nästa sida) eller en gräsmatta med lågpunkt i. Regnvattnet kan då röra sig ut över en sluttande gräsmatta. Gravitationskraften och markens topografi får dagvattnet att röra sig mot den befintliga lågpunkten. Gräset bromsar upp dagvattnets färd. Rinntiden för vattnet blir betydligt långsammare än om vattnet skulle rinna i en ledning, där med fördröjs vattnet. Det sker också en reduktion av vattenmängden eftersom en del av dagvattnet fastnar på grässtråna

för att sedan avdunsta, en annan del av dagvattnet infiltreras ner i grässvål och jord. Överslagsmässigt brukar infiltrationsytan vara en till två gånger så stor som det tänkta avrinningsområdet. Det vill säga om en parkeringsplats är 100 m² där all nederbörd som faller på denna yta kan ledas till ett svackdike krävs det att infiltrationsytan är 100 - 200 m² (Va syd, 2011)

Regnbäddar

Regnbäddar är ett begrepp som i engelsk litteratur benämns som rain gardens och bioretention system. Det är en växtbädd där dagvattnet leds till och precis som i många andra öppna dagvattensystem har regnbäddar förmåga att fördröjande dagvattnet. Regnbäddarna har en magasinerande förmåga och fylls med vatten under regn. Något dygn efter ett regn bör magasinet vara tömt för att kunna hantera eventuella efterkommande regn (Water by design, 2015). Ståndorten i en regnbädd är krävande eftersom den stundtals är översvämmad men dränerar ut relativt snabbt, vegetationen bör således klara både blöta och torra förhållanden. I regnbädden planteras perenner som måste klara dessa markförutsättningar. Regnbäddars dagvatten kan tillföras från taktytor och därmed placeras dessa nära det stuprör som ska tillföra trädgården dess vatten.

Fördröjningszon kallas den del av regnbädden som är över markytan upp till breddavloppet. Det är framför allt fördröjningszonens volym som är avgörande för hur mycket vatten regnbädden kan omhänderta, men även jordens konduktivitet är viktig i sammanhanget.

Fortsättningsvis antas att fördröjningszonen i de regnbäddar som föreslås är 0,2 meter, växtjordens djup är 0,5 meter och den hydrauliska konduktiviteten antas vara 50mm/timmen. Om detta är fallet och regnbäddens yta är 10 m² finns då 10x 0,2= 2 m³ volym som kan fyllas med vatten. Samtidigt som regnbädden fylls på med vatten släpper jorden ut vatten. Med de ovan nämnda uppgifterna om regnbädden går det enkelt att räkna ut genomsnittligt tömningsflöde enligt formeln



Fig 2. Nedsänkt

regnträdgård nedan. Schablonmässigt krävs det att regnträdgårdens yta är ungefär tre procent av avrinningsområdet (FAWB , 2008).

$$q = K \times A \frac{0,5 \times h + d}{d}$$

q [m³]

K = Hydraulisk konduktivitet [m/h] = 0,05m/h A

= Arean [m²] = 10m²

h = höjden på fördröjningszonen [m] = 0,2m

d = djupet på växtjorden [m] = 0,5

Det genomsnittliga flödet (q) i regnträdgården blir således $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Våtdammar



Våta dammar har permanent vattenspegel vilket betyder att marken är vattenmättad och därför är dammens magasinerande förmåga (fördröjningszon) den volym som finns mellan vattenytan upp till bräddutloppet. När nederbörden faller sker också tillrinningen till dammen är beror på när nederbörden faller. Då det går lång tid mellan regnen är omloppstiden på vattnet i dammen lågt, ett stillastående vatten gynnar algblomning och vilket kan orsaka dålig lukt. Detta kan undvikas med hjälp av en luftpump och fontän.

En våtdamms botten är tät för att behålla vatten efter regnen men kan ändå torka ut om eftersom de byggs små och grunda på grund av platsbrist och av säkerhetsskäl. För att inte dammen ska torka ut kan det vara nödvändigt att tillföra nytt vatten.

En välskött våtdamm upplevs som mycket tilltalande och visar tydligt dagvattnet även när det inte har fallit någon nederbörd under en längre period. Mindre dammat kan torka upp vid långvarig torka och behövs då fyllas på

med tillexempel kranvatten.

Fig 3. Våtdamm med fontän

Torrdammar

En torrdamm är en sänka i landskapet som vatten medvetet leds till. När det regnar blir gräsmattan vattenmättad och obrukbar, men om torrdammen är rätt konstruerad torkar gräsmattan snabbt upp efter regn. Dränering, bräddavlopp är utformade så att dagvattnet inte blir kvar lång tid efter regnet. Torrdammen kan omhänderta relativt stora mängder vatten (Stahre 2004). Om torrdammens yta är två procent av det avrinningsområde som leds till dit anses torrdammen i denna rapport vara riktigt dimensionerad. Detta är inte en hel sanning eftersom djupet kan variera och är avgörande för hur mycket torrdammen kan magasinera. För ändamålet anses det dock fullt tillräckligt.



Figur 4. Torrdamm

Andra dagvattensystem

Det finns flera öppna dagvattensystem som inte är redovisade ovan. Gröna tak är ett av dessa. Gröna tak är populärt och visar tydligt hur grönytan i en stad kan öka även där det är brist om utrymme. Gröna taks magasinering förmåga är framförallt beroende på djupet av det substrat som växterna växer på, ju djupare desto mer plats för dagvattnet. Gröna tak har precis som andra öppna dagvattensystem flera fördelar utöver utjämning av flödestoppar. Vilken typ av gröna tak som bör väljas och hur stor del av taket som kan beklädas med växter beror bland annat på takets lutning och byggnadens bärighet.

Det går att magasinera och fördröja dagvatten under mark exempelvis med stenkistor och platskassetter, då är ingen växtlighet inblandad. Även kanaler är i dagvattensammanhang ofta små öppna rännor utan vegetation där vattnet leds genom.

Föroreningsgrad

Dagvatten klassas som förorenat vatten (Miljöbalken 9 kap 2 §, 2015) då det rinner över hårdgjorda ytor sköljer det med sig partiklar från bland annat asfalt och rester från bildäck (Miljösamverkan, 2014). Med sluten dagvattenhantering når dagvattnet recipient utan rening. Recipienten, som kan vara en bäck, en sjö eller ett hav, påverkas negativt av det förorenade vattnet (Miljösamverkan, 2014). Sjöfåglar, fiskar och andra vattenlevande organismer far illa (Kendle & Forbes, 1997). Föroreningsgraden från de observerade bostadsgårdarna kan antas vara liten då bara lokalgator finns på bostadsrättsföreningarna. De föroreningar som ändå

finns kommer troligen från plåttak, konstruktioner i zink, koppar och giftiga material i färg som dagvattnet sköljer med sig.

Resultat del 2

Bostadsgårdarna som presenteras i rapporten ligger i Sveriges tre största storstadsregioner, Stockholm, Göteborg och Malmö. Alla regioner har en förväntad hög tillväxt och förtätning som följd, vilket i sin tur leder till ökat behov av dagvattenhantering.

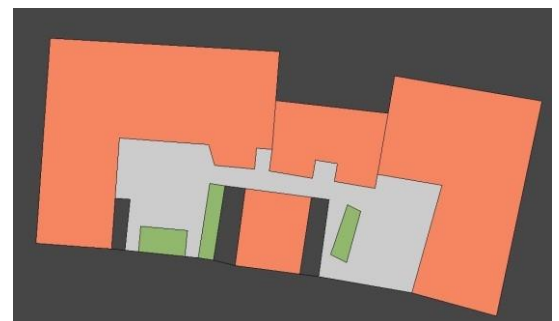
De olika städernas topografi och jordförhållanden skiljer sig åt. I Stockholm är jordarten i huvudsak morän men berg i dagen är också vanlig förekommande. I Göteborg dominerar en kraftig lera och som i Stockholm finns mycket berghällar. I Malmö är den vanligaste förekommande jordarten moränlera och de topografiska variationerna är små i det skånska slättlandskapet. I Stockholm och Göteborg är det stora höjdskillnader. Den ovan nämnda datan är generell för respektive område och stora variationer kan förekomma. Byggnader kräver djupa schakt vid grundläggning och ny jord förs till platsen. Detta kan ändra markförhållandena radikalt. Klimatet skiljer sig också från de olika platserna då västkusten är mer nederbördstät än ostkustens Stockholm (SGU, xxxx)

De enkla skisser över bostadsrättsföreningarna som visas nedan är till för att ge läsaren förståelse av hur gårdarna är disponerade vad gäller byggnadet och hårdjorda och icke hårdjorda ytor och är ett komplement till texten. Skisserna tillsammans med den okulära beiktningen ger svar på tal hur gårdarnas förutsättningar är.

Orange färg på ritningarna innebär takytor med avrinningskoefficient 0,9. Grå färg hårdjorda ytor så som plattsättning och asfalt, avrinningskoefficient 0,8. Gröna fält symboliserar planteringsytor, gröna tak och gräsmattor dessa har en avrinningskoefficient på 0,1. Svart färg kan vara alla typer av ytor men tillhör inte fastigheten, det vill säga det att den svarta ytan inte ingår i arbetsområdet.

Brf Mäster Johan, Malmö

Brf Mäster Johan byggdes 2007 och är ett slutet kvarter med 47 lägenheter. Under 2012 hade föreningen 40 000 kronor i kostnader för vattenskador enligt bostadsrättsföreningens årsredovisning för 2012. Dessa skulle kunna orsakas av läckage från tryckledningar eller fel i dagvattenhanteringen. Bostadsgården har sedumtak över cykelställen och överskottsvattnet leds ut på den hårdgjorda markytan (se bild) för att ledas vidare till en brunn. För övrigt är gården sluten och har liten andel grönyta. Innergården upplevs trång, cykelparkering trängs med lekutrymmen och gångar.



Figur 5. Brf mästern Johan



Brf mästern Johan Upphöjd växtbädd som möjligtvis byggas om till regnträdgård.

Figur 6. kan



Den eftersom många rymmer

Åtgärd

Förutom finns en således

denna dräneras eftersom vattnet

Den upphöjda växtbädden ligger ett par meter från väggen vilket innebär att stupröret måste bort från huskroppen till växtbädden. Att flytta på växtbädden anses som orimligt på grund ut av gården utformning. Denna upphöjda växtbädd är den enda plats för att omhänderta

dagvattnet på vilket innebär att fördröjningseffekten blir **Fig 7. brf mästern johan, LOD med grönt tak.** relativt liten eftersom övriga takytor blir opåverkade.

andel hårdgjord yta som finns är troligen högt nyttjad exploreringstalet bedöms vara högt, det vill säga att boende ska samsas om bostadsgården som i huvudsak gånger till och från entréer.

de gröna taken och några smala planteringsytor upphöjd växtbädd. Den upphöjda växtbädden är en yta som bedöms lämplig att använda för ändamålet att fördröja dagvatten. Takvatten leds till yta som byggs om till en regnbädd. Vattnet sedan vidare till det kommunala VAanläggningarna perkulationsmöjligheter bedöms finnas. För att ska nå planteringsytan måste takvatten ledas till dit.

upphöjda växtbäddar med olika form och storlek, alla växtbäddar är ungefär 0,8 meter höga.

Brf Diana, Malmö

Sluten innergård i centrala Malmö. I en sluten innergård där dagvattenhanteringen inte fungerar korrekt eller där extra kraftigt regn inträffar finns extra stor risk för vattenskador och översvämning eftersom vattnet kan fastna på gården. Ena delen av innergården består av en lågt belägen gräsyta. På den för övrigt hårdgjorda ytan stor flera

Åtgärd:

De upphöjda växtbäddarna som redan finns skulle enkelt användas som regnbäddar utan att gestaltningen påverkas. Innan stuprör leds om till växtbäddarna bör jord bytas och dränering och breddavlopp

installeras, antagligen skulle ny vegetation krävas. Förutom den nya vegetationen skulle gården kunna behålla sin gestaltning som den har idag.



Eventuellt måste växtbäddarna flyttas närmre stuprörens. Uppskattningsvis leder takytan hälften av nederbörd som träffar taket ut från gården. Den delen av dagvattnet kan inte omhändertas med LOD.

Brf Fågelbäcksgatan, Malmö

Stort kvarter med en lång huskropp i norr. I söder står fyra byggnader med kortsidorna i nord-sydlig riktning, vilket öppnar upp gården mot söder. Byggnaderna består av fem till sju våningar och har en parkering under innergården.

Åtgärd

Denna bostadsgård har potential för att bygga om många av planteringsytorna till regnbäddar. Här illustreras förslagen bestående av totalt 12 regnbäddar och en torrdamm. Regnbäddarna är

Takvatten leds till upphöjda regnbäddar för att fördröja vattnet. Allt takvatten som rinner in mot gården tas omhand. Hälften av den nederbörd som rinner av taket antas hamna i regnbäddar.

Figur 8. Brf Diana



Figur 9. brf Diana. Många upphöjda växtbäddar finns på innergården.



Figur 10. Fågelbäcksgatan.

placerade vid ett stuprör som antas leda vatten från halva takytan på varje byggnad.

De fria byggnaderna i söder klarar ledigt att få plats med regnbäddar motsvarande två procent av takytan. Den långa huskroppen som ligger i väst – östlig riktning bedöms som orimlig att koppla en LOD-lösning till utan att större omstruktureringar krävs. En regnbädd är placerad i väst och en i öst dessa gränsar mot allmän platsmark.

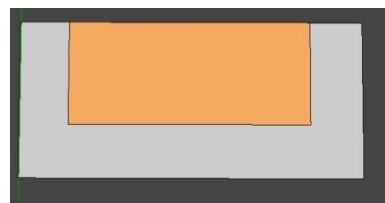
Torrdammen bedöms ligga i sådant läge att dagvatten från den hårdgjorda gångvägen enkelt kan ledas dit.



Figur 11. Fågelbäcksgatana innergård.

Landmärket, Stockholm

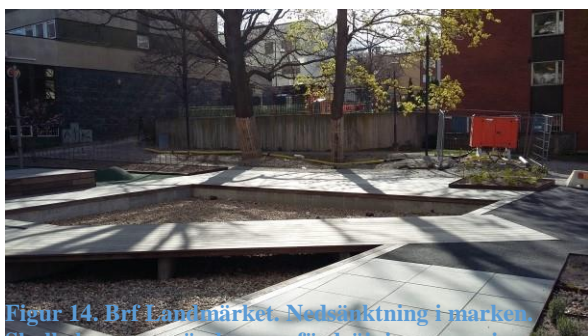
Högt punkthus med innerstadskarakter. Nybyggt med ”grön takterrass enligt temagruppen 2014. Då inga fler uppgifter på hur mycket vegetation det är på taket har hittats räknas taket därför som ett vanligt tak med avringningskoefficient = 0,9.



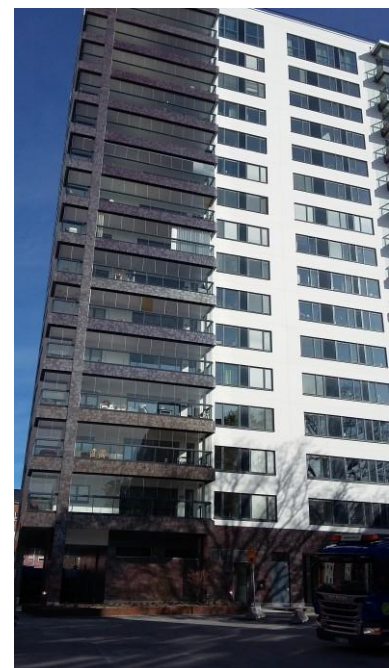
Utanför entrén till byggnaden finns ett nersänkt parti där gående **Figur 12. Brf Landmärket** leds över på en brygga **se figur**. Det är en betongplatta med ett lager sjösten. Nedsänkningen har ingen funktion, den är endast för skönhets skull.

Åtgärd

Denna nedsänkning har en tät botten men skulle vid anläggningsskedet enkelt kunnat installera en dränering och ett breddavlopp för att sedan leda stora delar av takvattnet eller ytvattnet från omkringliggande asfalt till denna nersänkning. Idag är detta antagligen svårt att genomföra. Upphöjda regnbäddar som placeras på asfalten intill husfasaden nära stuprören är därför min rekommendation.



Figur 14. Brf Landmärket. Nedsänkning i marken. Skulle kunna användas som fördröjningsmagasin.



Figur 13. Brf Landmärket.

Brf Sjöbodarna och Brf Bryggan, Stockholm

Två bostadsrättsföreningar med delad innergård. Består av tre byggnader med platta tak. Gården är öppen mot öst och är nybyggt sen ett par år tillbaka. Området och fastigheten har innerstadskaraktär och innergården är byggd på bjälklag eftersom det finns en parkering under gården. Hur stor del av innergården som är byggd på bjälklag är inte känt.

Åtgärd

Gräsmattan i mitten av gården skulle enkelt kunna sänkas till en svacka för att ha möjlighet att magasinera vatten. Eftersom gården är byggd på bjälklag är jordjupet antagligen begränsat men djupet antas dock vara tillräckligt, där emot är perkolationsmöjligheterna obefintliga.

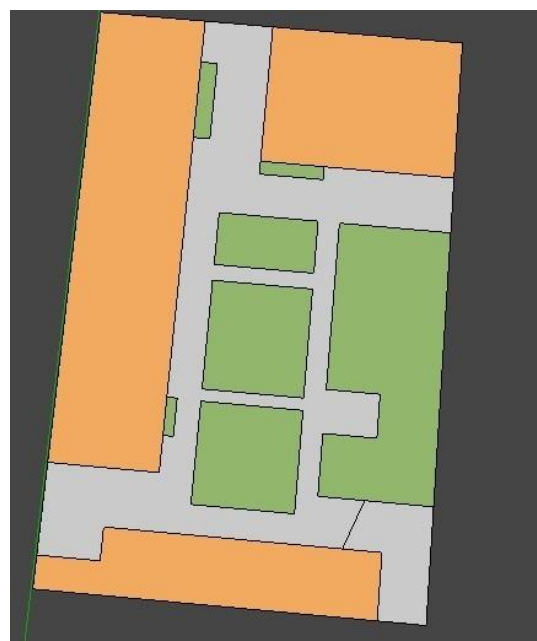


Fig 15. Brf Sjöbodarna & Bryggan.



Figur 16. Brf Sjöbodarna och Bryggans innergård.

Brf Voxnegränd, Stockholm

bostadsgården består av sex huskroppar varav fem är längor med 3-4 våningar, varierande längd, samma bredd. Det sjätte huset är ett punkthus. Området är starkt kuperat, ligger på en höjd med berg i dagen. Många storvuxna tallar (*Pinus sylvestris*) finns på kvartersmarken. Brant lutning och berg i dagen gör det vanskligt att låta dagvatten infiltrera gräsytorna eftersom överskottsvatten kan skapa olägenheter på grannfastigheterna.

Åtgärd

Dagvattnet från både tak och markytor föreslås ledas via kanaler till våtdammar och torrdammar. Dagvattnet samlas upp på ett terrasserande sätt, vilket fördröjer vattnet på dess färd nedströms.



Figur 17. Brf Voxnegränd



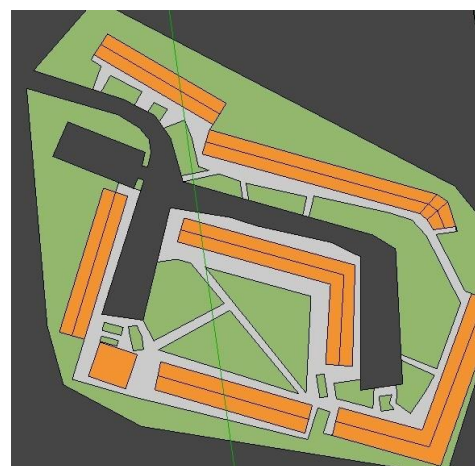
Figur 7. Brf voxnegränd. Berg i dagen, träd och kuperad miljö.

Brf Kolbäcksgård, Stockholm

Består av sju byggnader liknande de på Voxnegård. Sex hus har längor med sadeltak. Det sjunde huset är ett punkthus. Området har berg i dagen. Fallor något höjdmässigt från omgivande fastigheter i norr och öst. Många stora och små träd av varierande art finns på kvartersmarken.

Åtgärd

Kolbäcksgård har hög andel grönyta med infiltrationsmöjligheter. Några av gräsytorna anses lämpliga att göra skålformade, med hög dränerande förmåga, det vill säga torrdamm. Vissa andra gräsytor är mer lämpliga för att använda för infiltrationsytor.



Figur 18. Kolbäcksgård.



Figur 8. Kolbäcksgård. Gräsytor omväxlande med hårdgjorda ytor.

Brf Norra Guldheden, Göteborg

Brf Norra guldheden är en stor bostadsrättsförening. Den består av 11 fastigheter med 25 flerbostadshus med tre till sju våningar. En avgränsning är gjord och en av fastigheterna på bostadsrättsföreningen har undersökts. På denna står sex flerbostadshus med tre till sex våningar. Bostadsrättsföreningen ligger högst upp på en höjd och har mycket berg i dagen. Den kommunala gatan omringar fastigheten. Uppskattningsvis ligger gatan en till fyra meter under byggnadernas

sockel. Tomten är kuperad, det är många meters höjdskillnad från lägsta till högsta punkten.

Åtgärd

Vid byggnadernas entréer finns det möjlighet att behandla och fördröja dagvattnet från uppskattningsvis 25 procent av takytan via en regnträdgård. På andra sidan husen finns stuprör som även det passar sig att bygga upp en regnträdgård kring. Totalt uppskattas att 50 procent av



dagvattnet från alla takytor ska kunna passera en regnträdgård.

Brf Göteborgshus 16, Göteborg

Brf Göteborgshus 16 består av flera fastigheter därför har en avgränsning gjorts genom att bara studera en fastighet (Järnbrott 70:1). På plats kan konstateras att fastigheten innehåller två långa trevåningshus, två garagelängor och ett mindre förrådsrum. Byggnaderna bildar en

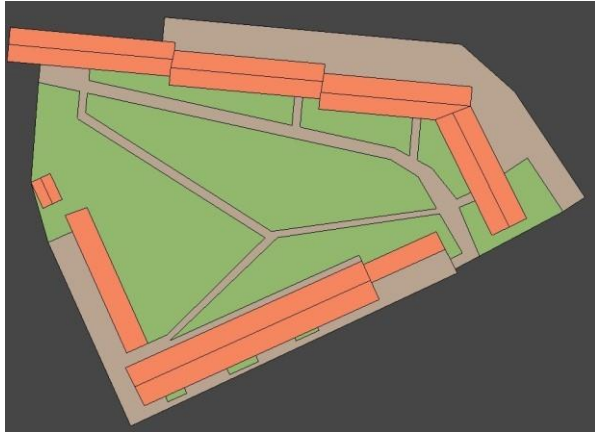


Figur 20. Norra Guldheden.9

Figur 21. Norra Guldheden. Kuperad mark.

näst intill slutna innergård. De topografiska förutsättningarna gör att byggnaderna ligger på en höjd jämfört med omgivande terräng.

Några stenblock ligger i gräsmattan och indikerar på att det kan vara hållar nära markytan. Gårdsytan faller från nord-ost till sydväst.



ost skulle detta kunna utnyttjas. Alla stuprör som vetter mot innergården i den norra huskroppen monteras om och med stuprörsutkastare leds dagvattnet ut över gräsytan för att rinna i nordlig till nordvästlig riktning. Dagvattnet tillåts infiltrera, avdunsta och fördröjas. Eventuellt överskottsvatten samlas upp i en torrdamm.



Åtgärd

Som figur 23 visar finns det gott om gräs och planteringsytor och då markytan faller mot syd-

Eftersom bostadshusen har sadeltak rinner hälften av den nederbörd som träffar takytan ut genom stuprör som vetter ut från gården. I det här fallet uppskattar jag att det är svårt att få plats med en öppen dagvattenlösning för dessa ytor.

Figur 22. Göteborgshus 16.

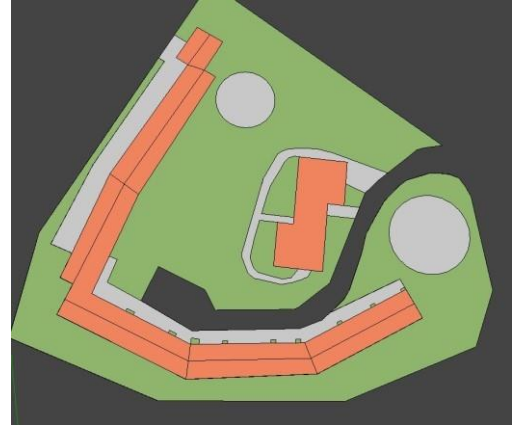
Figur 23. Göteborgshus 16. Stora grönytor.

Göteborgshus 17, Göteborg

Brf Göteborgshus 17 består av flera fastigheter. En avgränsning har gjorts genom att bara studera en fastighet. Fastigheten består av ett långt trevåningshus och ett mer kompakt åtta våningshus. De topografiska förutsättningarna gör att byggnaderna ligger på en höjd jämfört med omgivande terräng. Det finns berg i dagen.

Åtgärd

Den här fastigheten har förutsättningar att göra flera våtdammar. Nedanför våningshuset med åtta våningar leds vattnet om med stuprörsutkastare vilket gör det möjligt för vattnet att infiltrera dagvattnet innan vattnet kommer ut till kommunal mark anläggs en torrdamm.



Figur 24. Göteborgshus 17.



Figur 25. Göteborgshus 17. Berg i dagen.

Brf Agnesbergshus Göteborg

Brf Agnesbergshus består av sju radhuslängor. Radhuslängorna står med kortsidan mot den kommunala vägen, nordväst om vägen. Den motsatta gaveln vetter mot en gräs matta och en skog. Mellan huskropparna är det en grässlänt som tar upp höjdskillnaderna mellan dessa. Garage och parkeringsplatser finns på sydöstra sidan om den kommunala vägen, de är inte med i beräkningarna. Marken sluttar från norr till söder och öst till väst. Som figur 26 visar finns en slänt med kraftigt fall mot några av byggnadskropparnas ena sida. Ovanför slänten är ett skogsparti som även det faller mot husen. Avrinningsområdet är stort och mycket vatten kan antas rinna mot byggnaderna. Idag finns svackdiken och andra åtgärder för att förhindra översvämning, dessa kan kompletteras enligt förslagen nedan.

Åtgärd.

Takvattnet leds idag direkt ned till ledningar i jorden här skulle en fördröjning kunna ske via regnbäddar. Mellan varje huslänga kan svackdiken anläggas.



Fig 26. Agnesbergshus. Slänt med sluttning mot byggnad.

Diskussion

Resultatdiskussion

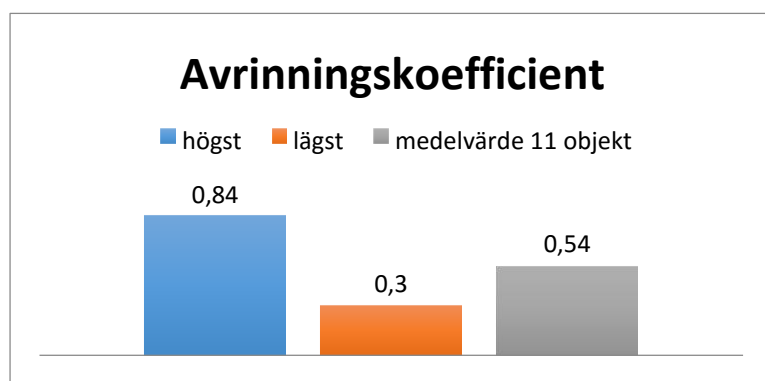
På alla gårdar har förbättringar av dagvattenhantering kunnat ske med hjälp av de öppna dagvattensystem som har redovisats i resultatdelen. Den vanligaste förslagna åtgärden är regnbäddar. Vidare kan det konstateras att de studerade bostadsgårdarna varierar mycket i storlek, form, topografi, avrinningskoefficient med mera.

Det kan låta klyschigt att använda sig av uttrycket många bäckar små men i det här sammanhanget är det ändå passande. Städerna har ett högt belastat ledningsnät och om alla kunde bidra med att avlasta det genom att fördröja bara en liten del av det dagvatten som annars skulle rinna direkt ner i ledningar skulle troligtvis stor skillnad märkas längre ner i dagvattenflödet. Samhället skulle då bli bättre skyddat mot översvämningar. Man kan fråga sig om det då skulle konkurrens med det kommunal planmonopolet. Studierna av 11 olika bostadsgårdar visar att alla gårdar har olika förutsättningar, se tabellen nedan, men att det finns en förbättringspotential på alla gårdar oavsett hur stor risk de enskilda gårdarna har. Ingen bakgrundsinformation om tidigare översvämningssproblem har dokumenterats men

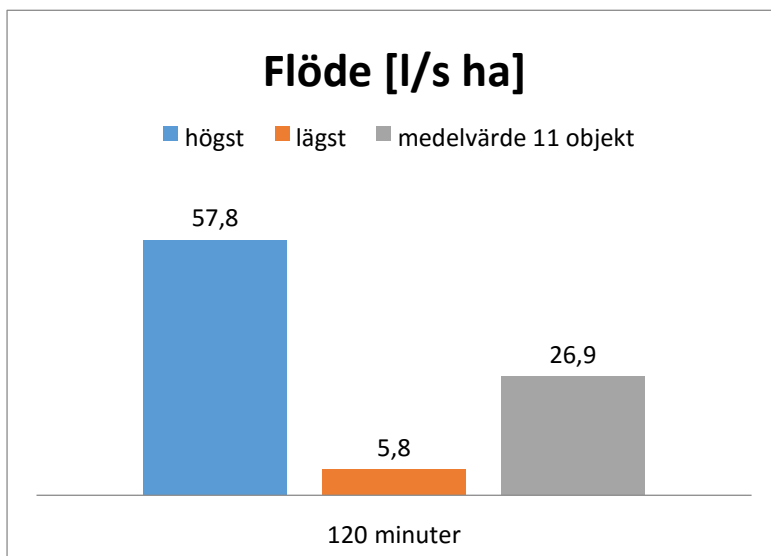
även om en enskild bostadsgårds topografiska läge gör att risken är relativt liten att få översvämning kan det antas att det ändå föreligger en risk som är motiverad att minska, alternativt att det nedströms avrinningsområdet finns byggnader eller infrastruktur som behöver skyddas genom fördröjning av dagvattnet uppströms.

	Namn	Yta [m ²]	Åtgärd	Avrinningskoefficient
1	Mäster Johan	1800	Regnträdgård	0,81
2	Diana	1620	Regnträdgård	0,67
3	Fågelbäcksgatan	9820	Regnträdgård och torrdamm	0,72
4	Landmärket	1930	Regnträdgård	0,83
5	Sjöbodarna & Bryggan	3570	Torrdamm	0,66
6	Voxengränd	17370	Våtdamm och torrdamm	0,41
7	Kolbäcksgränd	26840	Infiltrationsytor och torrdamm	0,40
8	Norra Guldheden	15130	Regnträdgård	0,35
9	Agnesbergshus	28110	Regnträdgård och svackdike	0,30
10	Göteborgshus 16	12570	Infiltrationsytor och torrdamm	0,42
11	Göteborgshus 17	18180	Våtdamm torrdamm	0,35

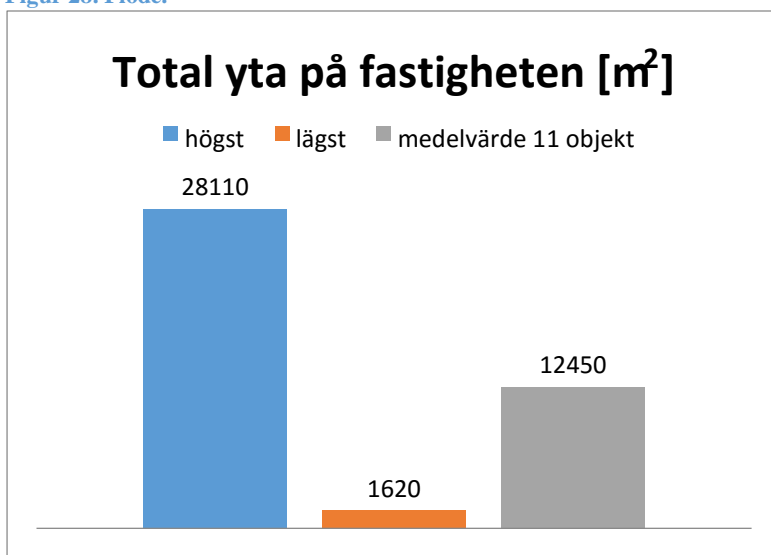
Nedan visas ytterligare skillnader, dessa illustreras med diagram. De visar det högsta och lägsta värde samt medelvärdet för alla bostadsgårdar. Diagrammen visar avrinningskoefficient, beräknat flöde ut från fastigheten med rationella formeln, den totala ytan och andelen grönyta. Med grönyta menas gräsmattor och planteringsytor.



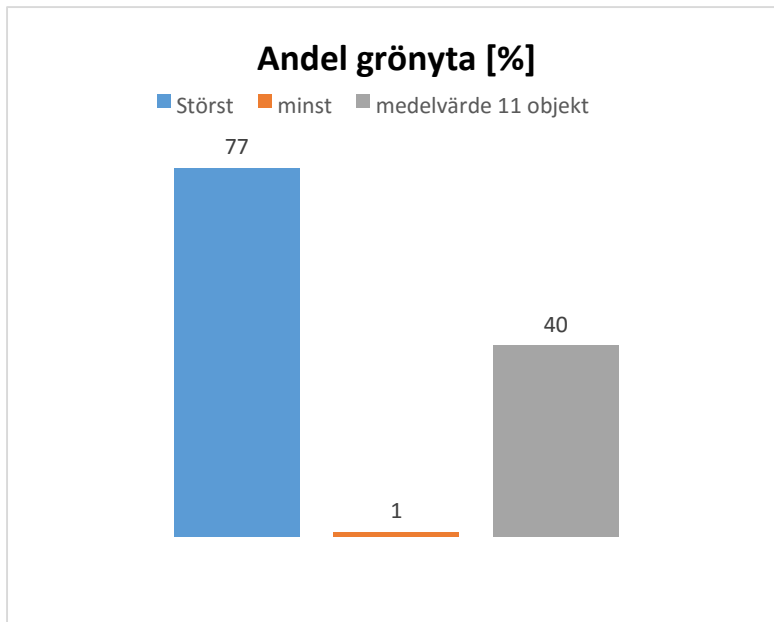
Figur 27 Avrinningskoefficient



Figur 28. Flöde.



Figur 29. Yta.



Figur 30. Grönyta.

Avrinningskoefficienten beror på hur stor andel hårdgjord yta det är. Ju mindre andel hårdgjord yta det är desto större andel grönyta finns. Stor andel grönyta betyder låg avrinningskoefficient och ju lägre avrinningskoefficienten ju mer efterliknas avrinningen naturmark. Men avrinningskoefficienten avspeglar verkligheten tvådimensionellt i en tredimensionell värld. Avrinningen från ett område är beroende av topografin och möjliga magasinande svackor. Låt oss anta att en bostadsgård består av enbart takytor och gräsmattor. Bostadsgårdens avrinningskoefficient är 0,6. Om vi nu istället byter ut delar av gräsmattorna mot regnbäddar, svackdiken och torrdammar så kommer avrinningen från bostadsgården sjunka betydligt eftersom en stormängd vatten kommer fördröjas i magasinen. Trots denna förbättring kommer avrinningskoefficienten fortfarande vara 0,6. Detta är ett problem då man försöker jämföra en ett dagvattenssystems fördröjnings kapacitet med områdets avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienten ger ändå en fingervisning vilken kapacitet ett område har eftersom en bostadsgård med låg avrinningskoefficient kan antas ha gård som har bäst förmåga att fördröja dagvatten och där med lägre risk att drabbats av översvämningar än en likvärdig gård med hög avrinningskoefficient har.

Innan förslagen förverkligas krävs en noggrannare undersökningar med olika metoder för att få kännedom om de topografiska förutsättningarna, inströmnings – och utströmningsområden, grundvattennivån, vilken jordart det är och djupet till berggrunden med mera. Genom att ha kännedom om topografin kan lågpunkter och riskområden identifieras. Ett enkelt sätt är att använda laser genom en metod som kalla för avvägning. Det kan möjligen upplevas som de förslagna åtgärderna är något slumpartat valda. Men i ett första skede anser jag att den genomförda metoden är tillräcklig för att skapa en diskussion huruvida en åtgärd på bostadsgården är möjlig eller ej. I senare skeden menar jag att djupare undersökningar ska avgöra om åtgärden inte alls fungerar, behöver undersökas ytterligare eller om det är rätt åtgärd på rätt plats. Om en bostadsrättsförening ska installera en öppen dagvattenlösning i praktiken kan det tänkas att många fler önskemål vägs in i beslutet om placering och typ av åtgärd. Till exempel kan det finnas önskemål på utseende, skötselbehov, ekonomi, biologisk mångfald och kapacitet. Utöver detta finns det fler typer av öppna dagvattenhanteringslösningar än de ovan redovisade. Att till exempel gröna tak inte är med i denna uppsats som alternativt åtgärdsförslag beror på avgränsning på grund av tidsbrist och att jag inte har haft möjlighet att observera taken och huskonstruktionerna. Takvinkel och takets bärighet är avgörande för en lyckad installation av grönt tak. Skulle en bostadsrättsförening undersöka möjligheten att använda öppna dagvattensystem för att fördröja dagvatten skulle jag rekommendera att inte utesluta gröna tak och andra alternativa åtgärder.

Hur stor ytan en åtgärd kräver för att omhändera en viss mängd dagvatten beror på vilket djup denna har och hur stor volym som krävs beror på hur stort dimensionerande flöde som åtgärden beräknas kunna behandla. I sin tur beror det på typ av regn och hur stor avrinningsområdet är samt vilken avrinningskoefficient det är. Jag har valt att placera åtgärderna där jag bedömer att det finns en lämplig ledig yta. Men det är upp till varje bostadsrättsförening att själva avgöra hur stor mängd vatten deras öppna dagvattensystem ska hantera och hur stor yta som finns tillgänglig.

Öppna dagvattensystem innehåller som sig bör vatten, åtminstone periodvis. Vattnet kan antas utgöra en drunkningsrisk för mindre barn. De öppna dagvattenlösningarna bör därför göras grunda, med fast och jämt sluttande botten. Man bör vara klar över vem som har ansvaret för den öppna dagvattenlösningen. Oftast är det ägaren till den mark som åtgärden är belägen på som bär ansvaret i fall olyckan skulle vara framme. Fastighetsägaren har också ansvaret för att den tekniska lösningens kapacitet vidarbehållas över tid. Därför anser jag att tydliga skötselplaner för åtgärderna bör upprättas. Skötselplaner är också viktiga för att de öppna dagvattensystemen även på lång sikt ska vara estetiskt tilltalande. Förutom skötselplaner tycker jag att det är viktigt att alla ägare i bostadsrättsföreningen blir informerade så att alla vet syftet med åtgärderna, det kan vara avgörande för att skapa ett positivt förhållningsätt till öppna dagvattensystem.

issa öppna dagvattensystem må vara relativt skötselkrävande men stängda dagvattensystem kräver också skötsel. Anläggningskostnaderna är generellt låga eftersom mindre schaktning behövs. Jag tycker att man inte bör vänta med att skaffa öppna dagvattensystem i syfte att fördröja dagvattnet. Förutom positiva bieffekter så som ökad biologisk mångfald, rening av dagvattnet och förskönande av stadsrummet kan det finnas en kortsiktig och långsiktig

ekonomisk vinning. Flera av bostadsgårdarna kan antas ha en överhängande risk att drabbas av översvämningar, speciellt på grund av de pågående klimatförändringarna och eventuell förtätning. Översvämningar kan bli mycket kostsamma både för den enskilde och för bostadsrättsföreningen. Om åtgärder redan vidtagits för att fördröja dagvatten kan det vara räddningen mot översvämning och dyra skador.

En nackdel med öppna dagvattensystem är att när åtgärderna blir fulla så bli inflödet nästan desamma som utflödet, som sker via bräddningkonstruktionen. Det inträffar när det kommer flera regn efter varandra, vid lågintensiva men långvariga regn eller vid mycket kraftiga/högintensiva korta regn. Det bör därför alltid finnas bräddavlopp som på ett kontrollerat sätt leder vattnet så det inte inträffar stora skador.

Flera av gårdarna har till antalet många träd, grupperna av träd har troligtvis en positiv inverkan för det lokala omhändertagandet av dagvattnet tack vare insterception och transpiration som sker. Flödet skulle öka från kvartersmarken om dessa lignoser sågades ner. Men det kan också tänkas att en risk finns att trädrötterna har letat sig ner till de dräneringsledningar och de stängda dagvattenrör som finns. Rötterna kan försämra kapaciteten avsevärt vilket kan leda till översvämning.

De åtgärder som presenteras i den här uppsatsen är på befintliga bostadsgårdar. Här måste det förslagna åtgärderna anpassas väldigt mycket till befintliga byggnader, utformning på gator, placeringar av stuprör med mera. När nya byggnader byggs borde stadens planerare och byggherrar ha med sig tänket om dagvatten tidigt i planeringen så att bra dagvattenlösningar byggs direkt i anläggningsskedet tycker jag. Då skulle inte åtgärder behövas göras i efterhand som troligtvis är både sämre integrerade med övriga funktioner på bostadsgården och mer kostsamma än om de blev gjorda i det tidiga skedet.

Regnträdgård och torrdamm är de lösningar som tar minst yta i anspråk i förhållande till avrinningsområdet omfattning. Säkerligen finns det alltid plats för någon av dessa åtgärder någon stans på kvartersmarken men de måste vara placerade i sådant läge att dagvattnet med självfall kan ta sig dit och att överskottsvatten kan ta sig där ifrån. Då takytorna har en hög avrinningskoefficient är det nära taken som åtgärderna generellt är lämpliga att placeras. Beroende på antalet stuprännor, deras placering och åt vilket håll takytan lutar måste åtgärderna anpassas där hän. I vissa fall tangerar byggnadskroppen allmän platsmark samtidigt som takytans fall är ut mot tomtgränsen. I dessa fall finns inget utrymme för den typen av öppna dagvattensystem som presenteras i denna rapport.

De 11 bostadsgårdarna som har presenterats är placerade i de tre största storstadsregionerna i Sverige. Gårdarna skiljer sig i storlek, utseende avrinningskoefficient med mera och kan därför representera många av Sveriges bostadsgårdar. De förslagna åtgärderna och diskussionen kring dessa är till stor del generella. Och därför tycker jag att resonemanget ovan är applicerbart på andra bostadsgårdar.

Metoddiskussion

Identifiera problem och förutsättningar

11 objekt studerades okulärt på plats för att upptäcka vilka förutsättningar och eventuella problem gårdarna har. När gårdarna besöktes rådde torr väderlek. Om gårdarna skulle besökas i samband med långvariga eller kraftiga regn skulle eventuella problem som idag finns på gårdarna avslöjas. Det skulle också vara enkelt att följa dagvattnets väg innan det når en brunn. Det skulle ge en bra fingervisning om vilka problem som finns och vart det är mest lämpligt att placera en åtgärd.

Om metoden att samla in material från bostadsgårdarna hade kompletterats genom att använda en så kallad jordkäpp hade problem och förutsättningar identifierats på ett säkrare sätt. En jordkäpp sticks ner i jorden för att mäta jorddjup, när den tas upp följer jord med och man kan på så vis se vilka jordtyper som döljer sig i marken. För att få en helt korrekt uppfattning av jordens beskaffenhet kan jordprover skickas till labb. Det finns ytterligare relativt enkla undersökningsmetoder använda sig av så som avvägning. Frågor som bör besvaras när en dagvattenutredning görs är vilket avrinningsområde finns? Vad är kapaciteten på det befintliga nätet? Och vad säger detalj- och översiktsplaner om eventuellt ny bebyggelse? Trots att noggrannheten för att identifiera problem och förstå vilka förutsättningar som finns anser jag att metoden var tillräcklig för att få en första indikation på vart vissa åtgärder kan sättas in.

I praktiken bör fler aspekter som ingalunda handlar om fördröjning av dagvatten vägas in i beslutet om vilken typ av åtgärd som ska anläggas och var. Nedan följer några frågor som kan vara relevanta att svara på som handlar om andra aspekter än fördröjning av dagvatten. Vilka mål har brukarna? Vilket exploreringstal finns och vilka rörelsemönster finns på gården? Vilket uttryck ska den tekniska konstruktionen ha för att bilda ett så bra stadsrum som möjligt? Är andra värden än fördröjning av dagvatten viktiga till exempel biologiska värden? Vilken budget har föreningen?

På ett större plan finns det många källor som anses trovärdiga som menar att det i framtiden blir fler regnoväder, urbaniseringen till Sveriges storstadsregioner fortsätter och att trenden att förtäta städerna kommer att hålla i sig. Att de nuvarande ledningssystemen för dagvattenhantering är föråldrat och ibland underdimensionerat, anses vara ett faktum. Vid regn bildas höga flödestoppar och ledningarnas kapacitet räcker då inte till. Slutsatsen av detta är att samhället i framtiden kommer att få mer problem med översvämningar om inget görs. Ett sätt att utjämna flödestoppar är genom öppna dagvattensystem.

Det finns fler öppna dagvatten system än de som har redovisats i detta arbete, till exempel gröna tak. Förutom öppna dagvattensystem finns det slutna system som eventuellt är likvärdiga öppna dagvattensystem till exempel stenkistor och andra fördröjningsmagasin som grävs ner under mark. De åtgärder som föreslagits kräver att bostadsrättsföreningarna gör en ekonomisk investering. Genom att sätta den summan i relation till vad en översvämning kostar de enskilda eller samhället bör detta inte vara särskilt svårt.

Den överlägset vanligaste åtgärden som föreslås är regnträdgård för att den tar liten plats på ytan kan relativt enkelt byggas upp och ställas på hårdgjorda ytor. Regnbäddar är i Sverige än så länge relativt ovanliga och därför kan bostadsrättsföreningar känna en osäkerhet kring den åtgärden. Jag anser att de förslagna åtgärderna är realistiska och fullt genomförbara efter den metod som har använts. Läsaren bör vara medveten om att felmarginalerna är stora då metoden att observera gårdarna bara skett okulärt och med kartor. Flera av de studerade bostadsgårdarna hade rikligt med berg i dagen, hur stor andel det rörde sig om uppskattades grovt.

Detta arbete berör många stora ämnen så som hydrologi och VA-teknik. Den begränsade tiden har gjort att inget djupare resonemang inom dessa områden kunnat föras. Flera källor är manualer som är riktade till kommuner och andra samhällsbyggare. Att gå till den första källan skulle kunna vara mer källkritiskt korrekt, men allmänna organisationer finns det ett högt förtroende för. Bostadsgårdarna besiktigades okulärt på plats gjordes minnesanteckningar och foton togs, sedan studerades gårdarna från karta och flygfoton. Trots att man får räkna med en viss felmarginal genom att räkna ut ytan från flygfoton och kartmaterial gjordes på detta sett eftersom felmarginal anses vara tillräckligt liten för att inte påverka resultatet. Att måtta med måttband eller på annat sätt öka noggrannheten anses alltså överflödigt.

Effekterna av de åtgärder som föreslås är inte beräknade med något flöde eller volymenhet eftersom underlag för det saknas. Däremot kan det konstateras att det sker positiva effekter av de av de åtgärder som föreslås om de utförs korrekt.

Referenser

Litteraturförteckning

- Boverket. (2010). *Klimatanpassning i planering och byggande - analys åtgärder och exempel*. Boverket.
- Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse*. Svenkt vatten AB.
- Elvingson, P. (den 15 04 2015). *ekosystemtjänster*. Hämtat från nationalencyklopedi: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekosystemtjänster>
- FAWB . (2008). *Advancing the Design of Stormwater Biofiltration*. Facility for Advancing water Biofiltration.
- Fridell, K. (2015).
- GBL gruppen för stad & landskapsplanering. (2013). *Regnvand i byen*.
- Grip, H., & Rodhe, A. (1994). *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallberg & Fallgren.
- Jirvén, B. (2010). *Fysisk planering*.
- Kendle, T., & Forbes, S. (1997). *Nature Urban conservation*.
- Miljöbalken 9 kap 2 §. (den 31 04 2015). *Sveriges riksdag*. Hämtat från Svensk författningssamling 1998:808: https://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskförfattningssamling/Miljöbalk-1998808_sfs-1998-808/#K9
- Miljöbalken. (u.d.). *miljöbalken 9 kap 1 §*.

- Miljösamverkan. (2014). *Handläggarstöd om dagvatten*.
<http://www.miljosamverkan.se/Sv/publikationer/2014/Pages/handlaggarstod-omdagvatten.aspx>: miljösamverkan, västra götaland.
- Millenium ecosystem assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*.
- Nordberg, L., & Persson, G. (1979). *Vårt vatten Tillgång* -. Borås: Centraltryckeriet.
- Persson, P., Gallardo, I., Kallioniemi, K., & Foltyn, A.-M. (2009). *Dagvatten* . Länsstyrelsen Skåne.
- Riksbyggen. (2014). *En hållbar berättelse - verksamhetsberättelse*.
- Riksbyggen. (den 02 05 2015). *hållbarhet fyra löften*. Hämtat från Riksbyggen: www.riksbyggen.se/om-riksbyggen/hallbarhet/fyra-loften/
- Riksbyggen. (den 18 04 2015). *Vision och verksamhetssida*. Hämtat från Riksbyggen: www.riksbyggen.se/om-riksbyggen/vision-verksamhetssida/
- SGU. (xxxx). *Sveriges geologiska undersökning*. Hämtat från Grundvatten i planeringen: <http://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatteniplaneringen/>
- SMHI. (den 23 04 2014). *Klimatförändringens konsekvenser för samhället*. Hämtat från smhi: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringens-konsekvenser-forsamhallet-1.3880>
- Stahre, P. (2004). *En långsiktig hållbar dagvattenhantering*. Svenskt vatten.
- SWECO. (2012). *Slutrapport Utvärderingsverktyg för ekosystemtjänster*. uppdragsnummer: 1155820000.
- Svenskt vatten. (2004). *Publikation 90*. Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag-ochdränvattenhantering - Råd vid planering och utformning, publikation P105*.
- Va syd. (2011). *Dagvatten bortkoppling av stuprör*. vasyd.
- Water By Design. (2009). *Concept design guidelines for water sensitive urban design version 1*. Brisbane: South East Queensland Healthy waterways partnership. Hämtat från [healthywaterway: http://waterbydesign.com.au/conceptguide/](http://waterbydesign.com.au/conceptguide/)
- Water by design. (2015). *Guide to the Cost of Maintaining Bioretention Systems (version 1)*. Brsbane: Healthy Waterways.