



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC W 18 016

Examensarbete 30 hp
Maj 2018

Dagvattenhantering på underbyggda gårdar inom kvartersmark

Alma Borg Berggren

REFERAT

Dagvattenhantering på underbyggda gårdar inom kvartersmark

Alma Borg Berggren

I takt med expanderings och förtätning av städer byggs gröna ytor bort medan andelen hårdgjorda ytor ökar. Regn och smältvatten kan inte infiltrera genom de hårdgjorda ytorna vilket innebär att det istället avrinner som dagvatten. Samtidigt som urbaniseringen bidrar till ökad dagvattenavrinning och nederbörds mängderna i ett framtida klimat förväntas öka, blir det allt viktigare att planera för hur dagvatten ska omhändertas i nya bebyggelseområden. Inom flera svenska kommuner ställs idag krav på att dagvatten skall omhändertas inom privata fastigheter innan det ansluts till det allmänna dagvattennätet. Parallellt med detta innebär förtätningen att byggherrar idag ofta åläggs anlägga gårdar med underliggande garage, så kallade underbyggda gårdar. Det fanns ett behov av att förtydliga och undersöka dagens situation gällande dagvattenhantering i kombination med underbyggda gårdar.

Examensarbetets syfte var att samla och skapa ny kunskap om dagvattenhantering på underbyggda gårdar och undersöka hur olika aktörer ser på kraven som ställs på dagvattenhantering. Kvalitativa intervjuer med representanter från de tre aktörsgrupperna VA-huvudmän, ansvariga för detaljplan och byggherrar genomfördes. Syftet var även att utforma ett verktyg för att belysa beröringspunkter mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och andra intressen inom privata fastigheter.

Examensarbetet avgränsades till att studera dagvattenåtgärderna gröna tak, växtbäddar och fördröjningsmagasin. Förutom dagvattenhantering identifierades fem intressen inom kvartersmark som bör bejakas på underbyggda gårdar: *landskapsarkitektur, arkitektur, konstruktion, förvaltning* och *VVS*. Ett verktyg utformades och inkluderade de tre dagvattenåtgärderna samt de fem intressena. Checklistor utformades för att beskriva beröringspunkter mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och de fem intressena. Verktöget består av fyra steg: *Nutida och framtida bebyggelse, Dagvattenkrav, Val av dagvattenåtgärder* samt *Vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar*.

Intervjuresultaten påvisar att flera intervjupersoner upplever att det är svårt att ställa krav på dagvattenhantering då rättsläget är osäkert, samtidigt upplever byggherrar att kraven kan vara svåra att nå på underbyggda gårdar, främst på grund av platsbrist. Checklistornas punkter är tänkta att fungera som vägledande aspekter att beakta vid dagvattenhantering på underbyggda gårdar och behjälpa avvägning av olika intressen. Förhoppningen är att checklistorna kan bidra till en ökad förståelse för förhållandena mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och andra intressen. Examensarbetets resultat visar på att en samverkan mellan de olika intressena behövs för att skapa förutsättningar för en god dagvattenhantering. För att funktionen ska hålla över tid är det även viktigt att gemensamt kommunicera kring syftet med den underbyggda gården.

Nyckelord: dagvatten, underbyggda gårdar, förtätning, underjordiska garage, VA-huvudman, byggherre, parkering

Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet,
Villavägen 16, SE 75236, Uppsala, Sverige.

ABSTRACT

Stormwater management on yards with underground garages

Alma Borg Berggren

With the expansion and densification of cities, green areas are removed while the proportion of hard surfaces are increased. Rain and melt water are not allowed to infiltrate through the hard surfaces, and instead it runs off like stormwater. With this and the expected increase of precipitation due to climate changes, it is becoming increasingly important to plan for the disposal of stormwater in new urban areas. Several Swedish municipalities are today providing restrictions regarding the diversion of stormwater on private properties and requirements that need to be met before connection to the public water network. Meanwhile, densification means that builders today are often forced to build residential yards on underground garages. There was a need to clarify and investigate today's situation regarding stormwater treatment in combination with underground garages.

The purpose of this thesis was to analyse today's state of knowledge about stormwater treatment on yards with underground garages and to investigate how different actors experience the requirements. Qualitative interviews with representatives from the three groups of actors, stormwater sewer operators, planning divisions and developers were conducted. The aim was also to design a tool for highlighting connections between stormwater management and other interests on private properties.

This thesis was delimited to study green roofs, plant beds and detention tanks. Five interests were identified on yards with underground garages: *landscape architecture, architecture, construction, management* and *HVAC*. A tool was designed including the stormwater facilities containing four steps: *Today's and future construction, Stormwater requirements, Choice of facilities* and *Further recommendations or suggestions for corrections*. Within the tool, four checklists were established to describe connections between stormwater treatment on yards with underground garages and the interests.

The interview results show that several interviewees find it difficult to impose restrictions for stormwater management due to legal uncertainties. Meanwhile developers find following the restrictions can be difficult with yards with underground garages, mainly due to lack of space. The checklists are intended to serve as guiding points that should be taken into consideration in stormwater management on underground garages and to help balance different interests. The hope is that the checklists can contribute to an increased understanding of the relationships between stormwater management with underground garages and other interests. The results of the thesis show that interaction between the various interests is needed to create conditions for a good stormwater management and that communication about a joint purpose for the yard with an underground garage is important for maintaining the function of the yard.

Key words: stormwater, yard, underground garage, densification, stormwater sewer operator, developer, parking

Department of Earth Sciences, Uppsala University
Villavägen 16, SE 75236, Uppsala, Sweden.

FÖRORD

Med detta examensarbete avslutar jag mina studier vid Civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Examensarbetet har gjorts på Tyréns AB i Stockholm. Jag vill tacka min handledare, Joel Bladh på VA-avdelningen, som initierade examensarbetet inom detta område och som varit till hjälp under examensarbetets gång. Jag vill tacka Roger Herbert, universitetslektor vid Uppsala Universitet, för att du ställde upp som ämnesgranskare och för hjälp med rapport och examensarbetets upplägg. Jag vill också rikta ett tack till alla som har ställt upp på intervjuer, utan ert deltagande hade det här examensarbete inte blivit något. Jag har gått från varje intervju med ett leende på läpparna och ert engagemang och intresse för ämnet har gett mig energi i mitt examensarbete. Tack så mycket!

Till sist vill jag tacka familj och vänner som ständigt har stöttat mig under studietiden och examensarbetets gång!

Uppsala, 2018

Alma Borg Berggren

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Dagvattenhantering på underbyggda gårdar inom kvartersmark

Alma Borg Berggren

Urbanisering innebär att befolkningen i städerna ökar och den utvecklingen förväntas fortsätta i framtiden. Fler vill bosätta sig i städerna och bostadsefterfrågan är idag hög. Samtidigt som nya bostäder behöver byggas måste även parkeringsbehovet tillgodoses och att kunna parkera sin bil i anslutning till bostaden är för många önskvärt vid köp av ny bostad. En lösning som kan kombinera dessa två intressen är att parkeringsgarage byggs under bostadens innergård, lösningen kan benämnas underbyggda gårdar. Andra benämningar på underbyggda gårdar kan vara takträdgårdar, underbyggda konstruktioner eller trädgårdar på gårdsbjälklag. Denna typ av lösning är idag vanlig då nya områden byggs. Genom att omvandla det gråa garagetaket till en grön gård kan takytan utnyttjas och de boende kan vistas på gården. Närheten till den gröna gården göra att barn kan leka, sommarmiddagar kan anordnas och de boende kan blicka ut på en blomstrande gård från fönster eller balkong. Genom underbyggda gårdar kan markparkeringar gömmas i underjordiska garage och mindre grönytor tvingas tas i anspråk.

Naturen omhändertar regn- och smältvatten genom infiltration i marken, upptag i växter och avdunstning. Vid exploatering av nya områden byggs grönområden om och ersätts med byggnader och infrastruktur. Vatten på urbana ytor såsom vägar, tak och parkeringar kan inte infiltrera i samma grad som på en naturlig grönyta och vattnet avrinner istället längs med ytan. Det vatten som uppkommer genom avrinning på urbana ytor kallas dagvatten. Urbanisering innebär generellt en högre dagvattenavrinning än från naturliga områden vilken kan leda till översvämningssproblematik vid stora skyfall. Klimatscenarior för framtiden visar även att det i Sverige förväntas mer nederbörd under årets alla årstider, något som ytterligare ökar dagvattenavrinningen.

Dagvatten har traditionellt sett samlats upp och avletts genom kommunala dagvattenledningar till närmaste vattendrag, men idag är synsättet annorlunda. Istället förespråkas en hållbar dagvattenhantering för att efterlikna naturens omhändertagande av vatten. Detta innebär bland annat att dagvatten bör omhändertas så nära källan som möjligt med lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark. Flera svenska kommuner upprättar idag dagvattenpolicys i syfte att skapa en samlad syn för hur hantering av dagvatten ska ske inom kommunen. Inom flera kommuner upprättas även riktlinjer för dagvatten som uppkommer inom privata fastigheter. Det kan exempelvis handla om att en viss mängd dagvatten måste magasineras inom fastigheten innan det får släppas på det allmänna dagvattennätet. Riktlinjerna utformas vanligen genom ett vägledande dokument alternativt genom implementering av krav i detaljplan eller exploateringsavtal mellan byggherre och kommun.

För att tillgodose kommunala riktlinjer på dagvatten behöver dagvatten hanteras på de underbyggda gårdarna. Inte sällan är hela gården underbyggd och tillgång till grönytor där dagvatten kan infiltrera ner till grundvattnet saknas helt. Det finns ett behov av att tydliggöra dagens situation gällande dagvattenhantering på underbyggda gårdar och examensarbetets syfte var därför att undersöka kunskapsläget om ämnet. Dagvattenhantering på underbyggda gårdar innebär att flera intressen måste bejakas,

därför skulle ett verktyg utvecklats för att belysa beröringspunkter mellan dagvattenhantering och andra intressen inom privata fastigheter. Verktuget var tänkt att utgå från de dagvattenåtgärder som anses mest återkommande inom projekt med underbyggda gårdar.

Examensarbetet inleddes med en litteraturstudie där böcker, regelverk, vetenskapliga rapporter och dagvattenutredningar studerades gällande dagvattenhantering, juridiken kring dagvatten och underbyggda gårdar. Därefter utformades frågor till efterföljande intervjuförfarande där totalt nio kvalitativa intervjuer utfördes med representanter från de tre aktörgrupperna byggherrar, ansvariga för detaljplan och VA-huvudmän. Intervjuerna hölls på intervjupersonernas arbetsplatser runt om i Stockholm med omnejd. Utifrån litteraturstudien och intervjuresultaten kunde fem intressen förutom dagvattenhantering på underbyggda gårdar identifieras. Dessa intressen var *Landskapsarkitektur, Arkitektur, Konstruktion, Förvaltning* och *VVS*.

Ett verktyg utformades i kalkylprogrammet Excel för att underlätta att förstå de komplexa förhållandena mellan de fem intressena och dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Verktuget är användarvänligt och innehåller informationsrutor och tydliga instruktioner. Användaren fyller i vilket krav på dagvatten som gäller, vilka och hur stora ytor som finns inom den privata fastigheten (exempelvis gröna ytor, tak och stensatta ytor). Användaren får därefter välja bland de tre dagvattenåtgärderna gröna tak, växtbäddar och fördröjningsmagasin och verktuget guidar användaren fram tills att kraven uppfylls. Verktuget innehåller även checklistor som beskriver viktiga punkter att ha i beaktande vid planering av dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Förhoppningen är att verktuget kan användas för att förenkla processen vid planering av dagvattenhantering på underbyggda gårdar.

Intervjuresultaten visar på att flera intervjupersoner från kommuner upplever att det är svårt att ställa krav på dagvattenhantering då rättsläget är osäkert. Samtidigt upplever intervjuade byggherrar att kommunala riktlinjer kan vara mer utmanande att nå på underbyggda gårdar jämfört med gårdar som inte är underbyggda, främst på grund av platsbrist. Många funktioner och värden ska fyllas på den underbyggda gården; den ska inrymma dagvattenhantering, den ska vara säker för läckage och konstruktionen ska kunna hålla den last som finns på gården. Samtidigt bör den underbyggda gården planeras så att den blir vistelsevänlig och trevlig för de boende. Flera av funktionerna tar plats och på underbyggda gårdar är detta ofta begränsat. Det behövs därmed en ökad samverkan mellan de olika intressena och de tjänstepersoner som är involverade i planering och byggande av underbyggda gårdar. Samtidigt krävs en samsyn över den underbyggda gårdens funktion, en gård som är utformad att ha vissa vistelsevänliga syften ser ofta inte ut som en gård utformad för dagvattenhantering.

Sammanfattningsvis krävs en samverkan mellan intressena på underbyggda gårdar. Förhoppningen är att verktuget även kan användas som information till alla aktörer, både de i projekteringen men även kravställare, för att skapa större förståelse kring de komplexa förhållandena mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och andra intressen på kvartersmark.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEDNING | 1 |
| 1.1 | SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR | 2 |
| 1.2 | AVGRÄNSNINGAR | 2 |
| 2 | TEORI | 3 |
| 2.1 | DAGVATTEN | 3 |
| 2.1.1 | Föreningar i dagvatten | 4 |
| 2.1.2 | Dagvatten i ett framtida klimat | 4 |
| 2.1.3 | Dagvattenhantering | 5 |
| 2.2 | JURIDIK OCH ANSVAR FÖR DAGVATTEN | 5 |
| 2.2.1 | Dagvattens juridiska definition | 5 |
| 2.2.2 | Allmänna dagvattenanläggningar | 6 |
| 2.2.3 | Kommunens ansvar vid detaljplaneläggning | 6 |
| 2.2.4 | VA-huvudmannens ansvar | 7 |
| 2.2.5 | Fastighetsägarens ansvar | 7 |
| 2.2.6 | Riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark i de intervjuade kommunerna | 8 |
| 2.2.7 | Avsaknad av nationella riktlinjer och dagens juridiska läge | 9 |
| 2.3 | GRÖNYTEFAKTOR | 11 |
| 2.4 | UNDERBYGGD GÅRD | 11 |
| 2.4.1 | Tidigare studier av underbyggda gårdar | 12 |
| 2.4.2 | Uppbyggnaden av underbyggda gårdar | 12 |
| 2.4.3 | Förutsättningar på underbyggda gårdar | 14 |
| 2.4.4 | Syftet med underbyggda gårdar | 16 |
| 2.5 | DAGVATTENÅTGÄRDER PÅ UNDERBYGGDA GÅRDAR | 17 |
| 2.5.1 | Gröna tak | 17 |
| 2.5.2 | Växtbäddar | 18 |
| 2.5.3 | Fördröjningsmagasin | 20 |
| 3 | METOD | 21 |
| 3.1 | LITTERATURSTUDIE | 21 |
| 3.2 | KVALITATIVA INTERVJUER | 21 |
| 3.2.1 | Urval | 22 |
| 3.2.2 | Kontakt | 22 |
| 3.2.3 | Intervjuguide | 23 |
| 3.2.4 | Forskningsetik | 23 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.5 | Vetenskaplighet | 24 |
| 3.3 | VERKTYG | 24 |
| 3.3.1 | Beräkningsmetodik | 25 |
| 4 | RESULTAT..... | 28 |
| 4.1 | INTERVJURESLTAT | 28 |
| 4.1.1 | Anledningar till att underbygga och dess möjligheter..... | 28 |
| 4.1.2 | Krav på dagvattenhantering och aktörernas syn på att uppfylla dessa på underbyggda gårdar | 30 |
| 4.1.3 | Juridiken kring dagvatten och syn på ansvar..... | 32 |
| 4.1.4 | GYF, grönytor och jorddjup | 35 |
| 4.1.5 | Problem och eventuella risker med underbyggda gårdar | 37 |
| 4.1.6 | Uppföljning..... | 39 |
| 4.2 | INTRESSEN INOM KVARTERSMARK | 40 |
| 4.3 | VERKTYG | 40 |
| 4.3.1 | Utformning av verktyg | 40 |
| 4.3.1.1 | STEG 1: Nutida och framtida bebyggelse..... | 40 |
| 4.3.1.2 | STEG 2: Dagvattenkrav | 41 |
| 4.3.1.3 | STEG 3: Val av dagvattenåtgärder..... | 41 |
| 4.3.1.4 | STEG 4: Vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar... | 42 |
| 4.3.1.5 | Checklistor | 43 |
| 5 | DISKUSSION | 47 |
| 5.1 | DISKUSSION AV INTERVJURESLTAT OCH INTERVJUFÖRFARANDET | 47 |
| 5.2 | DISKUSSION AV VERKTYGET | 48 |
| 5.3 | DISKUSSION UTIFRÅN FRÅGESTÄLLNINGAR | 49 |
| 6 | SLUTSATS..... | 53 |
| 6.1 | FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA STUDIER | 53 |
| 7 | REFERENSFÖRTECKNING..... | 54 |
| | BILAGA A INTERVJUGUIDE | 59 |
| | BILAGA B VERKTYG | 61 |

1 INLEDNING

Sedan 1950-talet har urbaniseringen i världen ökat snabbt och idag bor mer än hälften av jordens befolkning i urbana områden. Globalt utgör befolkningen i urbana områden 54 % av den totala befolkningen (FN, 2014) och i Sverige är siffran 85 % (Svanström, 2015). Drivkrafterna bakom urbanisering har historiskt sett varit ekonomiska och sociala faktorer och utvecklingen förväntas fortskrida de kommande decennierna med en prognos att 66 % av jordens befolkning är boende i urbana områden år 2050 (FN, 2014). En generell effekt av urbanisering är att naturliga ytor ersätts med artificiella, ogenomsläppliga material (Butler & Davies, 2004) såsom vägar och tak. Nederbörd som faller på dessa ytor kan inte infiltrera lika mycket som på naturlig mark och vattencykeln ändras. Den ökade andelen hårdgjorda ytor påverkar avrinningen med avseende på högre avrinningstoppar och större vattenvolymer (Olsen, 2015). Det vatten som faller inom områden med hårdgjorda ytor och som efter avdunstning, infiltration eller upptag av växter avleds på ytan, kallas dagvatten (Svenskt vatten, 2016). Dagvatten samlas upp i gatubrunnar och avleds till recipient (SMHI, 2017).

En annan faktor som gör att dagvattenproblematiken förväntas öka är framtida klimatförändringar. I Sverige förväntas nederbörden bli större, detta gäller för hela landet, under alla årstider och tillfällen med extrem korttidsnederbörd kan antas inträffa allt oftare (Eklund et al., 2015). En slutsats är att dagvatten måste beaktas tidigt i planeringen av nya områden och hanteringen av dagvatten måste förbättras för att kunna ta hand om framtida ökade flöden (Klimatanpassningsutredningen, 2017). Flera kommuner har upprättat dagvattenpolicys eller dagvattenstrategier i syfte att förtydliga arbetet med långsiktigt hållbar dagvattenhantering och den förväntade ökade problematiken kring dagvatten innebär att det finns ett behov av att kunna reglera det dagvatten som leds till de allmänna VA-anläggningarna (Naturvårdsverket, 2017a).

Ett ökat intresse av att bo i städerna gör att bostadsefterfrågan växer och idag förespråkas en stadsbyggnad som är både tät och grön. Svenska städer byggs inåt genom att förtäta och bygga på områden som tidigare inte varit bostadsmark, på detta sätt kan fler människor vistas i staden samtidigt som trycket på naturområden utanför staden minskar (SKL, 2016a). Transportsträckorna blir kortare och infrastrukturen blir effektivare i den täta staden.

I samband med förtätning riskerar man att bygga bort grönytor som fyller viktiga funktioner i staden såsom bullerreducering och flödesreducering. I syfte att säkerställa andelen grönytor och inte förlora dessa värden, tas politiska beslut om grön stadsbyggnad och utveckling av gröna stadsdelar (Capener et al., 2017a.; Alberg et al., 2017). Den gröna stadsbyggnaden innebär ofta att gröna anläggningar byggs på bjälklagskonstruktioner, ett exempel är grönytor som anläggs ovanpå underjordiska parkeringsgarage (Capener et al., 2017a) där grönytan fungerar som en innergård för de boende. Anledningen till att dessa underbyggda gårdar byggs är på grund av platsbrist och mark sparas då garaget byggs under en innergård (Waernulf, 2005).

Byggherrar åläggs bygga underbyggda gårdar och avsaknaden av tillräcklig kunskap kan riskera att konstruktionerna blir ett problem i framtiden (Alberg et al., 2017). En allt tätare stadsbild kombinerat med höjda miljökrav innebär stora utmaningar för

dagvattenhantering inom kvartersmark, något som blir ännu mer utmanande om kvarteret underbyggs med garage. Med detta som bakgrund finns ett behov av att tydliggöra situationen för dagvattenhantering på underbyggda gårdar och de krav som ställs på fastighetsägarna.

1.1 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet med examensarbetet var att samla och skapa ny kunskap om dagvattenhantering på underbyggda gårdar och undersöka hur olika aktörer ser på kraven som ställs. Representanter från tre aktörsgrupper har intervjuats under examensarbetet, dessa var VA-huvudmän, ansvariga för detaljplan och byggherrar. Syftet var även att undersöka hur kommuners och VA-bolags kravställningar översätts till verkliga dagvattenlösningar inom kvartersmark med underbyggd gård. Syftet uppfylldes genom kvalitativa intervjuer och en litteraturstudie av ämnet. Dagvattenhantering på underbyggda gårdar innebär att flera intressen måste bejakas, därför har ett verktyg utvecklats under examensarbetets gång. Tanken med verktyget var att det skulle belysa beröringspunkter mellan dagvattenhantering och andra intressen inom kvartersmark och utgå från de dagvattenåtgärder som anses vedertagna inom projekt med underbyggda gårdar. För att uppfylla syftena skulle examensarbetet besvara följande frågeställningar:

- Hur ser de tre aktörsgrupperna byggherrar, ansvariga för detaljplan och VA-huvudmän på dagvattenhantering på underbyggda gårdar samt kraven på dagvattenhantering?
- Vilka risker och problem kan identifieras med dagvattenhantering på underbyggda gårdar?
- Vilka möjligheter kan identifieras med dagvattenhantering på underbyggda gårdar?
- Vilka intressen inom kvartersmark berör dagvattenhantering på underbyggda gårdar och på vilket sätt?

1.2 AVGRÄNSNINGAR

För att fokusera examensarbetet gjordes ett antal avgränsningar. Endast åtgärder inom kvartersmark fram till allmän förbindelsepunkt har studerats, inte allmänna dagvattenanläggningar. Fokus har legat på fördröjning av dagvatten. Endast kvartersmark med underbyggda gårdar kommer utredas och examensarbetet fokuserar på nybyggnation inom exploaterings- eller förtätningsområden. Detta examensarbete syftar inte till att avgöra vilka planbestämmelser gällande dagvatten som är lagliga då rättsläget kring dagvatten idag är oklart, det kommer istället fokusera på att belysa problematiken och de olika aktörernas syn på detta. Intervjustudien har sin geografiska avgränsning kring Stockholmsområdet. Till sist kommer ekonomiska beräkningar och ställningstagande inte göras.

2 TEORI

Syftet med detta avsnitt är att ge läsaren insikt i dagvatten, juridiken och ansvar för dagvatten, underbyggda gårdar samt dagvattenåtgärder på underbyggda gårdar.

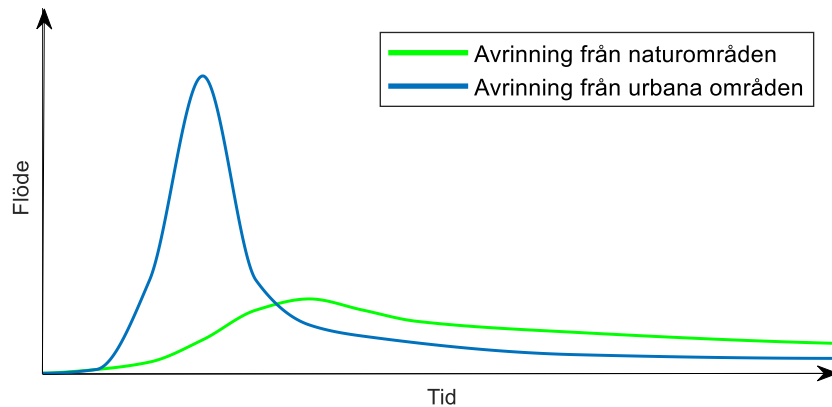
2.1 DAGVATTEN

Dagvatten är det vatten som faller inom områden med hårdgjorda ytor och som efter avdunstning, infiltration eller upptag av växter avleds på ytan. Dagvattenavrinningen från ett område beror i stora drag på regnets intensitet, markytans storlek och markytans avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienten beskriver hur stor del av nederbörden som kan omvandlas till avrinning och är kopplad till andelen hårdgjorda ytor och exploateringsgrad inom området (Svenskt vatten, 2016). I Tabell 1 visas avrinningskoefficienter för ett antal olika yttyper. Ett område med hög andel hårdgjorda ytor ger ett större dagvattenflöde då vattnet inte har möjlighet att avdunsta, tas upp av växtlighet eller infiltrera. En avrinningskoefficient på 1,0 motsvarar att allt vatten avrinner på ytan.

Tabell 1 Avrinningskoefficienter för nio yttyper enligt P110 (Svenskt vatten, 2016). Avrinningskoefficienterna gäller för dimensionerande kortvariga regn.

| Yttyp | Avrinningskoefficient ϕ |
|---|---------------------------------|
| Tak utan ytmagasin | 0,9 |
| Betong och asfaltsyta, berg i dagen i stark lutning | 0,8 |
| Stensatt yta med grusfogar | 0,7 |
| Grusväg, starkt lutande bergigt parkområde utan nämnvärd vegetation | 0,4 |
| Berg i dagen i inte alltför stark lutning | 0,3 |
| Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark | 0,2 |
| Park med rik vegetation samt kuperad bergig skogsmark | 0,1 |
| Odlad mark, gräsyta, ängsmark m.m. | 0–0,1 |
| Flack tätbevuxen skogsmark | 0–0,1 |

Med uppgifter om yttyper och delareor, kan en sammanvägd avrinningskoefficient för ett område beräknas (Svenskt Vatten, 2016). Exploatering av områden innebär en förändrad sammanvägd avrinningskoefficient och Svenskt vatten (2016, s. 35) konstaterar att ”utbyggnad av nya bebyggelseområden ger ett förändrat avrinningsförlopp om ingen fördröjningsåtgärd genomförs”. Skillnaden i avrinningsbilden mellan ett område som utgörs av naturmark och ett som utgörs av urbana områden kan beskrivas med Figur 1. Avrinningstopparna blir högre i det urbana området samtidigt som dagvattenvolymerna blir större. Det sker även en förskjutning av avrinningsförloppet och avrinningstoppen för urbana områden uppstår tidigare jämfört med naturområden (Stahre, 2004).



Figur 1 Principskiss över förändrat avrinningsförlopp för ett område med naturmark respektive bebyggelse. Graf baserad på Stahre (2004).

2.1.1 Föroreningar i dagvatten

Förutom att dagvatten kan orsaka översvämningsproblematik kan det beskrivas som ett transportmedium för föroreningar. Dagvattnets kvalitet beror på avrinningsområdets egenskaper och beroende på yttypen blir koncentrationen av föroreningar olika och skiljer sig för exempelvis tak, gårdsyta eller trafikytor (Butler & Davies, 2004; Svenskt Vatten, 2016). Dagvattenföroreningar följer med dagvattnet som i slutändan släpps ut till recipienter, ofta helt orenat. Beroende på recipientens känslighet och innehållet av dagvattenföroreningar kan utsläppen bidra till att miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsten inte kan följas (Länsstyrelsen Västmanlands län, 2017).

Dagvattenkvaliteten beror på vilken typ av urban yta vattnet rinner över. Föroreningskällan kan vara trafik, byggnadsmaterial, industriområden, byggarbetsplatser, parker och trädgårdar (Wiklander, 2017). I tabell 2 visas schablonhalter för dagvatten för industriområden, flerfamiljshusområde, trafikytor och parkering. Värdena är empiriskt framtagna utifrån flödesproportionella data från flertalet urbana områden och landsbygdsområden (StormTac, 2015).

Tabell 2 Föroreningar i dagvatten för ett antal olika områdestyper utifrån StormTacs schablonhalter (StormTac, 2017).

| Dagvatten från | Bly µg/l | Koppar µg/l | Zink µg/l | Kadmium µg/l | Kväve µg/l | Fosfor µg/l |
|----------------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|
| Industriområde | 30 | 45 | 270 | 1,5 | 1800 | 300 |
| Flerfamiljshusområde | 15 | 30 | 100 | 0,7 | 1600 | 300 |
| Trafikytor | 3–140 | 20–280 | 30–2040 | 0,3–1,3 | 2400 | 140–720 |
| Parkering | 30 | 40 | 140 | 0,45 | 1100 | 100 |

Att åstadkomma rening av dagvattenföroreningar som förekommer i låga halter kan vara svårt och det är därmed nödvändigt att arbeta med uppströmsarbete. Att fundera över samt undvika vissa materialval och substanser som kan hamna i dagvattnet är av stor vikt (Svenskt vatten, 2016).

2.1.2 Dagvatten i ett framtida klimat

Nederbördsmängderna förväntas öka i och med ett förändrat klimat. Vi kan förvänta oss kraftigare regn under årets alla årstider vilket ställer ökade krav på en fungerande

dagvattenhantering (Svenskt vatten, 2016). Framtida klimatscenarier innebär att man måste lägga till en klimatfaktor vid beräkning av framtida flöden. I skrivande stund är den rekommenderade klimatfaktorn i Sverige minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme och minst 1,20 för regn med längre varaktighet (*ibid*). Det är allt viktigare att ta hänsyn till dagvatten vid planering av ny bebyggelse och de ökade vattenflödena som följer av det förändrade klimatet gör det nödvändigt att effektivt hantera dagvatten i och omkring urbana miljöer (Klimatanpassningsutredningen, 2017).

2.1.3 Dagvattenhantering

Traditionellt sett har samhällets dagvattenhantering bestått av att ledningar byggts för att leda undan dagvatten från områden och transportera det för utsläpp till närmaste recipient. Synen på dagvatten har de senaste decennierna förändrats från att ses som ett kvittblivningsproblem till att alltmer ses som en resurs för det urbana landskapet (Stahre, 2004). Stahre (2004) definierar en långsiktigt hållbar dagvattenhantering som en hantering skapad för att efterlikna naturens sätt att ta hand om nederbörd.

Dagvattenåtgärder kan indelas i fyra kategorier: lokalt omhändertagande, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning. Den förstnämnda, lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), innebär att dagvattnet omhändertas direkt på platsen och syftar på små dagvattenanläggningar inom privatägd mark. Syftet är att fördröja avrinningen innan det leds ut till det allmänna dagvattennätet (Stahre, 2004). Lokalt omhändertagande av dagvatten innefattar flera typer av åtgärder såsom gröna tak, infiltrationsytor, perkolationsanläggningar och genomsläppliga beläggningar (Svenskt vatten, 2011). Den kombinerade effekten av att nyttja lokalt omhändertagande av dagvatten blir stor trots att dagvattenavrinningen från en enskild fastighet är relativt liten (Stahre, 2004).

2.2 JURIDIK OCH ANSVAR FÖR DAGVATTEN

2.2.1 Dagvattens juridiska definition

Dagvatten regleras i flera svenska regelverk, dessa är Lagen om allmänna vattentjänster (LAV), Miljöbalken (MB), Plan och bygglagen (PBL) samt kommunernas allmänna bestämmelser om användande av allmänna vatten och avloppsanläggningar (ABVA). Begreppet dagvatten har ingen klar och entydig juridisk definition i svensk lag. I Lagen om allmänna vattentjänster innefattas bortledning av dagvatten i termen avlopp men ingen klar definition av dagvatten ges. Dagvatten beskrivs dock i lagens proposition (prop. 2005/06:78 s. 44) som tillfälliga flöden av regnvatten, smältvatten och framträngande grundvatten samt spolvatten (Klimatanpassningsutredningen, 2017). I Miljöbalken beskrivs att dagvatten går under benämningen avloppsvatten vilket innebär att utsläpp av dagvatten klassas som miljöfarlig verksamhet (9 kap 1 § MB, 9 kap 2 § MB). Termen avloppsvatten beskriver inte hur förorenat vattnet är eller hur stora kvantiteter det rör sig om (Havs- och vattenmyndigheten, 2015).

Enligt Klimatanpassningsutredningen (2017) är det gemensamma för de olika definitionerna av dagvatten att det är en tillfällig ansamling av vatten där det inte beständigt finns vatten. Vatten till följd av nederbörd och smältvatten räknas som dagvatten men det råder oklarhet om framträngande grundvatten ska ses som dagvatten eller inte. Att dagvatten inte är definierat i svensk lag kan innebära ett problem vid tillämpningsfrågor men Klimatanpassningsutredningen (*ibid*) menar att en definition av dagvatten i ny lagstiftning inte är nödvändig då en lösare definition kan vara att föredra då man kan diskutera dagvattenfrågan från fall till fall.

2.2.2 Allmänna dagvattenanläggningar

Det allmänna dagvattennätet dimensioneras inte för att ta hand om alla regntillfällen, utan ansvaret sträcker sig till en viss nivå. För nya områden dimensioneras allmänna dagvattennät enligt den nya branschstandarden P110 (Svenskt vatten, 2016). För fyllda ledningar är VA-huvudmannen skyldig att avleda dagvatten för dimensionerande regn med en återkomsttid på 2–10 år beroende på områdestyp. I händelse av större regn, när de allmänna dagvattenledningarna är fyllda, ligger ansvaret på kommunens planering för att säkerställa omhändertagandet av dagvatten (Svenskt vatten, 2016). Kommunen måste ha förberett sig på ett sätt som skapar förutsättningar för att avleda dessa stora regn. Höjdsättning av bebyggelse och gator samt placering av avvattningsstråk är exempel på förutsättningar som är av stor vikt för att kunna avleda vatten och inte riskera byggnader och människor. Det finns ingen lagstiftning för hur stora regn som kommunerna ska planera efter men i P110 rekommenderas att kommuner startar en intern diskussion utifrån ett regn med återkomsttid 100 år (Svenskt vatten, 2016).

2.2.3 Kommunens ansvar vid detaljplaneläggning

I detaljplan ska kommunen ange gränserna för allmänna platser, kvartersmark och vattenområden och har möjlighet att kontrollera användningen av dessa områden. Detaljplanen får rättsverkan och ligger till grund för den kommande bygglovsprocessen (Boverket, 2014). Dagvattenfrågan är en komplex fråga som berör flera aktörer. I samband med detaljplaneläggning, alltså i tidiga planskeden, ska en dagvattenutredning tas fram för hela området, denna ansvarar kommunen för. Dagvattenutredningen ska ge en beskrivning av området och dess tänkta exploatering och syftar till att visa hur hantering av dagvatten kan lösas inom detaljplaneområdet. Beroende på platsens förutsättningar kan olika åtgärder föreslås i dagvattenutredningen, exempelvis förslag till höjdsättning, lokalisering av öppna avvattningsstråk, placering av fördröjningsmagasin och dagvattendammar (Boverket, 2015a).

Kommunen är enligt PBL 2 kap 2 § ansvarig för att marken som tas i anspråk i detaljplanen är lämpad för det ändamål som beskrivs i detaljplanen. Kommunen måste kunna visa att ett problem med dagvatten i det anspråkstagna området går att lösa alternativt kan kommunen införa särskilda planbestämmelser för att göra marken lämplig för exempelvis bebyggelse (Boverket, 2015b). Kommunen kan i detaljplan ange vissa förutsättningar för att en avvattning ska kunna ske på ett säkert sätt genom planbestämmelser. Det kan handla om bestämmelser för höjdsättning eller viss andel hårdgjord/genomsläpplig yta (Boverket, 2015c). Länsstyrelsen har ansvar för tillsynen och skall se till att kommunen fullgör sitt ansvar.

Ansvarsfrågan kring dagvatten är komplex och Svenskt Vatten (2017) menar att det både är kommunernas och de enskilda fastighetsägarnas ansvar att ta hand om den ökade dagvattenbildningen. Fastighetsägarna ska genom att begränsa dagvattnet inom den egna fastigheten ta sitt ansvar och kommunen ska i sin roll som samhällsplanerare uppfylla sin skyldighet.

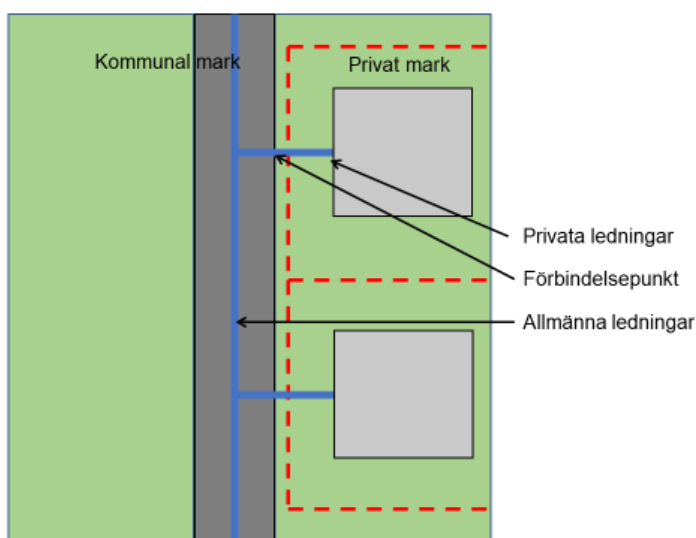
2.2.4 VA-huvudmannens ansvar

VA-huvudmannen är den som har ansvar för allmänna VA-anläggningars byggande och underhåll. VA-huvudmannen är en juridisk person och kan vara en kommun eller ett kommunalägt bolag (Boverket, 2015d). Enligt 10 § Lagen om allmänna vattentjänster ska en allmän VA-anläggning anordnas och drivas för att uppfylla de krav som kan ställas med hänsyn till skyddet för människors hälsa och miljö. VA-huvudmannen ansvarar för att avleda samt vid behov rena dagvatten inom dess verksamhetsområde. VA-huvudmannen är dessutom ansvarig att bestämma en förbindelsepunkt till vilken fastighetsägaren kan ansluta sina privata ledningar till de allmänna ledningarna.

Gällande dimensionering av allmänna anläggningar har Högsta domstolen (NJA 1991) fastställt att kommunerna har ett ansvar att ordna och sköta den allmänna anläggningen så att ett regn med lägre återkomsttid än 10 år inte har negativ påverkan på bebyggelse (Svenskt vatten, 2016). Klimatanpassningsutredningen menar att branschen idag är överens om att VA-huvudmannens ansvar inte sträcker sig till regn med längre återkomsttid än 10 år.

2.2.5 Fastighetsägarens ansvar

Kvartersmark definieras som mark som enligt detaljplan inte ska vara allmän plats eller vattenområde (Plan och bygglagen, 1 kap 4 §). Kommunen skall i detaljplan precisera hur kvartersmarken får användas, syftet kan exempelvis vara bostäder, industri eller detaljhandel (Boverket, 2017a). Vidare är fastighetsägaren ansvarig för avvattningen av den egna kvartersmarken (Boverket, 2015d) samt för att betala avgifter för att finansiera VA-huvudmannens hantering genom VA-taxan. Gränsen mellan VA-huvudmannens ledningar och fastighetsägarens privata ledningar sker i förbindelsepunkten (Figur 2). Förbindelsepunkten ligger vanligtvis vid tomtgränsen eller direkt utanför denna. För dagvatten finns det fall utan upprättande av förbindelsepunkt, såsom om dagvattnet ska avledas till allmänna ledningar på andra sätt än genom ledningar, såsom via ett dike (Järfälla kommun, 2017). För kvartersmark är byggherrar ansvariga för att ta fram och bekosta en dagvattenutredning.



Figur 2 Förbindelsepunkt för privata ledningar. Illustration baserad på Järfälla, 2017.

2.2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark i de intervjuade kommunerna

Det saknas nationella krav på dagvattenhantering men gällande rening måste varje kommun se till att de miljökvalitetsnormer som ställs i EU:s ramdirektiv för vatten uppfylls. Vattendirektivets (2000/60/EG) syfte är att säkerställa en god yt- och grundvattenkvalité inom EU:s alla medlemsländer. Flera kommuner har valt att upprätta dagvattenpolicys eller dagvattenstrategier för att uppnå en hållbar dagvattenhantering. Det är inte ett lagkrav att ha en dagvattenstrategi men med en välplanerad och bred överenskommelse om en sådan, kan förutsättningar för att uppnå en långsiktigt hållbar dagvattenhantering skapas (Naturvårdsverket, 2017a). Då de flesta regn som faller till volymen är relativt små, kan stor del av den totala årsvolymen fördröjas även om relativt små krav ställs. Exempelvis kan krav om lokalt omhändertagande av de första tio millimetrarna av ett regn innebära en fördröjning av 75 % av årsnederbörden (Svenskt vatten, 2016). Som en del i åtgärdsplanen för Norra Östersjöns vattendistrikt ska kommuner inom distriktet utveckla dagvattenplaner för att vidta de åtgärder som krävs för att miljökvalitetsnormerna ska kunna uppnås. Denna åtgärd är främst kopplad till fyra av de sexton svenska miljömålen; Giftfri miljö, God bebyggd miljö, Ingen övergödning och Hav i balans samt levande kust och skärgård (Länsstyrelsen Västmanlands län, 2017).

Utöver eventuell dagvattenstrategi inom kommunen kan det förekomma krav eller riktlinjer för hantering av dagvatten inom kvartersmark. Kraven på dagvattenhantering inom kvartersmark kan se olika ut, för att belysa detta redogörs nedan för fyra kommuners riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark. De fyra kommunerna, Nacka kommun, Stockholms stad, Sundbybergs stad och Tyresö kommun, representerar kommuntillhörigheterna för examensarbetets intervjupersoner (se avsnitt 3.2.2). En sammanfattning av riktlinjerna ses i Tabell 3.

Nacka vatten och avfall AB är VA-huvudman i Nacka kommun. Inom kommunen har riktlinjer utformats för allmän mark och kvartersmark. Riktlinjerna anger minimikrav för dagvattenhanteringen inom kvartersmark och principer i form av förslag på hur dagvattnet kan tas om hand för att nå riktlinjerna. Dokumentet är utformat efter kommunens dagvattenstrategi och Svenskt vattens publikationer P105 och P110. I korta drag innebär riktlinjerna att LOD-lösningar skall dimensioneras för ett regndjup på minst 10 mm. Fördröjningskravet innebär att ingen dagvattenavrinning från kvartersmarken får ske förrän 10 mm nederbörd har fallit. Volymen skall avtappas under 6–12 h vilket motsvarar en fördröjning och rening av 75–80 % av årsnederbörden (Nacka kommun, 2017).

Stockholm Vatten och Avfall verkar som VA-huvudman för Stockholms stad och Huddinge kommun. Bolaget ligger i framkant gällande kravställandet av dagvatten. Tillsammans med Stockholm stads tekniska förvaltningar har en så kallad åtgärdsnivå tagits fram för att tydliggöra vilka krav som ställs på fördröjning och utformning av dagvattenåtgärd. Åtgärdsnivån har tagits fram utifrån stadens dagvattenstrategi från 2015. Utgångspunkten i riktlinjerna är att rening och fördröjning av dagvatten som uppstår på kvartersmark ska ske inom kvartersmarken. För att miljökvalitetsnormerna ska nås i recipienterna har en bedömning gjorts att en minskning på 70–80 % av dagvattenföroreningarna måste ske. Denna procentuella minskning innebär att cirka

90 % av dagvattnets årsvolym måste fördröjas och renas vilket har översatts till att en våtvolum på 20 mm måste genomgå ett fördröjande steg. Reningen måste vara mer långtgående än sedimentation. Vidare nämns att dagvattenanläggningen måste utformas med en bräddfunktion så att större flöden än de som motsvarar 20 mm kan avledas. (Stockholm stad, 2016). Avtappningstiden för anläggningarna ska högst vara 12 h för att ett nytt regn ska kunna inrymmas men bör inte vara för snabb så att reningen missgynnas (Stockholms stad, 2017). Framtagandet av riktlinjer för allmän plats är under arbete (Stockholm vatten och avfall, 2017).

Inom Sundbybergs stad har Sundbyberg Avfall & Vatten (SAVAB) huvudmannskapet. Antagande av dagvattenpolicy gjordes 2017 med syftet att ange kommunens viljeriktning för hantering av dagvatten. Policyn har inga specifika krav utan det uttrycks endast att både kvartermark och allmän mark långsiktigt ska skapa värden för stadsmiljön och minimera negativ påverkan på natur och människors hälsa. Inom kommunen ska de vattenflöden som motsvarar naturmarksavrinning fördröjas (Sundbybergs stad, 2017). I kommunens allmänna bestämmelser för vatten och avlopp, punkt 43, föreskrivs även att SAVAB i egenskap av huvudman har rätt att föreskriva en viss fördröjning av dagvatten inom fastighet så att ett visst maxflöde till förbindelsepunkten inte överskrids (Sundbyberg avfall och vatten, 2016).

Kommunstyrelseförvaltningens tekniska kontor är huvudman för den allmänna VA-anläggningen i Tyresö kommun. Kommunens riktlinjer ska vara vägledande för fastighetsägare, byggansvariga och andra aktörer i det praktiska arbetet med dagvatten. Inom tomtmark ska dagvatten i första hand omhändertas lokalt genom infiltration eller perkolation. Hanteringen av dagvatten bör regleras med en planbestämmelse i planbeskrivningen. Krav på dagvattenhantering ska formuleras i exploateringsavtal mellan kommunen och byggherre. Ifall det inte finns förutsättningar för att lokalt omhänderta av dagvatten ska vattenflödet utjämnas och vattnet fördröjas innan det avleds till det allmänna dagvattennätet. Beroende på dagvattnets föroreningsklass kan rening innan avledning komma att behövas (Tyresö kommun, u.å.).

Tabell 3 Sammanställning av de intervjuade kommunernas riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartermark.

| VA-huvudman | Fördröjningsvolym | Avtappningstid | Krav på teknik |
|------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Nacka vatten och avfall | Reducerad area*10 mm | 6–12 h | LOD |
| Stockholm vatten och avfall | Reducerad area*20 mm | Högst 12 h (Stockholms stad 2017) | Mer långtgående rening än sedimentering |
| Sundbyberg avfall och vatten | Vattenflöden motsvarande naturmarksavrinning skall fördröjas | - | |
| Tyresö kommun | - | - | LOD |

2.2.7 Avsaknad av nationella riktlinjer och dagens juridiska läge

Naturvårdsverket fick i uppdrag av regeringen att analysera kunskapsläget över dagvattenproblematiken och publicerade i september 2017 sin rapport. I rapporten

(Naturvårdsverket, 2017a) föreslås att regeringen tillsätter en utredning av dagens regelverk av dagvatten för att förtydliga, samla och utveckla regelverken. Naturvårdsverket menar vidare att det finns ett behov av bättre vägledning kring vilka planbestämmelser aktörerna kan använda sig av för att reglera dagvattnet som leds till de allmänna VA-anläggningarna. Idag finns en vägledning i form av Boverkets *Kunskapsbanken* som tar hänsyn till reglerna i Plan och Bygglagen. Naturvårdsverket menar att en bättre vägledning kan bidra till att skapa mer kunskap och tydlighet för kravställarna.

Även Svenskt Vatten konstaterar att den juridiska frågan kring dagvatten är komplex och vill se en ny lagstiftning alternativt tillägg i Plan och Bygglagen samt Lagen om allmänna vattentjänster som ger kommunerna rätt att föra in krav på kvalitet och kvantitet på det dagvatten som leds till det allmänna dagvattennätet. Förutsättningen ska dock vara att kraven ska vara rimliga med hänsyn till enskilda fastighetsägares möjlighet att använda anläggningen (Svenskt Vatten, 2017).

I propositionen till Lagen om allmänna vattentjänster beskrivs att huvudmannen för allmänna VA-anläggningar i fråga om vattenförsörjning och spillvattenavlopp inte är skyldig att tillhandahålla vattentjänster för spillvatten av kvalitet och kvantitet som inte överensstämmer med vad som normalt behövs för hushållsändamål. Gällande omhändertagande av dag- och dränvatten samt kylvatten finns däremot ingen motsvarande begränsning av vilken kvalitet eller kvantitet som vattnet får ha för att det ska omhändertas av VA-huvudmannen. Utifrån detta kan VA-huvudmannen anses inneha ansvar för att ta hand om allt dagvatten. Att säga detta, vilket innebär att VA-huvudmannen även skall ta emot kraftigt förorenat dagvatten exempelvis från industrier, kan dock inte anses alldeles ändamålsenligt (Havs- och vattenmyndigheten, 2015; Prop. 2005/06:78). Vidare anges i Lagen om allmänna vattentjänster (SFS 2006:412):

21 § En fastighetsägare får inte använda en allmän va- anläggning på ett sätt som innebär

1. att avloppet tillförs vätskor, ämnen eller föremål som kan inverka skadligt på ledningsnätet eller anläggningens funktion eller på annat sätt medför skada eller olägenhet,

2. att huvudmannen får svårt att uppfylla de krav som ställs på va-anläggningen och driften av den eller att i övrigt uppfylla sina skyldigheter enligt lag, annan författning eller avtal, eller

3. andra olägenheter för huvudmannen eller någon annan.

Klimatanpassningsutredningen analys av paragrafen gav upphov till frågan ifall paragrafen medför att kommunen kan begränsa fastighetsägares rätt att avleda allt dagvatten till det allmänna dagvattennätet. Utredningens slutsats var att det är oklart om sådan rätt finns eller inte. Samtidigt uppfattar Svenskt vatten och Sveriges kommuner och landsting läget som att det emellertid finns en sådan rätt utifrån paragrafen (Klimatanpassningsutredningen, 2017). Utredningen föreslår ett införande om reglering av begränsning av fastighetsägares rätt att fritt överlämna dagvatten till allmänna VA-anläggningar bör införas i Lagen om allmänna vattentjänster. Vidare anser Klimatanpassningsutredningen att krav inte bör kunna ställas på fastigheter som i stort sätt är helt bebyggda och därmed saknar möjlighet att omhänderta dagvatten. Klimatanpassningsutredningen (2017, s. 369):

”Ett omhändertagande medför att fysisk plats tas i anspråk. För vissa fastighetsägare skulle detta innebära en kännbar begränsning i möjligheterna att använda sin fastighet. Även i ett sådant fall skulle det inte vara skäligt att regeln gällde mot fastighetsägaren. Vart den exakta gränsen går i det enskilda fallet bör vara en fråga för rättstillämpningen att närmare klargöra.”

2.3 GRÖNYTEFAKTOR

Grönytefaktor (GYF) är ett planeringsverktyg som har till syfte att öka de gröna ytorna i en alltmer tätbebyggd stad. Grönytefaktor kommer ursprungligen från Tyskland och användes för första gången i Sverige i samband med Bo01-mässan i Malmö 2001 (Stockholm Stad, 2015). I en rapport från 2014 (Delshammar & Falck, 2014) fick 49 svenska kommuner frågan om de använder sig av GYF. Av de 34 svarande kommunerna uppgav 15 att de använder sig av GYF och ytterligare åtta uppgav att de planerar att börja använda sig av GYF.

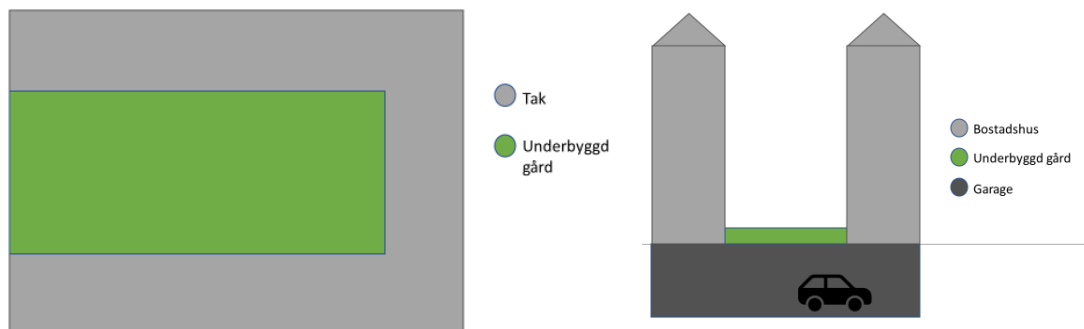
GYF mäts utifrån ett poängsystem och kan beskrivas som kvoten mellan “ekoeffektiv” area och total area inom ett kvarter. I Stockholm stads grönytefaktor ges exempelvis poäng för gröna tak, bevarad naturmark, synliga vattenytor och fruktträd (Stockholm stad, 2015). GYF bör ses som ett verktyg för inspiration för byggherrar och arkitekter att arbeta med gröna ytor inom kvartersmark (Stockholm stad, 2015). Grönytefaktor är utformad olika i olika kommuner och är ett kompletterande verktyg som inte ska ersätta andra krav på exempelvis brandsäkerhet och dagvattenhantering inom kvartersmark.

Många kommuner använder sig idag av GYF för att få in grönska på kvartersmark (Naturvårdsverket, 2017b), exempelvis skall alla nya stadsbyggnadsprojekt inom Stockholms stad använda stadens grönytefaktor för kvartersmark (Stockholm stad, 2015). GYF används av kommuner i gestaltningsprogram och detaljplan (Delshammar & Falck, 2014) samt i markanvisnings- eller exploateringsavtal (Naturvårdsverket 2017b). Grönytefaktor används ofta i projekt med bostadsgårdarna på takbjälklag och där tillgången av ytor är begränsade (Delshammar & Falck, 2014). Enligt Naturvårdsverket (2017b) är det inte förenligt med Plan- och bygglagen att ställa krav på grönytefaktor i detaljplan, däremot kan det skrivas in i markanvisnings- eller exploateringsavtal. Det är sedan upp till byggherren att bestämma på vilket sätt grönytefaktor ska uppfyllas inom kvartersmarken.

2.4 UNDERBYGGD GÅRD

Förtätningen av staden innebär att stora parkeringsytor omvandlas till bostäder och parkeringar flyttar istället ner under marken. Den nutida bostadsgården innebär ofta gårdar med underliggande garage, en lösning som beskrivs som platseffektiv men dyr (Kullander & Karlsson, 2009; Olovsson, 2010). Anläggning av gröna gårdar på bjälklag är en möjlighet att nyttja taket på ett underliggande garage och utnyttja gråa och hårda ytor som annars inte är vistelsevänliga (Vegtech, u.å.). Det som avses med en underbyggd gård är en fastighet med någon form av gårdsyta med ett utrymme liggandes under gården. I många fall är utrymmet ett garage och gården är alltså underbyggd med ett garage. Garaget kan även benämnas som ett underjordiskt garage eller ett garage med en överbyggnad. I denna rapport kommer begreppet *underbyggd gård* att användas. I Figur 3 visas en principiell skiss över ett hästskoformat kvarter med underbyggd gård. Vidare kan utseendet och utformningen av ett kvarter med

underbyggd gård variera stort; gårdsytan kan vara helt eller delvis underbyggd och garaget kan ligga under marknivå, i marknivå eller i ett mellanläge.



Figur 3 Principskiss av en underbyggd gård för ett hästskoformat kvarter. Till vänster: kvarter sett ovanifrån. Till höger: kvarter sett i en tvärsnittssektion.

Om hela gårdsytan är underbyggd kan man beskriva gårdsytan som en artificiell mark utan kontakt med grundvattnet. Andra alternativa benämningar av det som i denna rapport benämns som underbyggd gård är gård på betongbjälklag eller gård på terrassbjälklag. Bjälklag är ett begrepp inom konstruktionsområdet som syftar till en byggnadskomponent bestående av en bärande del och golv och/eller innertak. Som en del av byggnadens bärande stomme har bjälklaget som uppgift att bära lasten på planet (Nationalencyklopedin, 2017).

2.4.1 Tidigare studier av underbyggda gårdar

Sökningar efter tidigare studier på området underbyggd mark ger mest träffar på studentuppsatser inom landskapsarkitektur (Olovsson, 2010, Kullander & Karlsson 2016, Lundbladh, 2009). Uppsatserna fokuserar främst på gestaltning av gårdar samt upplevelsevärden medan dagvatten endast nämns kort. Kullander och Karlsson (2016) konstaterar att det främsta hindret för gestaltningen av bostadsgårdar i nya områden är att de ofta byggs på bjälklag. Det finns begränsningar i hur stora laster konstruktionen kan bära vilket leder till ett begränsat jorddjup för vegetationen.

Aktuell svensk forskning på området underbyggda konstruktioner ligger inom Vinnova-projektet *Kvalitetssäkrade systemlösningar för gröna anläggningar/tak på betongbjälklag med nolltolerans mot läckage*. Projektet har utförts under perioden 2014–2016 och innefattat kartläggning av arbetsprocessen kring anläggning av gröna system på betongbjälklag samt framtagande av den tillhörande Grönatakhandboken.

2.4.2 Uppbyggnaden av underbyggda gårdar

Definitionen av gröna tak menar Capener et al. (2017a) inte bara är hustak med vegetation utan även terrasser, innergårdar och parker konstruerade på bjälklag. Vegetationen anläggs i en upphöjd växtbädd och kan bestå av mossor, sedum, örter och gräs men även buskar och träd. Uppbyggnaden av en underbyggd gård som ska vara fylld av vegetation kan principiellt indelas i vegetation, växtbädd, bevattning, dränering, avvattning och rotskydd (Capener et al., 2017a). Den underliggande byggnaden skyddas från fukt och läckage genom att ett tätskikt anläggs ovanpå bjälklaget. Beroende på vegetation anläggs därefter en rotspärre för att förhindra att rötter tränger igenom

tätskiktet och därefter isoleras ytan (Lundbladh, 2009). Nedan följer en beskrivning av respektive del.

Vegetation

Substratets djup och kvalitet är bestämmande för vilka växter som kan överleva på den gröna anläggningen. Valet av vegetation är bestämmande för de underliggande lagrens och substratets funktioner. För tunna substratdjup måste växterna vara torktåliga och klara näringsfattiga förhållanden. Möjligheterna till andra växtval ökar markant då substratdjupet är större än 100 mm och gestaltningen kan då inspireras av torrängar. För att kunna skapa park- eller trädgårdslikande känsla behövs ett substratdjup på 600 mm och en byggnad med hög bärande förmåga. Om träd skall placeras på gården behövs 1000 mm. För en grön anläggning där målbilden är att det ska minska dagvattenflöden bör växter med hög evapotranspirationsförmåga väljas vilket även medverkar till sänkning av stadstemperaturen.

Då grundvattnet och växtbädden inte har någon kapillärkontakt med varandra är växtbädden särskilt känslig för torka (Capener et al., 2017b). Växternas vattenförsörjning kan bli svår att säkerställa ovanpå ett bjälklag. Ett litet substratdjup jämfört med en gård som inte är underbyggd kan innebära att tillförsel av vatten i form av nederbörd måste kompletteras med bevattning (Waernulf, 2005).

Substrat

Substratet i växtbädden har som syfte att förankra vegetation samt bidra med fukt och näring till växterna. Det är också av vikt att substratet håller tillräckligt med luft för att inte skapa en anaerob växtmiljö (Capener et al., 2017b). Substratet och dess egenskaper påverkar växtbäddens last och dess vattenhållande förmåga. På bjälklag är en hög mäktighet av vanligt jordsubstrat inte att föredra då dessa jordar håller vatten, i praktiken blandar man därför in tillsatsmaterial i substratet för att öka porositeten och den vattenhållande förmågan. Exempel på tillsatsmaterial är leca, pimpsten och krossat tegel. Substratet bör ha en vatten- luft- och näringshållande förmåga (Capener et al., 2017b). Beroende på vegetationstyp behöver rotskydd installeras (Antonsson et al., 2017).

Tjockleken på överbyggnaden är en betydelsefull faktor för avrinningsreducering (Capener et al., 2017b). Överbyggnaden kan variera i tjocklek från 30 mm för en tunn sedummatta till 1000 mm för en mäktigare parkyta ovanpå bjälklag.

Avrinningskoefficienter på gröna tak beror bland annat på substratdjupet och lutningen (Capener et al., 2017a). Den vattenhållande förmågan ökar med jorddjupet vilket medför att avrinningskoefficienten minskar (Tabell 4). Avrinningskoefficienterna i Tabell 4 baseras på en tysk studie med ett dimensionerande flöde på 300 l/s. Detta kan sättas i relation med ett dimensionerande regn i Stockholm med 10 års återkomsttid och varaktighet 10 minuter som ger ett flöde på 227 l/s (Capener et al., 2017b).

Tabell 4 Avrinningskoefficienter för gröna tak med olika djup. Tabell baserad på Capener et al. (2017a).

| Djup | Avrinningskoefficient 15 ° lutning | Avrinningskoefficient > 15 ° lutning |
|----------|---------------------------------------|---|
| >50 cm | 0,1 | - |
| 25–50 cm | 0,2 | - |
| 15–25 cm | 0,3 | - |
| 10–15 cm | 0,4 | 0,5 |
| 6–10 cm | 0,5 | 0,6 |
| 4–6 cm | 0,6 | 0,7 |
| 2–4 cm | 0,7 | 0,8 |

Dräneringslager

Dräneringen kan bestå av ett dränerande material eller dräneringsmattor. Det dränerande lagret måste åstadkomma ett kapillärbrott för att vattnet ska ledas nedåt. Porstorleken för dräneringslagrets minsta por måste vara större än den minsta poren i det ovanliggande lagret. Dränerande material såsom grus och skumglas kan användas alternativt finns dräneringsmattor på marknaden som i vissa fall har dubbel effekt då de båda avleder vatten och har en vattenmagasinerande förmåga (Capener et al., 2017b).

2.4.3 Förutsättningar på underbyggda gårdar

I detta examensarbete har fem huvudsakliga förutsättningar på underbyggda gårdar identifierats. Dessa är laster, takvattning och dränering, tätskikt, lutning samt skötsel och drift.

Laster

Överbyggnadens egenskaper påverkar hur underliggande bjälklagskonstruktion och tätskikt bör utformas. Den största faktorn som ställer krav på bjälklagskonstruktionen är överbyggnadens belastning på underliggande delar. De laster som måste tas hänsyn till är last från substrat, vegetation, dräneringssystem och vattenhållande lager. Med vegetationstypen som utgångspunkt krävs en viss jordmån och jorddjup. Substratlasterna, vid vattenmättat tillstånd, kan variera från 40–160 kg/m² för sedumväxter till 600–3000 kg/m² för stora buskar och mindre träd (Antonsson et al., 2017), se Tabell 5.

Tabell 5 Jord- och vegetationslast vid vattenmättat tillstånd utifrån vegetationstyp och jorddjup. Tabell baserad på Capener et al. (2017).

| Vegetationstyp | Jorddjup (mm) | Jordlast (kg/m ²) | Vegetationslast (kg/m ²) |
|---------------------------------|------------------|----------------------------------|---|
| Sedum/mossa | 30–80 | 40–160 | 10 |
| Sedum/ört | 80–120 | 80–240 | 10 |
| Gräsmatta, äng, perenner | 120–350 | 120–700 | 5–15 |
| Mindre buskar och perenner | 300–600 | 300–1200 | 20–30 |
| Stora buskar och mindre träd | 600–1500 | 600–3000 | 40–60 |
| Större träd | 1000–4000 | 1000–4000 | 150 |

Vid dimensionering av byggnader måste även dimensionerande snölast tas i beaktande. Minimikraven för snölast på byggnader är framtagna utifrån uppmätta snödjup på ett antal platser i Sverige och motsvarar ett snöevent med återkomsttid på 50 år (Boverket, 2017b). Kring Stockholm är minimikravet 2,0 kN/m², dvs ca 200 kg/m² (Boverket, 2015e) men vid projektering av gröna tak bör en högre snölast övervägas beroende på takets utformning. Ett tak med större buskar och större växtlighet kommer troligtvis samla mer snö än ett sedumtak (Capener et al., 2017a). Vidare kan skyfall orsaka kortvariga lastökningar på bjälklagskonstruktionen men då skyfall främst förekommer på sommaren, och bjälklagskonstruktionen ändå måste ta hänsyn till snölast, menar Capener et al. att byggherrar inte behöver dimensionera bjälklagskonstruktionen för regnlast. För gröna tak på högre byggnadshöjd behöver även hänsyn tas till vindlaster (*ibid*). Förutom ovan nämnda laster måste bjälklaget dimensioneras för tillfälliga och nyttiga laster såsom utrustning och maskiner respektive människor och lös inredning (Capener et al., 2017b).

Takvattning och dränering

Syftet med dränering är att få undan vatten i botten av jordlagret, delvis för att inte skapa en syrefri miljö för växterna. Dränering av dagvattnet på överbyggnaden är viktig att dimensionera för att inte få skador på underliggande delar. För att uppfylla en god dränering bör anläggningens lutning vara minst 2 % (Capener et al., 2017a).

Vid tak med låga lutningar, som undersöks i detta examensarbete, rekommenderas att invändiga takavlopp används och att dess placering avgörs gemensamt av byggnadskonstruktör och VVS-konsult. Vatten från takytan leds via rännalar till takbrunnar som är anslutna till dagvattenledningar. Brunnar ska placeras i samtliga lågpunkter och taket ska ges en lutning mot dessa. Riktlinjer anger att en brunn bör anläggas per 225 m² samt att avståndet mellan brunnarna maximalt bör vara 12–15 m. För tak där det finns risk för igensättning av brunnar, exempelvis av växtdelar och löv, bör avståndet inte vara mer än 12 m (Arfvidsson, Harderup & Samuelson, 2017).

Vid stora regntillfällen måste vattnet kunna avledas från kvartersmarken. Avvattning är viktigt för att undvika att vattenansamlingar skapas vilka utgör en extra last och läckagerisk för bjälklagskonstruktionen. Samtidigt kan stående vatten på vegetation innebära en erosionsrisk. Att dimensionera avvattningsvägar och lågpunkter är nödvändigt för att skapa en god avvattning på den underbyggda konstruktionen (Capener et al., 2017a). Mer allmänt är det viktigt att mark och byggnader höjdsätts på ett lämpligt sätt i syfte att säkra bebyggelse mot översvämningar. Gator bör läggas på en lägre höjd än byggnader för att skapa en tillräcklig lutning och därmed möjliggöra ytavledning av dagvatten vid extrema flöden (Svenskt vatten, 2011).

Hängrännor och stuprör omhändertar dagvatten som avrinner från takytor. Avrinningen från konventionella tak är snabb och därför bör beaktande tas till risken för erosion på marken som vattnet avleds till och som en förebyggande åtgärd anlägga erosionskydd (Stahre, 2004).

Tätskikt

Skador på jordtäckta tak på underjordiska garage är en typisk skada till följd av stora regn (Golz et al., 2016) och den vanligaste anledningen till att underbyggda gårdar

behöver göras om är att läckage upptäcks i tätskiktet (Waernulf, 2005). Gröna anläggningar på konstruktioner behöver vara helt läckagesäkra (Edwards, 2014) och tätskiktet på bjälklaget skall kontrolleras innan påförning av växtbädd.

Lutning

Lutning av bjälklaget är av stor vikt för att byggnaden inte ska kunna skadas av fukt. Lutningen bör inte vara mindre än 1:60 (Antonsson et al., 2017).

Skötsel och drift

Skillnader mellan en vanlig trädgårdsanläggning och en som är anlagd på bjälklag är dels behovet av bevattning och dränering. Enligt Capener et al. (2017) har gröna anläggningar på bjälklag ett stort bevattningsbehov och bevattningssystem måste utformas och tillses för att exempelvis inte orsaka frysskador under vintern.

Vidare måste gödsling av växterna ske med stor försiktighet för att minska risken för att näringsämnen hamnar i dagvattensystemet (Capener et al., 2017b). Bristande skötsel av den underbyggda gården kan orsaka att material förstörs och att växter inte längre uppfyller sin funktion så att gårdsdelar behöver göras om (Waernulf, 2005).

Gällande läckage i nyanlagda underbyggda gårdar beror detta inte av materialdefekter såsom icke vattentäta tätskiktsprodukter, utan av brister i projektering och utförande. Vanliga läckageplatser är kring brunnar, genomföringar för kablar och mot husets väggar och hörn (Waernulf, 2005). Att upptäcka och lokalisera läckage i tätskiktet kan vara svårare att upptäcka än ett vanligt tak eftersom dräneringssystemet är täckt av vegetation. Läckaget kan därmed hinna bli utbrett innan det upptäcks och som följd kan hela gården behöva rivs upp (Capener et al., 2017b; Waernulf, 2005).

2.4.4 Syftet med underbyggda gårdar

Gällande gröna anläggningar på bjälklag konstaterar Vinnovaprojektet att kunskaper saknas om projektering, installation och skötsel av dessa och att tydligare riktlinjer krävs för att uppnå hållbara lösningar. Det saknas ett systemtänk kring gröna anläggningar och att teknikområdena ofta jobbar var för sig och inte ser till helheten är ett problem (Alberg et al., 2017). En avsaknad av systemperspektiv kan orsaka att den gröna anläggningens olika tekniska aspekter optimeras separat istället för att se de tekniska aspekterna som ett system. En funktion som måste upprätthållas även på längre sikt är fördröjning av dagvatten, därav är det viktigt att inblandade aktörer prioriterar hela systemets funktion. Systemperspektivet är viktigt att inneha även för att kommunicera kring syftet och funktionen med den gröna anläggningen och för att det inte ska uppstå oklarheter kring vilka funktioner som systemet ska ha (Alberg et al., 2017).

Vinnovaprojektet har inte fokuserat på dagvattenhantering även om det nämns på sina ställen. Huvudfokus i rapporterna ligger istället på konstruktion, tätskikt och vegetation (Capener et al., 2017a) och de definierar faktorer som påverkar överbyggnadens utseende, uthållighet och funktion. Faktorerna är jorddjup, jordtyp, vegetationens utseende och funktion, skötsel, växtmiljö samt bärande konstruktion. En förändring av en faktor kan medföra stora följder för hela systemet.

Ett grönt tak vars främsta syfte är att ta hand om dagvatten kan ha stora skillnader jämfört med ett grönt tak som ska nyttjas som vistelsegård för boende (Capener et al.,

2017b). Det är därför viktigt att kommunicera syftet med det gröna taket och Capener et al. (2017b) föreslår en arbetsprocess där syftet omformuleras ifall den underliggande konstruktionen inte klarar den last som vegetationen behöver.

Förutom att tydligt formulera ett syfte för den gröna anläggningen finns ett stort behov av att skötseln bedrivs noga. En undermålig skötsel av systemet kan riskera att dess förmåga att uppfylla de tänka funktionerna försämras. En försämring av en av systemets enheter försämrar systemet som helhet. Om den brukarorganisation som övertar ansvar för en grön anläggning, exempelvis en bostadsrättsförening, saknar kunskap om syftet med den gröna anläggningen och vilka funktioner som skall fungera över tid, finns en risk att systemet försämras som följd av dålig skötsel. Delar av den gröna anläggningen kan därmed behöva byggas om tidigare än planerat, något som inte sällan görs utan att anlita konsulter. Det föreligger då en risk att en ombyggnation leder till att skötselbehovet förenklas men att systemet förlorar delar av sina funktioner exempelvis ekosystemtjänster såsom bevarande av biologisk mångfald eller dagvattenfördröjning (Alberg et al., 2017). Figur 4 Exempel på uppbyggnad av en nedsänkt växtbädd.

2.5 DAGVATTENÅTGÄRDER PÅ UNDERBYGGDA GÅRDAR

Utifrån en litteraturstudie (se avsnitt 3.1) finns tre dagvattenåtgärder som kan anses mest återkommande inom kvartersmark med underbyggda gårdar, dessa är:

- gröna tak
- växtbäddar
- fördröjningsmagasin

Dessa tre dagvattenåtgärder kommer undersökas vidare i examensarbetet och beskrivs nedan utifrån uppbyggnad, renings- och fördröjningsperspektiv, samt drift och underhåll. Andra dagvattenåtgärder som framkommit som inte kommer undersökas i detta examensarbete men som har visats förekommande på underbyggda gårdar är svackdiken, rännor, stenkistor, vattentunnor och dammar.

2.5.1 Gröna tak

Gröna tak är vegetationsbeklädda tak som har förmågan att uppehålla och fördröja vatten (Blecken, 2016). Gröna tak har blivit allt mer populära inom nybyggnation då de har ett estetiskt värde såväl som att de bidrar till flera ekosystemtjänster såsom bullerreducering, och motverkan av värmeöar i varma klimat (Blecken, 2016, Capener et al., 2017b) Uppbyggnaden av gröna tak är principiellt ett dräneringslager närmast takkonstruktionen, ett lager av jord och växtsubstrat följt av det överliggande vegetationsskiktet. Nederbörden kan kvarhållas i jordlagret och därmed magasineras vatten. Dräneringsskiktet kan även magasinera en del vatten och transportera bort överflödigt vatten vid höga flöden (Blecken, 2016). För att skydda byggnaden mot vatteninträning anläggs ett tätskiktssystem närmast bjälklaget (Edwards, 2014).

De gröna taken kan delas upp i extensiva och intensiva tak, där definitionen bygger på takets fordran av skötsel och underhåll. Extensiva tak kräver ett eller ett par skötsel tillfällen per år för att bibehålla sin funktion medan intensiva tak kräver fler skötsel tillfällen för att upprätthålla dess design och artsammansättning. Viss begreppsförvirring råder inom litteraturen då extensiva ofta beskrivs som tunna gröna

tak och intensiva tak som tjocka gröna tak, något som generellt sätt kan användas då en lägre mäktighet ofta ger mer lättskött vegetation (Capener et. al., 2017).

Då regnvolymer faller på ett grönt tak kan vatten uppehållas i taket. Viss del av vattnet kommer dräneras, medan resten avdunstar eller tillgodoses av växternas eller transpireras. Evapotranspirationen ger en avrinningsreduktion och en fördröjning av avrinningstoppens jämfört med konventionella tak (Berndtsson, 2010). Gröna tak kan fungera flödesutjämnande genom att växterna tar upp vatten och det uppehålls i jorden. Gröna tak uppges kunna fördröja 25–75 % av avrinningen. Flödesutjämnningen är beroende på intensiteten på regnet, ett lågintensivt regn ger högre flödesutjämnning (Blecken, 2016). Gröna tak med en tjocklek på 5 cm uppges inte ge någon större dagvattenavrinning för regnvolymer upp till 5 mm och vid dimensionering kan således denna fördröjningsvolym tillgodoräknas. Vid större regntillfällen faller nederbörd på ett vattenmättat grönt tak och rinner därmed av direkt (Svenskt vatten, 2016).

Gröna tak bör inte ses som en reningsteknik för dagvatten. Det vatten som faller på taken är inte särskilt förorenade och istället kan de gröna taken ge ett tillskott av näringsämnen fosfor och kväve (Blecken, 2016).

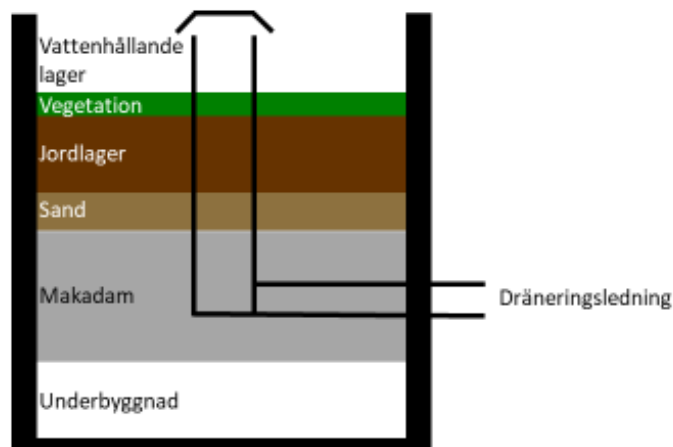
2.5.2 Växtbäddar

En relativt ny åtgärd för omhändertagande av dagvatten är växtbäddar. Genom fysikaliska, biologiska och kemiska processer i växtbäddarnas filtermaterial efterliknas naturens omhändertagande av dagvatten (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014). Det finns flera olika benämningar som i princip syftar till samma typ av anläggning; upphöjda och nedsänkta växtbäddar, biofilter, regnbäddar, rain gardens, regnträdgårdar m.m. I denna rapport kommer nedsänkta växtbäddar undersökas och vidare kommer begreppet växtbäddar att användas för att benämna denna typ av lösningar.

Uppbyggnaden av en nedsänkt växtbädd är principiellt en vegetationsbädd med en överliggande fördröjningszon (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014). Nedsänkningen syftar till att växtbädden ligger under anläggningens kant och dagvatten kan därmed ansamlas ovanpå ytan. Om det tillkommande dagvattenflödet är större än växtbäddens infiltrationsförmåga och en uppdamningshöjd har anordnats kan dagvatten tillfälligt magasineras på ytan. Vanliga uppdamningshöjder är 100–300 mm (Blecken, 2016) men kan i specialfall låtas uppgå till 500 mm (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014). Uppdamningshöjd bör väljas med hänsyn till växtbäddens infiltrationshastighet och önskad tömningstid.

I växtbäddens botten placeras ett dränerande lager, exempelvis av makadam, varefter dagvatten antingen tillåts perkolera till underliggande mark eller ledas via dräneringsledning till det allmänna dagvattennätet (Stockholm vatten, 2016). Om grundvattenåterföring är önskvärt inom området kan växtbäddarna utformas för att tillåta perkolation. Om däremot närliggande konstruktioner behöver skyddas utformas växtbäddar istället med en tät duk under makadamlagret (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014). Den principiella uppbyggnaden av en nedsänkt växtbädd visas i figur 4. Den huvudsakliga fördröjningen av dagvatten sker i fördröjningszonen men viss lagring och fördröjning av avrinningen kan ske i jordlagrets och makadamlagrets porvolum. Detta förutsätter dock att utloppet är strypt samt att infiltrationsfastigheten för respektive jordlager är tillräcklig för dimensionerad regnvaraktighet. Vidare sker

reducering av dagvattenmängder även genom vattenupptag av växter, evapotranspiration och interception (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014).



Figur 4 Exempel på uppbyggnad av en nedsänkt växtbädd. Växtbäddens nedsänkning under kanten skapar ett vattenhållande lager.

Avledningen av dagvatten till nedsänkta växtbäddar kan ske genom direkt ytavrinning eller genom brunnar och ledningar (Stockholms vatten, 2016). Växtbäddar kan utformas med ett erosionskydd i form av större stenar i anslutningen mellan stuprör och växtbädd. Den nedersta delen av stupröret kan även utformas med en krökning för att dämpa dagvattenflödet från taken. Alla växtbäddar bör utformas med en bräddfunktion för att kunna avleda vatten vid höga flöden och för att inte riskera skador på dagvattenanläggningen. I figur 5 sker bräddning när vattennivån når brunnens kant (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014).

Växtbäddar kan rena dagvatten genom fysikaliska, kemiska och biologiska processer. Dagvatten renas då det rör sig genom växtbäddens substratlager genom fastläggning av föroreningar på jordpartiklar (Stockholm vatten, 2016, Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014). Förutsättningarna för att avskilja kväve från dagvattnet kan främjas genom att skapa en vattenmättad och anaerob zon längst ner i växtbädden. Detta kan åstadkommas genom att anlägga ett vattenlås i botten på växtbädden. En litteratursammanställning visar att om syftet med växtbäddarna är rening behöver växtbäddarnas yta motsvara 2–6 % av områdets reducerade area (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014).

En annan typ av växtbäddar som idag förekommer på kvartersmark är så kallade *Rain gardens*. Dessa anläggs ofta för att kombinera fördröjning av dagvatten med en blomstrande växtbädd. Jordblandningar för rain gardens ger generellt en lägre infiltrationskapacitet som möjliggör vatten att bli stående över ytan under en längre tid (Blecken, 2016). I rain gardens är inte huvudsyftet att rena utan att fördröja.

I litteraturen och studerade dagvattenutredningar förekommer begreppet *upphöjd växtbädd*. En upphöjd växtbädd för hantering av dagvatten syftar i praktiken till en nedsänkt växtbädd som är uppbyggd för att hamna över omgivande markplans nivå.

Drift och underhåll

Underhåll och drift för växtbäddar innebär underhåll av vegetationen, kontroll av bräddkonstruktioner och brunnar, tillsyn av att infiltrationshastigheten bibehålls samt byte av filtermaterial. Det sistnämnda behöver utföras för att porerna inte ska täppas igen och behöver utföras mer sällan än de andra underhållsaspekterna. Att hålla brunnar och bräddanordningar fria från växtdelar och skräp är essentiellt för att inte riskera blockering av växtbäddens in- och utlopp. Vidare kan ett felaktigt höjdläge för bräddanordning innebära att dagvatten direkt avleds till bräddbrunnen utan fördröjning eller rening. Gällande vegetationsförhållanden är det viktigt att tillse att dessa är tillfredsställande då en god rening och fördröjning av dagvatten förutsätter att vegetationen trivs (Blecken, 2016).

2.5.3 Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin kan syfta på olika typer av magasin såsom perkolationsmagasin, fördröjningsmagasin på hårdgjorda ytor samt öppna eller underjordiska fördröjningsmagasin (Svenskt vatten, 2011). I denna text syftar fördröjningsmagasin på underjordiska fördröjningsmagasin.

För att fördröja dagvattenflöden kan fördröjningsmagasin anläggas. Magasinen kan bestå av prefabricerade lösningar (betongsektioner, betongrör eller plastkassetter) alternativt platsgjutna lösningar (Svenskt vatten, 2011). I Svenskt vattens publikation P105 (2011) ges exempel på ett magasin beläget under en parkeringsyta i marknivå och beskriver att denna lösning måste dimensioneras för förväntad last på parkeringsytan. Om magasinet skall utföras som ett helt tätt magasin samt ligger i ett område med hög grundvattennivå måste även hänsyn tas till lyftkrafter vid dimensionering av magasinet.

I händelse av ett större regn än magasinet är dimensionerat för och magasinet därav är fullt, måste dagvatten kunna ledas ut på andra ytor utan att orsaka skador alternativt ledas via bräddavlopp till det allmänna dagvattennätet (Svenskt vatten, 2016).

Vid placering av fördröjningsmagasin vid underbyggd gård kan placering under husets bottenplatta, således under garaget, övervägas. Förutsättning är dock att magasinets nivå inte understiger eventuell fastslagen minsta byggnadshöjd från kommunens sida. Hänsyn bör även tas till högsta möjliga grundvattennivåer.

Drift och underhåll

Fördröjningsmagasin kräver underhåll i form av manuell rensning. Om rensning inte kan ske behöver inloppsbrunnen anordnas med ett filter och en sandficka (Svenskt vatten, 2011). För att fördröjningsmagasinet skall kunna tömmas efter varje regn är det viktigt att igensättning av magasinets utlopp undviks. Igensättning motverkar syftet med magasinet och gör att även kortvariga, högintensiva regn behöver bräddas (Svenskt vatten, 2016).

3 METOD

Examensarbetet har bestått av tre huvudsakliga delar: litteraturstudie, kvalitativa intervjuer och utveckling av verktyg. Metodik för varje del beskrivs i kommande avsnitt.

3.1 LITTERATURSTUDIE

En litteraturstudie har gjorts för att hitta relevant information om dagvatten och dagvattenhantering på underbyggd gård.

Under litteraturstudien utfördes en sökning på utförda dagvattenutredningar för projekt med underbyggd gård. Utifrån sökningen har en sammanställning av de dagvattenåtgärder som används inom kvarteretsmark med underbyggd mark gjorts. Totalt har 20 stycken dagvattenutredningar från olika konsultbolag studerats.

Dagvattenutredningarna har sökts fram genom sökmotorn Google. Projekt med underbyggd mark är relativt nya och därmed finns inte särskilt många vetenskapliga rapporter eller sammanställningar kring dagvattenåtgärder inom dessa områden. En generell sökmotor såsom Google har därmed ansetts vara en möjlig sökmotor för syftet. De tre sökorden *dagvattenutredning underbyggd mark*, *dagvattenutredning underbyggd gård* samt *dagvattenutredning underjordiskt garage* har använts. I tabell 6 redovisas antalet träffar på sådana sökningar. Som jämförelse har en sökning gjorts enbart på sökordet *dagvattenutredning*.

Tabell 6 Antal sökträffar på de sökord som användes för att erhålla material till litteraturstudiens nulägesanalys av dagvattenåtgärder på underbyggd gård. Datum för sökning: 2017-10-16.

| Antal sökträffar | Dagvattenutredning underbyggd mark | Dagvattenutredning underbyggd gård | Dagvattenutredning underjordiskt garage | Dagvattenutredning |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------|
| Alla resultat | 962 | 803 | 3220 | 26 800 |
| Ordagrant | 373 | 269 | 929 | 25 400 |

Då antalet sökträffar var många fanns inte möjlighet att läsa samtliga dagvattenutredningar, istället lästes dokument tills dess att det inte ansågs komma någon ny information.

Litteraturstudien har dels syftat till förberedelse inför examensarbetets intervjudel. Det är viktigt att intervjuaren är påläst på ämnet för att skapa en bra kvalitativ intervju (Kvale & Brinkmann, 2014). Litteraturstudien har även syftat till inhämtande av information till nytta för verktyget. De intervjuer som har utförts har gett inspiration för vidare litteraturstudier då intervjupersonerna i vissa fall har tipsat om publikationer och texter som har koppling till ämnet. Därav har litteraturstudierna inte bara utförts i början av examensarbetet utan fortlöpande under hela examensarbetet.

3.2 KVALITATIVA INTERVJUER

För att kunna besvara uppsatsens frågeställningar har en kvalitativ undersökning använts. Enligt Kvale och Brinkmann (2014) syftar den kvalitativa forskningsintervjun till att beskriva ett fenomen och ämnar inte kvantifiera något. Intervjun ska visa på intervjupersonernas upplevelser och beskrivningar av deras värld.

3.2.1 Urval

De aktörsgrupper som ansågs vara mest lämpliga att intervjua utifrån studiens syfte var ansvariga för detaljplan, VA-huvudmän och byggherrar. Dessa tre har samtliga att göra med dagvattenhanteringen i någon mån.

Kommunen har enligt PBL ansvar för att planlägga översiktsplaner och detaljplaner. Planeringen sker vanligtvis på kommunens stadsbyggnadskontor, exploateringskontor eller motsvarande.

VA-huvudmannen (se även avsnitt 2.2.4) är den juridiska person som har ansvar för att vattenbehovet anordnas i ett större sammanhang för en samlad bebyggelse. VA-huvudmannen är den som i slutändan är ansvarig för dagvattnet och äger de ledningsnät som nya fastigheter ansluter sitt dagvatten till.

Byggherren kan vara en fysisk eller juridisk person som utför eller tillåter utföra byggnads- och anläggningsarbete (Orestål & Örnhall, 1998). Byggherren kan sälja vidare sina fastigheter efter bygglut eller fortsätta som fastighetsägare.

Syftet med intervjuerna var att få en bred överblick av läget varför dessa tre olika aktörer valdes. Urvalet av kontaktade personer har gjorts i syfte att hitta personer som tros ha erfarenhet inom området. Fokus har legat på Stockholms län då examensarbetet utfördes på Tyréns Stockholmskontor. Intentionen var från början att representanter för VA-huvudman och ansvarig för detaljplan skulle komma från samma kommuner, detta visade sig vara svårt.

3.2.2 Kontakt

Kontakt togs dels genom personliga kontakter och genom att kontakta kommunernas allmänna kontakt för att bli vidarebefordrad. De kommuner som kontaktades var alla 26 kommuner i Stor-Stockholm.

Att hitta personer som har erfarenheter och kunskaper relaterat till studiens syfte visade sig till viss del vara problematiskt. Dels var det svårt att hitta sådana personer som hade rätt erfarenhet och bakgrund, dels uppgav många av de tillfrågade att projekt med underbyggda gårdar är så pass nytt att det inte finns erfarenhet kring detta inom deras organisation. Av de 25 kommuner som svarade angav 10 att det inte finns någon erfarenhet eller finns för liten erfarenhet av underbyggda konstruktioner för att kunna medverka i studien.

Totalt utfördes 9 intervjuer som alla tog strax över en timme att genomföra. Datum för intervjuerna, beskrivning av intervjupersonerna samt deras benämning i denna rapport redovisas i Tabell 7. Varje intervjuperson benämns i rapporten med en kod där första bokstaven i koden indikerar vilken aktörsroll den representerar (B - Byggherre, P – ansvarig för detaljplan, V - VA-huvudman). En av intervjupersonerna, P1, ville vara helt anonym därav publiceras inte kommunnamn på denne utan bara Sveriges Kommuner och Landstings klassificering av kommunen. Det kan till synes verka som att det är en ojämn fördelning mellan de tre olika aktörsgrupperna. I tabellen ses sex byggherrar, fyra representanter från VA-huvudmän och två representanter för ansvariga för detaljplan vilket kan verka som att aktörsgruppen byggherrar får större inverkan i examensarbetet än de andra. Den totala intervjutiden för varje aktörsgrupp är i realiteten jämförbar då tre byggherrar, B1-B3, intervjuades under samma tillfälle, och intervjun

tog ca en timme, vilket innebär att de har fått samsas på samma tid som de andra intervjupersonerna har fått för sig själva. Vidare kan nämnas att under intervjun med V2 tillkallades V3 för att komplettera svaret på några av frågorna, V3 medverkade endast cirka fem minuter.

Tabell 7 Beskrivning av intervjupersonerna, vilken aktörsroll de har och vilken kommun eller vilket företag de är verksamma i. Kodens första bokstav indikerar vilken aktörsroll intervjupersonen arbetar för. B - Byggherre, P – ansvariga för detaljplan, V - VA-huvudman.

| Kod | Aktörsroll | Specificering | Datum för intervju |
|-----|------------|---|--------------------|
| B1 | Byggherre | JM | 2017-11-07 |
| B2 | Byggherre | JM | 2017-11-07 |
| B3 | Byggherre | JM | 2017-11-07 |
| B4 | Byggherre | Skanska | 2017-11-13 |
| V1 | VA | Nacka vatten och avfall | 2017-11-14 |
| P1* | Plan | Pendlingskommun nära storstad inom Stockholms stad ¹ | 2017-11-16 |
| V2 | VA | Sundbyberg vatten och avfall | 2017-11-17 |
| V3 | VA | Sundbyberg vatten och avfall | 2017-11-17 |
| V4 | VA | Stockholm vatten och avfall | 2017-11-22 |
| P2 | Plan | Tyresö kommun | 2017-11-22 |
| B5 | Byggherre | Skanska | 2017-11-23 |
| B6 | Byggherre | Byggvesta | 2017-11-24 |

¹ SKL, 2016b.

*Intervjupersonen önskade att dennes kommun skulle hållas anonym i rapporten.

3.2.3 Intervjuguide

En så kallad intervjuguide upprättades med de frågor som var intressanta att ställa utifrån studiens syfte. Frågorna bestod av fem delar: Introduktionsfrågor, krav, erfarenheter, uppföljning samt specifika frågor för byggherrar respektive kommuner. De fyra första delarna har samma struktur för alla aktörer medan den sista delen har tre frågor för byggherrar och fem frågor för kommuner, detta då två av frågorna inte ansågs relevanta att ställa till byggherrar. Intervjuguiden återfinns i bilaga A.

Innan intervju skickades intervjufrågorna ut till deltagarna. Detta gjordes för att ge intervjupersonerna chans att förbereda sig inför intervjun då vissa av frågorna var specifika och ansågs svåra att kunna besvara på rak arm.

3.2.4 Forskningsetik

Intervjupersonen frågades innan intervjun om godkännande av att intervjun spelades in på mobiltelefon för att innehållet senare skulle kunna transkriberas. Det var viktigt att intervjupersonerna kände sig trygga i att bli intervjuade och därför var det när som helst under intervjuförloppet okej att avbryta. Samtliga intervjupersoner är anonyma, ett val som gjordes för att alla skulle känna sig trygga i att intervjuas men även för att det inte ansågs fylla något syfte att publicera namn i denna rapport. Anonymiteten täcker för- och efternamn, i rapporten publiceras endast intervjupersonernas befattning och kommun eller företag de är verksamma på. Anonymitet garanterades i transkriberingen såväl som i denna rapport.

Efter intervjun transkriberades materialet och skickades ut till respektive intervjuperson för godkännande innan det kunde användas i rapport. Detta för att ge intervjupersonerna en chans att ta tillbaka ett uttalande som de inte kände sig bekväma i och därmed skapa ytterligare en trygghet i intervjupersonernas deltagande. Intervjupersonerna ombads ge ytterligare ett godkännande efter intervjuaren analyserat materialet och inkorporerat det i rapporten. Då det är rapporten som ska publiceras ansågs det relevant att intervjupersonerna även fick chans att ge godkännande av de delar i rapporten där citat eller redogörelse för just deras intervju finns. På detta sätt minskade rum för misstolkning vid intervjuarens analys. Efter godkänd rapport kommer inspelningarna och transkriberingarna att raderas.

3.2.5 Vetenskaplighet

Vetenskapligheten i kvalitativa intervjuer har diskuterats. Det största problemet med kvalitativa intervjuer anses vara att resultatet blir subjektivt. Intervjuerna tolkas av intervjuaren och intervjupersonernas åsikter kan därmed misstolkas. För att förhindra detta har intervjupersonerna ombetts att verifiera det transkriberade materialet.

Att transkribera innebär att överföra något i muntlig form till skriftlig form vilket medför en risk för misstolkning. Enligt Kvale & Brinkmann (2014) kan man välja att transkribera intervjun ordagrant eller göra en sammanfattning. I denna studie valdes metoden med ordagrann transkribering för att intervjuaren skulle få en klarare bild av intervjun. Detta var tidskrävande men ansågs nödvändigt för att inte missa att ta med något som skulle kunna vara väsentligt att analyseras.

Intervjuerna utfördes genom ett fysiskt möte, detta är enligt Kvale & Brinkmann (2014) att föredra eftersom man då inte går miste om kroppsspråk och ansiktsuttryck som man riskerar att göra i en telefonintervju. Genom kroppsspråk och ansiktsuttryck kan intervjupersonerna visa ytterligare nyanser och förstärka deras åsikter.

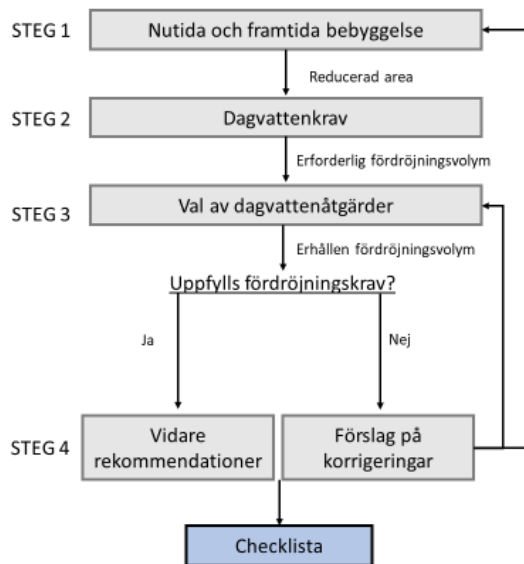
3.3 VERKTYG

Litteraturstudien och de kvalitativa intervjuerna kommer utgöra grunden för det verktyg som skall utformas för att belysa dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Det bestämdes att verktyget skulle utformas i Excel.

Verktyget ska vara användarvänligt och enkelt och kommer inte ge en slutgiltig, optimal lösning. Tanken med verktyget är istället att det kan användas för att ge en god idé om aspekter att utgå från vid planering av dagvattenanläggningar på underbyggda gårdar. Verktyget är dels tänkt att inkludera en checklista för att ge användaren aspekter som bör beaktas vid planering av dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Verktyget ska belysa beröringspunkter mellan dagvattenhantering och andra intressen på kvartersmark och kan på så sätt ge stöd till att lyfta dagvattenfrågan tidigare i planeringsprocessen. Huvudfokus ligger på fördröjning av dagvatten med hjälp av de tre dagvattenåtgärder som redovisades i avsnitt 3.1 och som ansågs mest förekommande på underbyggda gårdar. Fördröjning av dagvatten ska i verktyget kunna väljas att ske på fyra olika sätt:

- a) Gröna tak
- b) Växtbäddar
- c) Fördröjningsmagasin
- d) En kombination av alternativ a) - c)

Vid framtagandet av en dagvattenutredning är det i början inte alltid bestämt hur dagvattenhanteringen ska se ut i detalj. Processen för placering av anläggningar och deras dimensioner måste vara iterativ eftersom förutsättningarna inom kvartersmarken kommer förändras fram tills projekterings slutskede (Stockholms stad, 2017). Verktöget består av fyra steg: Nutida och framtida bebyggelse, Dagvattenkrav, Val av dagvattenåtgärder samt Vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar. I syfte att åstadkomma en iterativ process sattes en konceptuell idé upp, se figur 5.



Figur 5 Konceptuell skiss av verktygets utformning.

Beräkning av rening genom dagvattenåtgärderna kommer inte ingå i verktyget utan bör göras i annan beräkningsmodell. Om beräkningar visar att reningen inte uppfylls ska det vara möjligt att gå tillbaka och ändra sina val för anläggningarna för att säkerställa att flödesutjämning sker till den grad som krävs.

3.3.1 Beräkningsmetodik

Beräkningsmetoden som ska byggas in i verktyget utgår från branschstandard P110 (Svenskt vatten, 2016). Stockholms stads publikation *Dagvatten. PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport. Version 1.0* (2017) har också varit vägledande för beräkningsmetoden.

Med uppgifter om yttyper och delareor (A_n) kan en sammanvägd avrinningskoefficient (φ) för ett område beräknas med ekvation 1 (Svenskt Vatten, 2016).

$$\varphi = \frac{(A_1 * \varphi_1 + A_2 * \varphi_2 + \dots + A_n * \varphi_n)}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)} \quad (1)$$

Den reducerade arean motsvarar den del av den totala arean som bidrar till dagvattenavrinning och beräknas genom:

$$A_{red} = A * \varphi \quad (2)$$

Kvantiteter av dagvatten beror både på områdets och regnets egenskaper (Butler & Davies, 2004). Vid dimensionering av dagvattensystem kan dagvattenavrinningen ($q_{dag,dim}$) i l/s för ett område beräknas med *rationella metoden* (ekvation 3).

$$q_{dag,dim} = A * \varphi * i(t_r) * kf \quad (3)$$

A är avrinningsområdets area [ha], φ är den sammanvägda avrinningskoefficienten [-], $i(t_r)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten för vald regnvaraktighet [l/s/ha] och kf är klimatfaktor [-]. Förutsättningen för användande av den rationella metoden är att rinntider inte behöver beaktas, vilket är fallet inom mindre områden såsom bostadskvarter (Svenskt vatten, 2016).

Val av återkomsttid

För dimensionerande regn ska regnets återkomsttid väljas utifrån tabell 2.1 i P110 (Svenskt vatten, 2016). I verktyget ges användaren rekommenderade värden på bland annat återkomsttid. Då examensarbetet har avgränsats till att studera nybyggnationsprojekt inom tät stadsbebyggelse antas bebyggelsestypen kunna approximeras till centrum och affärsområden vilket ger en återkomsttid på 10 år enligt nämnd tabell.

Val av regnvaraktighet och regnintensitet

I rationella metoden motsvarar regnets varaktighet områdets rinntid. Rinntiden är den maximala tiden det tar för vatten inom ett område att rinna till avledningspunkten. En lägre rinntid än 10 minuter bör inte väljas enligt Svenskt vatten (2016) och för små kvarter väljs idag i praktiken därför ofta rinntiden till 10 minuter (Stockholms stad, 2017). Därav ges användaren denna regnvaraktighet som rekommenderat värde.

Utifrån vald regnvaraktighet kan regnets intensitet beräknas genom ekvation 4 (Svenskt vatten, 2016; Dahlström, 2010). Ekvationen kan användas för varaktigheter upp till 24 timmar. $i(t_r)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten [l/s/ha], t_r är vald regnvaraktighet (minuter) och T är regnets återkomsttid [månader].

$$i(t_r) = 190 * \sqrt[3]{T} * \frac{\ln(t_r)}{t_r} + 2 \quad (4)$$

För ett regn med varaktigheten 10 minuter och återkomsttid 10 år blir regnintensiteten 228 l/s/ha (Svenskt vatten, 2016).

Erforderlig fördröjningsvolym

Den volym som behöver fördröjas inom kvartersmarken beror på ställda krav eller riktlinjer och områdets reducerade area. De krav som ska finnas att välja bland i verktyget är 10 mm eller 20 mm fördröjning respektive ett icke-försämringskrav. För kraven 10 eller 20 mm beräknas erforderlig fördröjningsvolym, $V_{erforderlig}$ [m³], enligt:

$$V_{erforderlig} = d_{krav} * A_{red} \quad (5)$$

där d_{krav} [m] motsvarar kravet och A_{red} [m²] motsvarar den reducerade arean för kvartersmarken.

Kravet på icke-försämring innebär att flöden från ett framtida dimensionerande regn inte får överstiga nutida flöden från kvartersmarken. Erforderlig fördröjningsvolym kan

för en vald varaktighet, beräknas från den maximala skillnaden mellan inflödet för dagvattenanläggningar och det maximalt tillåtna utflödet genom ekvation 6.

$$V_{erforderlig} = t_r * (Q_{dim,efter} - Q_{ut}) \quad (6)$$

Ovan är $Q_{dim,efter}$ det dimensionerade flödet för kvartersmarken efter exploatering och Q_{ut} är det maximalt tillåtna utflödet från kvartersmarken utifrån icke-försämringskravet. $Q_{dim,efter}$ beräknas genom rationella metoden med rekommenderad klimatfaktor 1,25 (ekvation 3). Flöden för nutida respektive framtida bebyggelse behöver beräknas, detta görs genom rationella metoden (ekvation 3). Det framtida maximala utflödet från kvartersmarken, Q_{ut} , får enligt icke-försämringskravet inte överstiga dagens utflöde från kvartersmarken, $Q_{dim,före}$. Hänsyn måste även tas till att fyllda dagvattenledningar inte får överstiga 95 % fyllnadsgrad och kompensation av detta behöver därmed göras vid beräkning av det maximala framtida utflödet (Larm & Alm, 2014). Det maximala framtida utflödet från kvartersmarken beräknas således genom

$$Q_{ut} = 0,95 * Q_{dim,före} \quad (7)$$

Gröna tak

Erhållen fördröjningsvolym av gröna tak beräknas enligt

$$V_{erhållen} = d_{gröna\ tak} * A_{gröna\ tak} * n \quad (8)$$

där n är det gröna takets porositet [-], $d_{gröna\ tak}$ är djupet på det gröna takets substratlager [m] och $A_{gröna\ tak}$ är den på gården tillgängliga arean för växtbäddar [m²]. Om de gröna taken lutar bör användare kontrollera att takets lutning inte överstiger leverantörens rekommendationer för att tillgodose en viss vattenhållande effekt.

Växtbäddar

Erhållen fördröjningsvolym av växtbäddar $V_{erhållen}$ [m³] kan beräknas enligt

$$V_{erhållen} = d_{vatten} * A_{växtbädd} \quad (9)$$

där d_{vatten} är djupet på det vattenhållande lagret [m] och $A_{växtbädd}$ är den på gården tillgängliga arean för växtbäddar [m²].

Om växtbäddarna utformas för att även kunna hålla dagvatten i jordlagrets porer behöver denna del räknas in i den erhållna fördröjningsvolymen. Ekvation 9 utvecklas då till:

$$V_{erhållen} = d_{vatten} * A_{växtbädd} + \sum(n_{jordlager} * d_{jordlager} * A_{växtbädd}) \quad (10)$$

där $n_{jordlager}$ är jordlagrets porositet [-] och $d_{jordlager}$ är djupet på detta jordlager [m]. I verktyget kommer maximalt fyra stycken jordlager kunna väljas.

Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin ska i verktyget kunna väljas som cirkulära eller rektangulära. Prefabricerade fördröjningsmagasin är ofta i form av rörmagasin medan platsgjutna antas vara rektangulära. Erhållen fördröjningsvolym är lika med magasinets volym baserat på dess dimensioner.

4 RESULTAT

Nedan följer examensarbetets resultat. Avsnittet är uppdelat i tre delar; intervjuresultat, redovisning av andra intressen inom kvarteretsmark och redovisning av verktyget.

4.1 INTERVJURESULTAT

Efter transkribering printades alla intervjutexter ut för att koda. Kodningen gjordes manuellt genom att i texten markera stycken som var relevanta för examensarbetets frågeställningar med markeringspennor i olika färger. Resonemang och stycken i det transkriberade materialet som liknade varandra eller som behandlade samma ämne kunde urskiljas och markerades därefter. Syftet med kodningen var att på ett överskådligt sätt ha möjlighet att jämföra intervjupersonernas svar och kunna identifiera likheter och skillnader mellan dessa. Färgerna motsvarade nedanstående sex rubriker:

- Anledningar till att underbyggda och dess möjligheter
- Krav på dagvattenhantering och aktörernas syn på att uppfylla dessa på underbyggda gårdar
- Juridiken kring dagvatten och syn på ansvar
- GYF, grönytor och jorddjup
- Problem och eventuella risker med underbyggda gårdar
- Uppföljning

Intervjuresultaten redogörs under de sex kommande rubrikerna i form av sammanfattande text samt citat från intervjupersonerna för att belysa resonemang. Intervjupersonerna kommer benämnas enligt koderna i Tabell 7 (avsnitt Kontakt3.2.2) där kodens första bokstav indikerar vilken aktörsroll intervjupersonen representerar. B - byggherre, P – ansvariga för detaljplan, V - VA-huvudman.

4.1.1 Anledningar till att underbygga och dess möjligheter

Av intervjuerna framgår att det är en självklar utveckling att kvarter med underbyggda gårdar idag byggs. Intervjupersonerna uppger olika anledningar till att underbygga men svaren är relativt enhetliga.

Parkering

Samtliga intervjuade uppger att parkeringsbehovet är anledningen till anläggning underbyggda gårdar. Några intervjuade uppger även andra funktioner i det underjordiska utrymmet som syfte till anläggning av underbyggd gård, däribland uppges förråds- och teknikutrymmen (B1), cykelplatser (B5) och möjligheten till butikslokaler eller lagerlokaler till butiker (B6 och P1). Flera av de intervjuade talar om kommunala krav på p-tal eller p-norm. B6 menar att krav på antal p-platser de senaste åren har lättat eftersom utvecklingen går mot ett mindre bilburet samhälle men att det fortfarande finns andra funktioner som måste uppfyllas, exempelvis cykelplatser. B5 påpekar att deras kunder idag förväntar sig att det finns parkeringsplatser vid köp av en ny lägenhet men att framtidens behov av platserna är oklart.

Vidare tror V2, V3 och V4 att underbyggda garage kan vara en möjlighet för dagvattenkvalitén att förbättras genom att parkeringsytorna inte belastar dagvattennätet om de inrymmer i underbyggda garage till skillnad från om de står på markytorna.

Förtätning och markpriser

Det är inte bara parkeringsbehovet som driver fram anläggandet av underbyggda gårdar utan även ekonomiska faktorer framhålls under intervjuerna. Flera av de intervjuade beskriver hur dagens höga markpriser gör att man vill undvika markparkeringar och istället placera parkeringsplatser under fastighet, än utanför fastighet som traditionellt sett har gjorts. Underbyggd mark uttrycks vara ett sätt att få bort bilarna från dyrbar gatumark.

”När man bygger stad vill man ha gående och cyklandes i gatunivå och inte massa bilar som står och tar plats. Plus att marken blir dyrare och då är det väldigt exklusivt med markparkering. Man vill hellre bygga bostäder för det ger intäkter.” (B4)

Det är den höga exploateringsstakten som driver fram de underbyggda gårdarna enligt samtliga intervjuade. För att kunna exploatera och förtäta i den takt kommuner idag önskar är det en förutsättning att kunna anlägga underbyggda gårdar. Då förtätning görs blir förekomsten av parkeringsgarage vanligare och vanligare (B1). P2 utvecklar resonemanget och förklarar att underbyggda gårdar är bra ur ett exploateringssyfte eftersom de skapar möjlighet att förtäta och bygga på höjden istället för att sprida ut byggandet och ta mer orörd mark i anspråk. Tanken är att den yta i staden som varit till för bilparkeringar istället ska omvandlas till bostäder, parker eller gemensamma ytor.

B6 berättar att i princip alla projekt de är involverade i på kvartersmark av typen stadsutvecklingsprojekt är underbyggda. Mer perifera projekt har inte samma typ av problematik, en trend som B1 också pekar på. B1 berättar att det i kranskommuner ofta finns en markplätt där infiltration och fördröjning av dagvattnet kan ske men på platser närmare staden finns det inte så mycket orörd yta och då blir många kvarter underbyggda. Under intervjuerna har det framkommit att underbyggda gårdar är vanligast i tätbebyggda områden och att det i Stockholms kranskommuner ofta kan finnas markparkeringar som gör att projekt med underbyggda gårdar inte är så vanliga. Sedan bör det inte förglömmas att kvartersmark i form av villatomter inte brukar underbyggas och om samtliga nybyggnadsprojekt skulle studeras så skulle mängden underbyggda gårdar inte vara lika stor som om man studerar nybyggnadsprojekt av typen flerbostadshus.

Kundvärde

Bland fördelarna med underbyggda gårdar påpekar flera av de intervjuade att bilparkering i anslutning till bostaden är exklusivt och skapar ett stort kundvärde bland de boende. Detta är något som speciellt påtalas av byggherrar.

Grön stad

Många av de intervjuade lyfter fram att anläggandet av underbyggda gårdar möjliggör en grönare stad och en trevlig miljö för de boende. Enligt B4 finns en möjlighet att ta tillvara på nederbörden och att om man lyckas hitta kloka sätt att använda dagvattnet kan man få en trevlig gård. B2 beskriver underbyggda gårdar som ett sätt att möjliggöra bilparkering och grön gård på en och samma yta.

4.1.2 Krav på dagvattenhantering och aktörernas syn på att uppfylla dessa på underbyggda gårdar

Enligt V4 är Stockholms stads åtgärdsnivå (fördröjning av 20 mm med mer långtgående rening än sedimentering) ett sätt att få till mer enhetliga krav och försöka likrikta sig inom olika exploateringsprojekt. Det fanns ett behov av att bli tydligare och likställa kraven. Även Nacka kommun ställer samma krav på alla exploatörer. V1 förklarar att de befinner sig i en övergångsperiod från gamla krav till de nya riktlinjerna (10 mm). Tidigare har flödeskrav (l/s) förekommit och bakgrunden till de högre kraven är bland annat att nya exploateringar inte ska innebära en risk, varken för sig själva eller för områden som ligger nedströms. V1 förklarar vidare att de som kommun har krav på sig att uppnå miljö kvalitetsnormer i närliggande vattendrag och att föroreningar därmed inte får öka i och med nya exploateringar. Genom de nya riktlinjerna antas att arbetet når fram en bit på vägen. I Huddinge, som är den andra kommunen Stockholm Vatten och Avfall är huvudman för, gäller inte åtgärdsnivån utan istället finns riktlinjer och en checklista som mer följer icke-försämringskravet.

V2 berättar att de ställer olika krav på dagvattenhanteringen beroende på hur nytt projektet är och om det finns befintliga ledningar eller inte. V2 anser att man kan ifrågasätta att ställa hårda krav på flödesreducering på projekt som byggs inom nya områden då huvudmannen ändå kommer att dimensionera ledningssystemet utan hänsyn tagen till den lokala fördröjningen på privat fastighet. V3 menar att generella krav i vissa fall kan orsaka mycket dyrbara lösningar och att samhällsnyttan därför bör bedömas i varje enskilt fall. Samtidigt menar V3 att om undantag kan ske i enskilda fall så är det viktigt att försäkra sig om att systemet inte blir orättvist eller upplevs som orättvist av byggherrar. Sundbyberg kommun ställer krav på dagvatten i exploateringsavtal som förbinds med byggherren (V2).

Vidare anser V2 att reningskraven är svåra att uppnå (icke-försämringskravet) men tror inte att det beror på att det är underbyggt utan snarare för att kraven har ökat. V4 är inne på samma resonemang och anser att dagvattenfrågan redan är en komplicerad fråga och att om kvartersmarken ska vara underbyggd är det ytterligare en aspekt att tänka på för byggherrarna. V4 menar att avledning av dagvatten från kvartersmark kan bli mer utmanande i projekt med underbyggd mark. V1 anser att fördröjningskraven är svårare att hantera för exploatören på en underbyggd gård än en icke underbyggd gård men att det även finns svårigheter att uppnå kraven på mark som inte är underbyggd, exempelvis markparkeringar.

De intervjuade fick frågan om hur de tror att andra intressenter ser på att uppfylla kraven på dagvatten inom underbyggda kvarter. V2 upplever att byggherrarna tycker det blir besvärligt att få till dagvattenhantering på underbyggd gård. V1 förstår att fördröjning och rening av dagvatten på underbyggda gårdar är kostsamt men anser att kraven som ställs är rimliga.

”Vem ska bära kostnaden för att någon ska få bygga? Det faller rimligtvis på den som ska bygga och inte på det gemensamma.”(V1)

Vidare menar V1 att byggherrarna har samma motvilja kring fördröjningskrav om marken inte är underbyggd. Exploatörerna vill ofta jaga kostnader men V1 menar att lösningarna går att hitta.

P2 beskriver att de i Tyresö kommun inte har några direkt uppställda krav mer än att exploatörer inte ska försäkra utifrån grundprincipen att projekten ska kunna hantera det som de orsakar. Exploatörer ska visa i en dagvattenutredning hur de ska klara av högre flöden på grund av större hårdgörning och klimatfaktor.

Gällande byggherrarnas syn på dagvattenkraven anser B4 att underbyggda garage har funnits länge men att det är de högre kraven på dagvatten som gör frågan mer komplex. B4 menar även att dagens kvarter nästan utformas efter dagvattnet eftersom det är en så betydande faktor. Även B6 menar att dagvattenfrågan idag kan omkullkasta ett helt projekt, något som tidigare inte har varit aktuellt. De intervjuade byggherrarna är stundtals kritiska till kravställandet av flera anledningar. B5 beskriver situationen som att många krav ställs på den underbyggda gården (krav på dagvattenhantering, rening, bilparkeringar, cykelparkeringar, sopsug med mera) och att det kan bli kontraproduktivt.

”Kraven ökar och ökar och möjligheterna till att hantera dagvatten och rening på gård minskar [...] och det är alltid ett väldigt stort tryck på gårdens utformning. Framförallt om man ska ha en infiltrationsyta för fördröjning och rening, då tar det upp en viss yta vilket gör att det är väldigt mycket krav som går emot varandra. De kolliderar till slut och då måste det göras en prioritering av vad som är det viktigaste. Ska vi kunna släppa ut mer dagvatten på det kommunala nätet för att vi i sin tur ska uppnå det antal cykelplatser som kommunen vill se?” (B5)

Angående tydligheten i dagvattenkraven anser B4 att det är kommunberoende och menar att riktlinjer bör ges som funktioner som ska uppfyllas och inte vara förslag på lösningar. Även fast kommunen i detaljplaneprocessen ger förslag på dagvattenlösningar så upplever B4 att det finns en risk att kommunen låser sig i ett förslag och har svårt att acceptera förslag som senare ges av byggherrar. B6 upplever kraven på hantering av dagvatten som tydliga och att det går att diskutera med kommunen om man som byggbolag tycker att kraven är för högt ställda.

Att kraven går att diskutera påtalas från både byggsidan och kommunsidan. På Sundbyberg avfall och vatten AB inlämnas handlingar på dagvattenhantering inför projekts startbesked och tjänstemännen gör ett uttalande om det är godkänt eller inte. V2 menar att byggherrar ibland inte kan uppfylla alla krav men att de som huvudman vill se att de har gjort en ansats och gjort så mycket de kan. V3 håller med och vill gärna se en diskussion med dagvattenkonsulter om kraven på fastigheten uppfattas som orimliga.

B1 lyfter frågan om hur länge det är miljövänligt att anlägga underbyggda konstruktioner.

”Hur stora åtgärder kan man göra för att det fortfarande ska vara miljömässigt försvarbart att göra dem?” (B1)

B1 uttrycker även att man som byggbolag ofta inte har något annat val än att bygga så som kommunerna vill även fast byggbolaget tycker att kraven är för högt ställda och ibland känns orimliga. Man accepterar kommunernas krav för att man ska kunna bygga på platsen och trots att det kostar mycket att anlägga underbyggda konstruktioner.

Samtliga intervjuade byggherrar är överens om att det är nödvändigt att anlägga underbyggda gårdar men menar att det inte är något som föredras. B6 anser att möjligheten med underbyggda gårdar är att ha parkering i anslutning till bostaden men menar att det inte är något man anlägger i onödan då det är lättare att sköta dagvattenhantering och andra frågor om man inte har en underbyggd gård.

”Man undviker underbyggda konstruktioner så långt som möjligt och det tror jag nog alla skriver under på. Du underbygger inte om du inte måste.”
(B6)

Även B2 menar att man undviker att bygga ett underbyggt garage om det inte behövs, bland annat på grund av att det är dyrt att bygga på det sättet.

Flera intervjupersoner menar att det förmodligen är svårare att uppfylla kraven på dagvatten på en mark som är underbyggd jämfört med en mark som inte är underbyggd, detta med motiveringen att det är fler saker som ska inrymmas på en liten plats och att det finns mindre möjlighet till infiltration på en gård som är underbyggd. Några av de intervjuade påpekade dock att kraven även kan vara svåra att uppnå på en gård som inte är underbyggd beroende på markförhållandena på platsen. Då bostäder byggs på berg eller lera har vatten ändå inte stor möjlighet att infiltrera och det är därmed svårt att säga något generellt om huruvida det är svårare eller lättare att uppfylla kraven på dagvatten på underbyggda gårdar. De intervjuade fick frågan om hur de ser på möjligheten att uppfylla kraven på dagvattenhantering inom kvarter med underbyggda gårdar jämfört med kvarter utan underbyggda gårdar. P2 belyser att eftersom de byggherrar som bygger projekt med underbyggda gårdar ofta är mer benägna att vilja satsa på dagvattenhanteringen än enskilda som bygger villa, så kan resultatet ändå bli bättre. Även fast förutsättningarna för dagvattenhantering kan vara bättre på en villafastighet behöver det inte betyda att den slutliga lösningen blir bättre.

4.1.3 Juridiken kring dagvatten och syn på ansvar

Vilka krav som kan ställas och svårigheter i att ställa krav

Flera av de intervjuade påtalar det osäkra juridiska läget kring dagvatten och att det inte är klarlagt hur samt om kommunen får ställa krav på dagvatten på kvartersmark. V1 beskriver.

“Det är ett osäkert rättsläge om vilka detaljplanebestämmelser som får användas. Vissa anser att de bestämmelser som vi tycker är tydliga från ett tekniskt perspektiv inte har något lagstöd, jag tänker då särskilt på flödesbegränsningar i planen. Men ställer vi inte kraven så vet vi inte heller att vi klarar att uppnå miljö kvalitetsnormer. Förhoppningsvis kan lagarna uppdateras och bättre anpassas till dagvattenproblematiken.” (V1)

Som tjänsteman på en planavdelning menar P1 att flera kommuner idag kanske har olagliga bestämmelser för att försöka “fixa till ett problem”. P1 menar istället att de, inom deras kommun, strävar efter att jobba med lagliga bestämmelser, men att stor osäkerhet råder kring var gränsen för lagliga bestämmelser egentligen går. V2 menar att kommunen egentligen inte får ställa krav på fördröjning på kvartersmark och att det därför skrivs in i exploateringsavtal.

Samtliga intervjuade av aktörsgrupperna VA och Plan uppger att de har svårt att veta hur de ska ställa krav och vilka krav de får ställa rent lagligt.

Vidare anser P1 att Boverkets rekommenderade bestämmelseformuleringar inte är helt anpassade för underbyggd mark och att vilka bestämmelser som kan användas beror på hur man definierar ordet mark. Huruvida gårdsytan som är underbyggd av ett garage räknas som "mark" eller en byggnadsdel påverkar vilka bestämmelser som kan tillämpas. En av de största skillnaderna på projekt med underbyggd gård jämfört med utan underbyggd gård är att det är osäkert om det är juridiskt hållbart med bestämmelser som ställer tydliga ska krav t.ex. på en viss fördröjningsvolym (P1). Om marken inte är underbyggd så är det möjligt att ställa planbestämmelsekrav om att en viss del av ytan ska vara infiltrerbar, något som blir svårt för underbyggd mark. Vidare anser P1 att det råder oklarheter kring vilka krav man kan ställa på dagvattnet och skulle önska att de hade bättre stöd från sitt VA-bolag angående dagvattenfrågor i planarbetet. P2 tror att det vore bra att kunna ange kvantiteter eller flöden då det är lättare att diskutera dagvattenåtgärder med byggherrar om man har ett önskvärt maxflöde eller liknande att diskutera kring.

Vidare menar P1 att kommunerna inte har så stor erfarenhet av projekt med underbyggd mark i detaljnivå och att mycket av kunskapen ligger hos enskilda byggherrar och konsulter vilket också gör det svårt att formulera tydliga funktionella krav. V4 är inne på samma resonemang och påpekar att ansvarsfrågan är oklar då man kräver av byggherrar att implementera dagvattenhantering på kvartersmark vilket gör att kommunen inte vet vad som händer i den anläggningen.

P1 är av uppfattningen att Stockholm generellt ställer högre krav på byggherrarna och tror att lagligheten på kraven eventuellt kan vara tveksam. Det fungerar att ställa höga krav om intressenterna är beredda att göra som kommunen vill, men i en mindre kommun vågar man kanske inte av oro för att byggherrarna då skulle söka sig någon annanstans. P1 menar att lagligheten i en del krav som har ställts tidigare inom kommunen och som fortfarande kan ställas av vissa kommuner med rätta ifrågasatts. P1 beklagar dock att Boverket varit snabbt på att rensa bort och avråda från illa formulerade planbestämmelser utan att samtidigt ge tillräcklig vägledning om hur lagligare formuleringar kan se ut.

Flera av de intervjuade sätter nu tillit till att lagarna uppdateras för att bättre kunna anpassas till dagvattenproblematiken (V1, P1, V4). Till saken hör även att det eventuellt inte är fel på lagstiftningen i den höga utsträckning som man tänker sig utan problemet kan vara att det saknas tydliga, konstruktiva och genomarbetade tillämpningsanvisningar som kan belysa hur befintlig lagstiftning ska tolkas (P1). P1 menar vidare att utmaningen i tillämpningsfrågan av PBL är att det enda ordinarie sättet att få en större tydlighet i hur PBL ska tolkas (gällande vilka planbestämmelser som är lagliga) är genom att frågan hamnar i domstol. P1 upplever att detta är extremt sällsynt på grund av dagens omständigheter. Orimligt lågt ställda krav överprövas sannolikt inte av Länsstyrelsen så länge Boverkets råd inte tydligt stöttar möjligheten att ställa tuffare krav. Olagligt tuffa bestämmelser blir inte heller prövade då de flesta byggherrar hellre sväljer förtretet och en smärre merkostnad än orsakar sig själva en betydligt mer

kostsam väntan på ett domstolsavgörande, eller så väljer man helt enkelt att bygga på en mer lönsam plats (P1).

Ansvar för omhändertagande av dagvatten

Även hos de intervjuade byggherrarna råder oklarhet kring hur kommunerna får ställa krav och vilka krav de får ställa. B4 menar att flera kommuner antar dagvattenstrategier men upplever att kommunerna inte själva vet exakt vad de menar. Då byggherrar ställer frågor om hur de ska kunna genomföra arbetet med dagvattenhantering så kan kommunen ibland inte svara. Även B1 upplever att kommunerna inte känner sig helt säkra i sin roll som kravställare. B4 menar vidare att det ibland inte är helt tydligt vad kommunerna menar i sina formuleringar.

”Vilka krav kan kommunerna ställa och vilka krav får de ställa? Det kan stå ’bör’, ’vore bra’, ’vi önskar att’. Ibland säger kommunerna att det finns ett krav men har ingen faktabakgrund till varför man kan säga att det är ett krav.” (B4)

B4 menar att det krävs en bättre dialog både med kommunerna och deras vattenbolag men även med konsultbranschen. Det är byggherrarna som ska göra verklighet av de krav som ställs och en bättre dialog kan göra att kommuner får reda på hur byggherrar uppfattar krav och riktlinjerna, samtidigt som byggherrarna lär sig mer om dagvatten (B4).

Otydligheten i kraven och vem som har rådighet över frågan kan skapa problem för byggherrar. B5 upplever nämligen att då olika kommuner har olika krav på dagvattenhantering skapas en situation där man som byggherre inte hinner arbeta fram en systematik för utformningen av underbyggda gårdar och hantering av dagvatten. Samtidigt är B5 medveten om att olika ledningsnät och recipienter ställer olika krav men menar att det skapas ett problem då skillnaderna mellan kommunerna kan vara stora.

”Det blir svårt att bygga upp en bra systematik för utformningen av gårdar och hur man ska hantera vattenfördröjningen. För nu hörde jag att Stockholms stad har ökat sina krav ganska rejält mot bara för några år sedan och det förändrar jättemycket. Det bör egentligen påverka andra faktorer såsom markpris och liknande då det blir en mer kostsam lösning om du ska bygga på en mark i Stockholm stad, medan det på andra sidan kommungränsen inte finns några sådana krav alls. Trots att det kan vara 100 meter emellan. Det är ju samma regn som träffar båda tomterna så där tycker jag det är konstigt. Det borde finnas något större grepp kring det hela. Men sedan klarar olika dagvattennät av olika mycket [stora flöden] och sådana aspekter spelar såklart roll. Men det [problemet med projekt med underbyggda gårdar] är nog framförallt att det är svårt att bygga kompetens och systematik då olika kommuner har olika krav.”(B5)

B4 anser att det är onödigt att kommunen skriver för detaljerat. B4 berättar om ett projekt med underbyggda gårdar där kommunen skrivit in i plankartan att dagvatten på kvartersmark ska ledas till en infiltrationsyta inom den egna fastigheten. Att göra detta på en terrassbjälklag blir svårt och Skanska vill istället föreslå ett magasin som alternativ. B4 är medveten om att de som byggherrar ska ta sitt ansvar för dagvattnet

men menar att det är onödigt att skriva in formuleringar i planbestämmelserna då det måste rapporteras som en avvikelser om de inte går att uppnå. Vidare menar B4 att om byggherrar blir ålagda krav på rening och fördröjning inom kvarteren så borde motsvarande krav ställas på gator och torg som kommunen ansvarar för.

4.1.4 GYF, grönytor och jorddjup

Av de intervjuade kommunerna uppger intervjupersonerna att Stockholms stad, Sundbyberg stad och Nacka kommun använder sig av grönytefaktorer. P1 (pendlingskommun nära Stockholm) och P2 (Tyresö kommun) uppger att de inte använder sig av grönytefaktor inom kommunen, P2 uppger att de istället använder sig av kvalitetsprogram för att jobba med grönytor på kvartersmark. Vidare är alla byggherrar bekanta med begreppet grönytefaktor.

Nacka kommun har nyligen tagit fram en GYF och det har direkt börjat komma frågor till Nacka vatten och avfall om dagvatten (V1). Kommunens GYF är kopplad till dagvatten och antas kunna hjälpa att få fram bra alternativ för dagvatten. V1 nämner dock att kommunens GYF var framtagen innan dagvattenanvisningarna togs fram och att verktyget inte är kopplat till reningskraven, något V1 tror behöver arbetas vidare med.

En positiv aspekt med GYF anser V4 vara att det kan bidra till en ökad ambitionsnivå i projekt samt att det kan användas som ett incitament för att minska andelen hårdgjord yta. I Stockholm stads GYF ges extrapoloäng för vissa dagvattenåtgärder och V4 ser GYF som ett bra verktyg för att samsas mellan de olika intressena och undvika att bygga med enbart ett intresse i åtanke. B6 påpekar utbildningsaspekten i GYF och att synligt dagvatten på gården för de boende kan ses som ett sätt att belysa den naturliga vattenbalansen.

Flera av de intervjuade (både från den kommunala sidan och byggherrar) ställer sig dock något kritiska till grönytefaktorn och dess koppling till dagvattenhantering.

”GYF och lokalt omhändertagande av dagvatten är inte samma sak och det är många som missförstår det.” (V4)

”Dagvattenfrågan borde vara viktigare att uppfylla än att uppfylla en viss GYF men det är inte alltid det är så [...] från kommunens sida.” (B6)

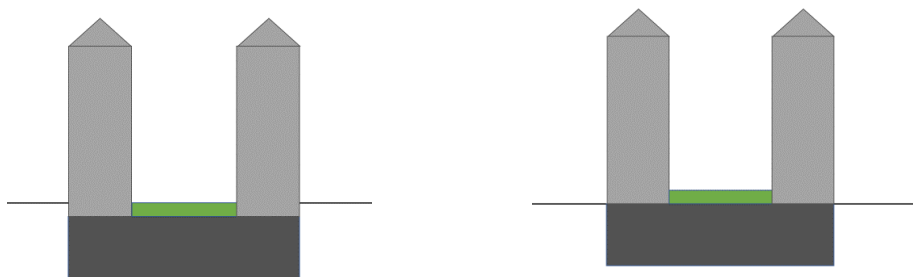
”GYF fungerar ibland mer som en landskapsarkitekturfråga och grönytefråga men det kan framställas som att det är en dagvattenfråga.” (B4)

Flera av byggherrarna anser att GYF är ett trubbigt verktyg för att hantera dagvattenfrågan. Enligt B6 är det inte alls säkert att GYF synkar med dagvattenfrågan och att olika lösningar säkerligen väljs då man bara utgår från ett dagvattenperspektiv eller bara utgår från GYF-kravet. Gällande GYF-krav anser B5 att det till och med kan ifrågasättas om kravet är nödvändigt då det inte är av byggherrarnas intresse att anlägga en asfalterad gård helt utan grönytor då en sådan gårdsyta skulle ge noll kundvärde. Detta resonemang är något som till viss del återfinns hos P2 som inte har en GYF inom sin kommun. P2 menar att ambitionen i nya projekt ofta ändå är att projektet skall bli grönt. Även B4 är kritisk mot verktyget och i synnerhet att kommuner sätter GYF som ett krav på plankartan. B4 ser hellre att GYF sätts som ett mål att uppfylla snarare än ett

krav. B4 anser även att GYF som verktyg borde bli mer akademisk och som förslag borde en kolumn som handlar om rening och fördröjning av dagvatten införas.

Jorddjup

Under intervjuerna kommer samtalet ibland in på betydelsen av jorddjupet på en underbyggd konstruktion. P1 menar att det inom projekt med bjälklag snarare är genom att ställa krav på vegetationsytorna som man kan ställa krav på dagvattnet. Plansidan kan ställa krav på gröna gårdar och fördröjningen blir en indirekt effekt av detta. För att skapa gårdar som håller över tid ställs ofta krav på ett visst jorddjup (P1). Även V4 har sett projekt där plansidan har ställt krav på att den underbyggda gården måste ha ett visst jorddjup, ca 50–80 cm. V4 har tolkat det som att kunna få till en större växtlighet och att det handlar om gestaltningsmässiga krav men att det ger inverkan på dagvattnet. B6 berättar att krav om ett visst jorddjup kan stå i detaljplanen vilket gör att byggherrar måste fundera över höjdsättningen av gården. Vidare förklarar B6 att kravet kan bli kostsamt eftersom för varje extra centimeter jordmån kommunen vill se, måste garaget pressas ner motsvarande längd. Om det ställs krav på 70 cm jorddjup så kan huset väljas att konstrueras så att ingen differens mellan gata och gård uppstår, och garaget behöver då pressas ner. Alternativt kan huset väljas att konstrueras så att gården hamnar en nivå högre än omgivande gatumark. Garaget hamnar då inte lika långt ner i markprofilen och istället kan ett hus med lokaler i bottenvåning skapas (figur 6).



Figur 6 Principiell bild av typsektioner för underbyggda gårdar då ett visst jorddjup ska uppfyllas enligt detaljplan. Till vänster: Ingen differens mellan gata och gård. Till höger: Differens mellan gata och gård.

Krav som går mot varandra

Under intervjuerna framkommer att kraven på GYF respektive dagvattenhantering kan gå emot varandra. Exempelvis har V2 sett att byggherrar har stora svårigheter att uppnå reningskraven om de har gröna tak som behöver gödslas. Ifall de gröna taken gödslas för mycket eller vid fel tillfälle kan näringsläckage uppkomma. V2 betonar dock att det går att välja gröna tak med en växttyp som inte behöver gödslas.

Flera av byggherrarna riktade kritik mot gröna tak. B4 menar att de inte föredrar intensiva (tjocka) gröna tak med anledning att det bidrar till att hela huset behöver dimensioneras för att klara den extra lasten av jordskiktet, något som också fördyrar projekten. B6 berättar att de inte föredrar grövre tak, tak med tjockare jorddjup, eftersom det lockar insekter, något som kan irritera kunderna. Andra problem är skötsel av de grövre taken som kräver viss säkerhet och vattning.

4.1.5 Problem och eventuella risker med underbyggda gårdar

Under intervjuerna nämns, förutom nämnda problem med kravställande av dagvattenhantering på kvarteretsmark, flertal problemområden och risker med underbyggda gårdar. Stort fokus har legat på detta under intervjuerna.

Intervjupersonerna har nämnt flera gemensamma risker men beroende på aktörstyp skiljer sig svaren något.

Under intervjuförfarandet har konstruktionsmässiga problem och potentiella risker diskuterats. En risk som framhålls av samtliga intervjupersoner är läckage. Hos flera av intervjupersonerna (främst byggherrar) framhålls det som en stor risk. Ytterligare ett konstruktionsmässigt problem som beskrivs under intervjuerna är att bjälklagskonstruktionen måste dimensioneras för extra laster för att kunna anlägga dagvattenåtgärder, något som beskrivs som kostsamt för byggherrar.

Ett problem som framhålls av flera av de intervjuade, framförallt byggherrar, är problem i förvaltningsskedet. Oro finns för att driften inte sker som den ska – på grund av okunskap eller till och med ovetskap om att en dagvattenanläggning finns på gården.

En risk som inte är kopplad till dagvattenhantering direkt men som nämns av P1 och B5 är att framtidens parkeringsbehov är svårt att förutse. Samhället driver mot att bli mindre bilburet och det är inte säkert att de underjordiska garagen som idag byggs kommer fylla en lika stor funktion i framtiden. P1 ser en viss risk i att bygga anläggningar vars framtida behov är osäkert då utvecklingen tycks röra sig mot en situation med självkörande bilar som inte behöver parkeras vid boendet.

Med en underbyggd gård blir ingreppen i marken större än utan underbyggda gårdar. Större inverkan sker på markförhållandena samtidigt som grundvattnet påverkas (B1).

Som nämnts i föregående avsnitt (4.1.4) kan krav från kommunen att uppnå ett visst jorddjup skapa problem för byggherren. Man riskerar då att det underbyggda garaget måste pressas ner en viss del i marken och då kan det få följdproblem i form av vattentryck bland annat men även att lutningen på bilrampen blir för brant (B6).

Vidare berättar B1-B3 om ett projekt de är involverade i med underbyggd gård. Huset är helt kringbyggt och byggt ända ut till fastighetsgräns. Den aktuella kommunen har ställt krav både på fördröjning och rening och B1 ifrågasätter om det istället hade räckt med fördröjning i detta fall och att andra projekt som har infiltrationsmöjligheter, infiltrerar och renar dagvatten. Målet borde istället vara att reningen ska bli tillräckligt för recipienten då reningsåtgärder från hela avrinningsområdet summeras. B1-B3 har föreslagit ett magasin placerat utanför fastigheten men efter en dialog med kommunen har man varit tvungna att flytta in magasinet i huset. B2 beskriver en dagvattenanläggning inuti huset som något man i allra högsta grad vill undvika med tanke på framtida underhåll och skaderisk.

Under flera av intervjuerna öppnas en diskussion kring det smältvatten och annat vatten som rinner av bilar. Flera av de intervjuade förklarar hur vattnet tas om hand i garaget. Då garage byggs under en gård kan de hamna djupt under marken vilket kan leda till en nivå under det allmänna ledningsnätet. Att sätta in en pump innebär att systemets robusthet minskar och att risken för inträngning av spillvatten vid fyllda ledningar ökar.

Istället är det idag vanligt att smältvatten från bilarna leds till rännor i garaget där det tillåts avdunsta.

V2 och V3 kommer in på en diskussion angående vattnet som rinner av bilarna inne i garagen. Som nämndes i kapitel 4.1.1 ser de förflyttandet av parkerade bilar på gatan ner till garage som något positivt för dagvattenkvaliteten men erkänner att det är svårt för de som VA-huvudman att ha koll på hur den enskilda fastighetsägaren utför städningen. Det finns en risk att fastighetsägare häller ut det koncentrerade skurvattnet i en dagvattenbrunn eller toalett. V2 och V3 menar att ansvaret ligger på VA-huvudmannen att informera fastighetsägarna om att de måste hantera sitt städvatten på rätt sätt, men att det inte går att kontrollera. Risken är att skurvatten hamnar i avloppen och i slutändan leds till reningsverken där ämnen kan hamna i slammet och försämrar dess kvalitet. Även V4 diskuterar samma problematik och att det också finns risk att det förorenade vattnet från garagen hamnar i spillvattennätet eller dagvattenätet och i slutändan hos recipient.

Andra intressen på kvartersmark

Under intervjuerna framhölls att andra intressen på kvartersmark har beröringspunkter med dagvattenhantering på underbyggda gårdar och att det idag är flera olika funktioner som ska lösas på gården. Exempelvis menar B4 att arkitekturen har en stark koppling till dagvattenhanteringen och att det finns flera frågeställningar man bör ha i åtanke vid planering av ett nytt kvarter.

”Ska taket luta ut från gården? Ska halva taket luta inåt och andra halvan luta utåt? Ska stuprännor dras på utsidan av huset och leda vattnet till gatumark?” (B4)

På frågan om vilken som är den största skillnaden mellan projekt med underbyggda gårdar och projekt utan underbyggda gårdar svarar V4 följande.

”Rent generellt är det väl höjdsättningsbiten. Dagvattenhanteringen styrs alltid av höjdsättningen men på de underbyggda gårdarna har man kanske ännu mindre möjlighet att anpassa höjdsättningen och då behöver det komma in tidigare. Att man förstår att höjdsättningen är ännu viktigare i projekt med underbyggd mark. Den andra stora skillnaden är att teknikområdena VA och VVS ibland möts på ett annat sätt och att det kan bli oklara gränsdragningar.” (V4)

Sammanfattningsvis är samtliga intervjuade på den kommunala sidan medvetna om att dagvattenkraven på underbyggda gårdar försvårar och fördyrar situationen för byggherrarna.

En risk som framhålls ur ett VA-perspektiv är risken för att dagvatten inte hanteras på ett bra sätt vid ett 100-årsregn (V1) och att innergårdarna inte är planerade för att säkerställa dagvattenavrinning vid höga skadliga flöden. V4 är inne på samma resonemang och menar att skyfallsfrågan är särskilt viktig att tänka på vid underbyggda gårdar. Att vid planeringen inte placera garagets in- och utfarter i lågpunkter är viktigt för att garaget inte ska fyllas med vatten vid ett stort regn (V4).

En eventuell risk som framhålls under intervjuerna är risken att dagvattenanläggningarna inte byggs som det är tänkt eller att de inte byggs alls. Enligt

B6 finns en risk i att anlita entreprenörer inte har full förståelse för genomförandet. Om exempelvis en viss permeabilitet måste uppnås i jordlagret men entreprenören inte är medveten om varför detta krävs så kan det leda till att fel material läggs ut.

Till sist uppger samtliga intervjuade av aktörsrollen VA att de inte förutsätter att fördröjning på kvartersmark sker då nya allmänna dagvattenledningar dimensioneras.

4.1.6 Uppföljning

Svaren som uppkommer på delen om uppföljning är relativt luftiga och många av de intervjuade representanterna från kommuner hänvisar till andra kommunala avdelningar för att få bättre svar på frågorna. Kommunerna har begränsad möjlighet till uppföljning då dagvattenanläggningar inom kvartersmark inte vanligtvis är tillståndspliktiga.

Kommunen äger inte anläggningen och har därmed inte möjlighet att utföra kontroll av den. Det handlar istället om egenkontroll från fastighetsägarens sida och i praktiken kan det istället röra sig om att anläggningens dåliga funktion upptäcks först när det börjar läcka och är för sent enligt B6.

Intervjupersonerna frågades om det i dagsläget sker någon kontroll av genomförda projekt avseende kravställningen (rening, fördröjning och GYF). Bland intervjupersonerna från kommuner uppges att det inte sker någon direkt uppföljning annat än att dagvattenutredningen för projektet kontrolleras och godkänns. Vidare uppger intervjupersonerna att andra delar inom organisationen kan besitta sätt att göra kontroller men intervjupersonerna har svårt att svara på hur dessa kan ske.

V2 berättar att de inför startbesked granskar handlingar på dagvattenhantering och uttalar sig om föreslagen dagvattenhantering är godkänd eller inte. I dagsläget sträcker sig VA-huvudmannens uppföljning inte längre än att granska om byggherrarna uppfyller kraven i sin planeringsfas. V4, som arbetar i tidiga skeden, berättar att uppföljning sker i form av att förslag på dagvattenanläggningar granskas i planskedet. Gällande hur uppföljning sker i senare skeden hänvisar V4 till andra avdelningar såsom bygglovsavdelningar. P2 beskriver situationen

”Vi följer egentligen inte med projekt efter de är färdigbyggda och ser inte hur det faktiskt fungerar i praktiken. Det kan ju vara först 10 år senare som det är intressant. Men det kanske är VA-sidan som märker i praktiken hur saken fungerar. Vi på plansidan följer ofta inte med efter att planen har vunnit laga kraft” (P2)

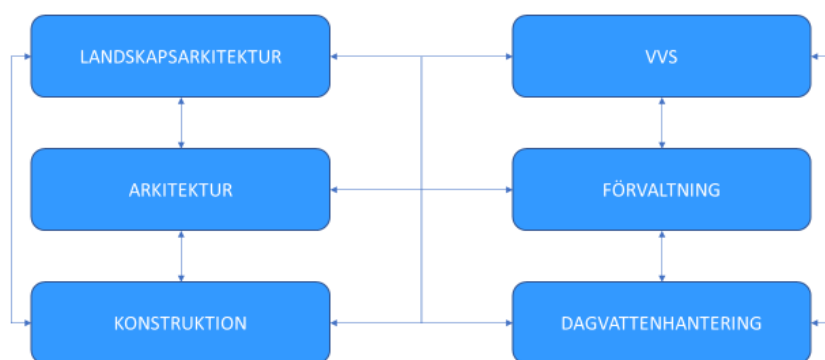
P2 berättar sedan att dagvattenåtgärder i kommunens kvalitetsprogram kan kontrolleras av plansidan i bygglovsansökan och att det är den typ av uppföljning som sker.

B2 menar att kommunen lär behöva öka sin kontroll om varje fastighet i framtiden skall ta större ansvar för rening och fördröjning av dagvatten. Vidare menar V4 att VA-bolag är mer vana vid spårning av punktutsläpp på spillvattensidan och upplever att det finns utmaningar gällande hur man kan jobba med uppströmsarbete på dagvattensidan.

B5 förklarar att det är i samband med slutsamrådet som kommunen kan följa upp dagvattenhanteringen. För att byggherren ska få startbesked måste de tekniska förutsättningarna gås igenom och att det blir en diskussion med byggnadsinspektören.

4.2 INTRESSEN INOM KVARTERSMARK

Vid projektering av ett nytt kvarter finns flera intressen som måste tas hänsyn till där dagvattenhantering är en av dessa. Flera intressen har beröringspunkter med dagvattenhantering på underbyggda gårdar och under examensarbetets litteraturstudie och intervjuförfarande har fem sådana intressen identifierats. Intressena är *landskapsarkitektur, arkitektur, konstruktion, förvaltning* och *VVS* (figur 7). Inom varje intresse har aspekter identifierats vilka har en koppling till dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Ett beslut för ett intresse bör alltid göras med dagvattenhantering i åtanke, samtidigt som ett beslut för dagvattenhantering alltid bör göras i samråd med övriga berörda intressen. Enskilda aspekter redovisas i avsnitt 4.3.1.5.



Figur 7 Beskrivning av samband mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och andra intressen som bör bejakas. Intressena påverkar varandra och en förändring i ett intresse kan ha påverkan på en annat intresse.

4.3 VERKTYG

Ett verktyg utformades och inkluderar de tre dagvattenåtgärderna gröna tak, växtbäddar och fördröjningsmagasin och hur de relaterar till de andra intressena inom underbyggda gårdar. Verktyget är baserat på intervjuresultaten och litteraturstudie.

4.3.1 Utformning av verktyg

De framhållna intervjuaren tillsammans med resultatet av litteraturstudien användes för att utforma ett verktyg för implementering av tre dagvattenåtgärder på en underbyggd gård. Verktyget utformades i Excel och består av fyra steg: Nutida och framtida bebyggelse, Dagvattenkrav, Val av dagvattenåtgärder samt Vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar. I verktyget ingår även checklistor som kan läsas och användas oberoende av de fyra föregående stegen. Intervjuaren har främst använts till utformning av checklistorna där punkter som bör beaktas vid dagvattenhantering på underbyggda gårdar beskrivs. Verktyget i sin helhet redovisas i bilaga B. Den konceptuella idén för verktyget redovisades i figur 5. I följande fem avsnitt redovisas verktyget steg för steg.

4.3.1.1 STEG 1: Nutida och framtida bebyggelse

I steg 1 tillåts användaren fylla i areor för nutida och framtida bebyggelse. Detta är något som görs i alla dagvattenutredningar och ligger till grund för kommande beräkningar. Användaren tillåts fylla i delareor efter kvartersmarkens tänkta utformning samt nuläget delareor. Rutor i mörkare grönt skall fyllas i eller lämnas tomma av

användaren. Val av avrinningskoefficienter bör göras med Svenskt vattens P110 som vägledning.

4.3.1.2 STEG 2: Dagvattenkrav

I steg 2 tillåts användaren välja aktuellt krav på dagvattenfördröjning som råder för projektet. Användaren kan välja mellan 10 mm alternativt 20 mm fördröjning eller ett icke-försämringskrav som innebär att flödena från ett framtida dimensionerande regn inte får överstiga nutida flöden från kvartersmarken. Dessa tre alternativ för krav baseras på de intervjuade kommunernas riktlinjer för dagvatten på kvartersmark. Efter val av krav beräknas i steg 2 erforderlig fördröjningsvolym, det vill säga den vattenvolym som behöver fördröjas inom kvartersmarken för att uppfylla kravet, se figur 8/figur 8.

| STEG 2: DAGVATTENKRAV | | | |
|---|-----------------|---------------------|-------|
| I detta steg beräknas erforderlig fördröjningsvolym utifrån ställt krav. I detta verktyg går det att välja mellan tre krav: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪10 mm fördröjning per reducerad area ▪20 mm fördröjning per reducerad area ▪icke-försämringskrav | | | |
| | Icke-försämring | 10 mm | 20 mm |
| Vilket krav har ställts på fördröjning? Sätt kryss (X) för gällande krav. | | | x |
| Vattenvolym som skall fördröjas inom kvartersmarken | | 0,00 m ³ | |

Figur 8 Utformning av steg 2. Användaren får välja bland tre krav och verktyget beräknar därifrån erforderlig fördröjningsvolym. I figuren visas utseende innan delareor har fyllts i och fördröjningsvolymen är därmed 0 m³.

4.3.1.3 STEG 3: Val av dagvattenåtgärder

Under steg 3 presenteras de tre dagvattenåtgärderna och användaren får fylla i hur stora ytor som finns tillgänglig för respektive åtgärd. Användaren kan välja ett eller flera av alternativen genom att fylla i tillgängliga ytor för respektive åtgärd. Till sist beräknar verktyget den totala erhållna fördröjningsvolymen utifrån ifyllda värden på dimensioner.

| STEG 3: VAL AV DAGVATTENÅTGÄRDER | | | |
|---|--|--|--|
| Den beräknade fördröjningsvolymen från STEG 2 kan väljas att fördröjas genom tre dagvattenåtgärder: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • gröna tak • fördröjningsmagasin • biofilter • eller en kombination av dessa | | | |
| Fyll i tillgänglig volym för den/de dagvattenåtgärder som är önskvärda. Lämna tomt för ej önskvärda alternativ. | Gröna tak | Växtbäddar | Fördröjningsmagasin |
| | Gröna tak kan anläggas som intensiva (tjocka) eller extensiva (tunna) tak. | Växtbäddar kan anläggas med ett vattenhållande lager ovanpå bädden. Vatten kan fördröjas i ett vattenhållande lager (upptill bräddavlopp) och till viss del även i jordlagrens porer. I detta verktyg kan högst fyra jordlager anges. OBS: ange endast de jordlager som kan tillgodoräknas för magasinering av vatten. | I detta verktyg kan fördröjningsmagasinet väljas som rörmagasin eller platsgjutet. Fördröjningsmagasin läggs med fördel utanför husets ramar men om detta inte är möjligt så undersök om det går att lägga fördröjningsmagasinet i garaget/källaren. |
| | Lutar de gröna taken? (JA/NEJ) | | Rörmagasin |
| | Area tillgänglig för åtgärd [m ²] | Area tillgänglig för åtgärd [m ²] | Invärdig diameter 0 [mm] |
| | Porositet [-] | Djup vattenhållande lager (Rekommenderat djup: 0,1-0,3 m men kan vid specialfall uppgå till 0,5 m) [m] | Längd [m] |
| | Tjocklek [m] | Växtbäddar utformas för att hålla vatten i jordlagrets porer (JA/NEJ) | Platsgjutet magasin |
| | | Lager | Längd [m] |
| | | 1 Djup jordlager [m] | Bredd [m] |
| | | Porositet jordlager [-] | Höjd [m] |
| | | 2 Djup jordlager [m] | |
| | Porositet jordlager [-] | | |
| | 3 Djup jordlager [m] | | |
| | Porositet jordlager [-] | | |
| | 4 Djup jordlager [m] | | |
| | Porositet jordlager [-] | | |
| Erhållen fördröjningsvolym | 0 m ³ | 0 m ³ | 0 m ³ |
| Rekommenderad ansluten reducerad area | 0 m ² | 0 m ² | 0 m ² |
| Rekommenderad ansluten reducerad area dagvattenåtgärden med valda dimensioner kan fördröja vattnet från. Om en större reducerad area ansluts behöver avledningsvägar säkras till andra dagvattenåtgärder. | | | |
| Om andra dagvattenåtgärder än de tre ovan planeras att anläggas, fyll i den fördröjningsvolym som kan tillgodoräknas av dessa här: | [m ³] | | |
| Total erhållen fördröjningsvolym | 0,00 [m³] | | |

Figur 9 Utformning av steg 3. De tre dagvattenåtgärderna presenteras och användaren tillåts fylla i önskvärda dimensioner. Verktuget beräknar därefter erhållen fördröjningsvolym.

4.3.1.4 STEG 4: Vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar

Efter att delareor, krav och val av åtgärder har fyllts i testar verktyget om fördröjningskravet nås eller inte med hjälp av valda dagvattenåtgärder. Användaren ges av verktyget ett svar, JA eller NEJ, på frågan om erforderlig fördröjningsvolym (beräknad i steg 2) inrymms i den totala erhållna fördröjningsvolymen (beräknad i steg 3). Om fördröjningskravet uppfylls ges användaren vidare rekommendationer. Om fördröjningskravet däremot inte uppfylls beräknas först den volym som saknas för kravuppfyllnad och därefter ges användaren förslag på korrigeringar för att uppnå fördröjningskravet, se figur 10.

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Inrymms erforderlig volym i önskvärda dagvattenanläggningar? | JA/NEJ | Vidare rekommendationer |
| Volym som saknas för kravuppfyllnad: | m ³ | |
| Förslag på korrigeringar | | |

Figur 10 Test av kravuppfyllnad i steg 4. Vidare rekommendationer ges om kravet uppfylls och förslag på korrigeringar ges om kravet ej uppfylls. I realiteten ser inte steg 4 ut som ovan, utseendet i figuren är modifierat för att visa hur steg 4 fungerar.

Om fördröjningskravet inte uppfylls visas rubriken ”Förslag på korrigeringar”. Under denna rubrik ges användaren tips om hur denne kan gå vidare för att nå kravet på fördröjning av dagvatten. Dels ges förslag om vilka dimensionerna på vald dagvattenåtgärd som kan ändras. Samtidigt är det inte säkert att endast en dagvattenåtgärd räcker för att tillgodose behovet av fördröjning inom kvarteretsmarken, utan en kombination av flera dagvattenåtgärder kan vara nödvändig. Därav ges även vidare förslag på att överväga någon av de andra lösningarna om fördröjningskravet inte uppfylls. Efter steg 4 bör användaren återgå till steg 3 för att korrigera dimensioner och/eller val av dagvattenåtgärder. Användaren ges även det allmänna förslaget att minska andelen hårdgjorda ytor på gården för att minska den reducerade arean och därmed även erforderlig fördröjningsvolym. Genom steg 4 skapas den iterativa processen som beskrevs i avsnitt 3.3.

Om fördröjningskravet uppfylls ges den vidare rekommendationen kontrollera reningsuppfyllnad och gå vidare till nästa Excel-flik.

4.3.1.5 Checklistor

Om fördröjningskraven uppfylls uppmanas användaren se över förhållanden med andra intressen som är viktiga att ha i åtanke vid hantering av dagvatten på underbyggd gård. Detta sker i en enskild Excel-flik som innehåller punkter som bör ha i åtanke gällande dagvattenhantering på underbyggda gårdar samt samverka med de identifierade intressena. I Excel-fliken ges först en allmän checklista angående dagvatten och dagvattenhantering på underbyggda gårdar (figur 11). Därefter presenteras checklistor för respektive dagvattenåtgärd (se figur 12-14). I checklistorna för respektive dagvattenåtgärd ges även en tabell över vilka intressen som berörs av respektive punkt i checklisten.

| Allmän checklista - dagvattenhantering på underbyggda gårdar | |
|---|--|
| VVS | |
| | Meddela VVS om brunnars placering |
| Landskapsarkitektur | |
| Omfattas projektet av Grönytefaktor (GYF)? | Säkerställ att GYF uppfylls |
| | Undersök om gårdens utformning går att kombinera med dagvattenhantering. |
| | Vid höga flöden måste dagvatten avledas på gården och säkra avledningsvägar måste därmed säkerställas, exempelvis genom rännor och avvattningsstråk |
| | Höjdsättning av gården behöver göras så att en dagvatten säkert kan avledas från den underbyggda gården vid högre flöden än dagvattenanläggningarna är dimensionerade för |
| Konstruktion | |
| | Säkerställ att konstruktionen tål fukt. |
| | Säkerställ tillräcklig lutning på konstruktionen. |
| | Säkerställ säkra avrinningsvägar och brunnar. |
| | Säkerställ att konstruktionen lutar mot avvattningsstråk och dagvattenbrunnar. |
| | Säkerställ att konstruktionen tål extra snölast om snöröjning försvåras av gårdens utformning. |
| Förvaltning och drift | |
| | Dagvattenbrunnar behöver tillses för att minska risken för uppdämning vid igentäppta brunnar |
| Arkitektur | |
| | Säkerställ avledningsvägar på gården |
| | Placera stuprör med hänsyn till avledningsvägar. |
| Om huset är byggt ända ut till fastighetsgräns och tak lutar utåt: | Fördröjningskrav 10 eller 20 mm: Ledningar behöver dras för att leda dagvattnet till anläggningar inne på gården. |
| Om huset är byggt ända ut till fastighetsgräns och tak lutar utåt: | Fördröjningskrav icke-försämring: kompenserande åtgärder i form av större dagvattenanläggningar på gården behöver utformas för att kompensera direkavledning från stuprör till det allmänna ledningsnätet. |

Figur 11 Allmän checklista för dagvattenhantering på underbyggda gårdar och förhållanden med de fem identifierade intressena.

| | | Berörda intressen | | | | |
|---|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| Gröna tak | | | | | | |
| Om dagvatten från gröna tak ska anslutas till växtbäddar: | Besluta om stuprörspaceringar i samråd med A och LA | | | | | |
| Om dagvatten från gröna tak ska anslutas till växtbäddar: | Se över växtval i växtbäddarna. Avrinningen minskar jämfört med från ett konventionellt tak vilket gör att mer torktåliga växter bör övervägas. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör om extra last till följd av det gröna taket, lasten inkluderar last från vegetation, substrat och eventuellt vattenhållande lager. | | | | | |
| Om gröna taken är av typen extensiva gröna tak: | Säkerställ att rotspärri anläggs | | | | | |
| | Säkerställ att underliggande konstruktion tål fukt | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om krav på drift och underhåll | | | | | |
| | Underhåll av det gröna taket kräver att taket konstrueras för att klara av belastning från driftpersonal som kortvarigt vistas på taket. | | | | | |

Figur 12 Checklista för gröna tak. Högerkolumnerna visar berörda intressen för respektive punkt på checklisten. A – Arkitektur, LA – Landskapsarkitektur, K – Konstruktion, VVS, F – Förvaltning och drift.

| | | Berörda intressen | | | | |
|--|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| Växtbädd | | | | | | |
| Om syftet med växtbädden är rening av dagvatten: | Infiltrationshastigheten i växtbädden får ej vara för hög. Effektiv rening kommer då inte ske och vattnet kommer inte uppehållas på växtbädden utan snabbt infiltrera genom växtbädden. Detta ställer krav på substratet och därmed även vegetationen. | | | | | |
| | Bestäm dimensioner på växtbäddarna i samråd med LA och B. En stor area kan delas upp på flera växtbäddar. | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om växtbäddarnas krav på drift och underhåll. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från gårdsytan till växtbäddar: | Säkerställ avledningsvägar på gården till växtbäddar. | | | | | |
| | Säkerställ bränningsfunktion i växtbädden så avledning av dagvatten kan ske vid större regn. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från tak till växtbäddar: | Säkerställ att erosionsskydd finns för att minska risken för bortförande av substrat med dagvatten. Både gröna och konventionella tak kommer ge en direktavrinning vid höga flöden som riskerar att skada växtbädden. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från tak till växtbäddar: | Placering av växtbäddar bör göras i samråd med arkitekter och landskapsarkitekter då växtbäddarna behöver placeras på lämpligt ställe efter gårdens utformning och stuprännor måste dras till växtbäddar. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från gröna tak till växtbäddar: | Säkerställ att växterna är anpassade efter den lägre avrinningen från gröna tak jämfört med konventionella tak. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör och VVS om placering av växtbäddar. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör om den extra lasten av dagvattenanläggningen. Extra last inkluderar last från vegetation, substrat och vattenhållande lager. Säkerställ att konstruktionen under växtbäddarna tål den extra lasten. | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om krav på drift och underhåll. | | | | | |
| | Säkerställ att byte av filtermaterial sker. | | | | | |
| | Säkerställ att växter sköts. | | | | | |
| | Säkerställ att eventuell gödsling av växtbäddarna utförs vid rätt tillfälle. | | | | | |

Figur 13 Checklista för växtbäddar. Högerkolumnerna visar berörda intressen för respektive punkt på checklisten. A – Arkitektur, LA – Landskapsarkitektur, K – Konstruktion, VVS, F – Förvaltning och drift.

| Fördröjningsmagasin | | Berörda intressen | | | | |
|--|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| | Besluta om fördröjningsmagasinets placering med byggnadskonstruktör och arkitekt. | | | | | |
| | Meddela VVS om placering av fördröjningsmagasin så att rördragningar kan planeras. | | | | | |
| Om magasinet placeras i huset, exempelvis i källare: | | | | | | |
| | Meddela landskapsarkitekt om placering av fördröjningsmagasin och dess dimensioner. | | | | | |
| Om magasinet placeras så att gårdsyta tas i anspråk: | | | | | | |
| | Säkerställ att anläggningen är lättillgänglig för drift. | | | | | |
| | Säkerställ att fördröjningsmagasinets konstruktion tål eventuellt grundvattentryck. | | | | | |
| | Säkerställ att konstruktion under fördröjningsmagasin tål lasten av ett fyllt fördröjningsmagasin. | | | | | |
| | Säkerställ bränningsfunktion i magasinet så avledning av dagvattnet kan ske vid större regn. | | | | | |

Figur 14 Checklista för fördröjningsmagasin. Högerkolumnerna visar berörda intressen för respektive punkt på checklisten. A – Arkitektur, LA – Landskapsarkitektur, K – Konstruktion, VVS, F – Förvaltning och drift.

Checklistorna för dagvattenhantering på underbyggda gårdar bör ses som rekommendationer och användaren behöver på så sätt själv fundera över vilka aspekter som är relevanta i det enskilda fallet. Checklistorna är tänkta att ge en överblick över vilka punkter och aspekter som behöver tas hänsyn till och utifrån varje projekt kan vissa punkter vara mer eller mindre applicerbara.

Checklistorna är inte sammankopplade med verktygets fyra föregående stegen och kan därmed läsas och användas fristående. Användaren kan således redan innan denne har utfört steg 1, alltså i början av projektering, läsa checklisten för att få en uppfattning om vilka eventuella intressekonflikter som kan uppkomma och vad som bör has i åtanke då dagvatten ska hanteras på den underbyggda gården.

5 DISKUSSION

I nedanstående avsnitt analyseras och diskuteras examensarbetets resultat. Diskussion sker av resultaten från intervjuerna respektive det utformade verktyget.

Metoddiskussion sker i form av diskussion av intervjuförfarandet samt utformningen av verktyget. För att kunna besvara examensarbetets frågeställningar diskuteras slutligen resultatet utifrån dessa.

5.1 DISKUSSION AV INTERVJURESULTAT OCH INTERVJUFÖRFARANDET

Intervjuförfarandet anses ha utförts med ett vetenskapligt förhållningssätt i form av kvalitativa, öppna intervjuer. Anonymiteten har säkrats och validiteten såväl genom utskick av transkriberat material och rapportmaterial för kontroll av intervjupersonerna. Vidare är det svårt att generalisera svar och åsikter att gälla för hela aktörsgrupper. Intervjupersonernas svar är snarare ett bevis på att deras uppfattning av situationen existerar i verkligheten.

Examensarbetet hade kunnat behandla uppföljning av dagvattenåtgärder på kvartersmark ytterligare men det skulle krävas mer intervjumaterial för att ge en bra analys av ämnet. Aktörer som skulle behöva intervjuas för det ändamålet är tjänstemän på bygglovsenheter respektive miljöenheter. Examensarbetets intervjupersoner från kommuner (ansvariga för detaljplan och VA-huvudmän) kunde inte uttala sig till större grad än att uppföljning förmodligen kan förbättras och att de inte besitter fullständig kunskap om hur uppföljning av dagvattenanläggningar på privat mark sker idag. Klart är dock att det finns ett problem i och med att de som ställer kraven inte vet hur projekten tillslut genomförs samt att det blir svårt att ställa krav när kravställaren saknar kunskap om vilka dagvattenlösningar på underbyggda gårdar som fungerar och inte fungerar.

Nämnavert är att intervjusvaren gällande GYF inte är entydiga. Spridda svar ges både mellan intervjupersonerna men även inom varje enskild intervju. Enskilda intervjupersoner uppger svar om att GYF är ett bra och nödvändigt verktyg men att det samtidigt kan vara kontraproduktivt. Intervjuresultaten visar också på att det kan råda en förvirring som gör att GYF och dagvattenhantering blandas ihop. Detta kan till viss del hänga ihop med svårigheterna att ställa krav på dagvatten på privata fastigheter och genom att ställa krav på GYF (eller gestaltning/jorddjup) är förhoppningen att det skall ge en bättre dagvattenhantering på gården.

Angående möjligheter med underbyggda gårdar återger intervjupersonerna svar som påvisar litteraturstudiens resultat. Underbyggda gårdar byggs främst av tre anledningar; förtätning, tillgodoseende av parkeringsbehov och skapandet av en trevlig gård för boende. Gällande andra möjligheter med underbyggda gårdar har intervjupersonerna svårt att ge svar. Underbyggda gårdar ses snarare som det enda möjliga sättet att bygga bostäder på inom den allt tätare staden.

Intervjupersonerna tenderar tidvis att prata om dagvattenhantering inom kvartersmark generellt och inte enbart på underbyggda gårdar, detta gäller främst för frågorna kring krav och uppföljning (se del 2 och 4 i bilaga A). Dessutom är en del av intervjupersonernas svar subjektiva, vilket bör beaktas i resultaten. Detta gäller särskilt vid frågan om risker och problem med underbyggda gårdar. Flera av de subjektiva

svaren angående risker och problem kunde dock påvisas i litteraturstudien vilket ger intervjupersonernas svar större trovärdhet.

Att 10 av de 25 kommuner som svarade på intervjufrågan inte anser sig ha tillräckliga kunskaper om ämnet dagvattenhantering på underbyggda gårdar kan ses som ett resultat i sig. Detta tyder på att det saknas kunskap om ämnet inom kommunala organisationer och kan samtidigt tyda på att ingen aktör känner att de har egen rådighet över frågan. Samtidigt finns det en risk att de personer som eventuellt har kunskap om ämnet inte har nåtts då sökande av intervjupersoner under examensarbetet gjordes genom att ta kontakt med kommunernas allmänna kontaktcentrum. Det är dock intresseväckande att så lite kunskap verkar finnas då examensarbetet samtidigt har konstaterat att huvuddelen av projekt inom nya exploateringsområden i Stockholm är av typen underbyggda gårdar.

Intervjupersonerna inom respektive aktörsgrupp har inte exakt samma arbetsuppgifter då organisationerna skiljer sig åt. Intervjupersonerna har dessutom olika arbetsbakgrund och har varit verksamma i sin organisation olika länge, vilket gör att deras svar inte bara speglar deras tjänster idag utan även tidigare tjänster.

Under förberedelse till intervjuerna formulerades inga frågor gällande avledning av dagvatten på gårdarna. Avledning ingår dock i det utformade verktyget då litteraturstudien som genomfördes parallellt med intervjuförandet identifierade avledning av dagvatten som en vital del i gårdens dagvattenhantering. Eftersom verktyget utformades efter intervjuförandet finns risk för att det existerar fler samband än de som har implementerats i verktyget och som intervjupersonerna hade kunnat besitta kunskap och erfarenheter om.

5.2 DISKUSSION AV VERKTYGET

Verktyget är främst applicerbart vid projektering av ny bebyggelse, det vill säga efter bygglov och startbesked, men verktyget är även utformat för att kunna användas som en sammanställning och enklare version av denna rapport. Verktyget kan användas som information till alla aktörer, både de i projekteringen men även kravställare, för att visa på de komplexa förhållandena mellan dagvattenhantering på underbyggda gårdar och andra intressen på kvartersmark. Förhoppningen är att verktyget kan begreppsliggöra dagvattenproblematiken på underbyggda gårdar och beskriva den situation många byggherrar och konsulter idag befinner sig i.

Examensarbetet har utförts tvärvetenskapligt och har identifierat fem intressen på underbyggda gårdar förutom dagvattenhantering; Landskapsarkitektur, Arkitektur, Förvaltning, Konstruktion och VVS. Att ha i åtanke kring verktygets utformning är dock att examensarbetets författare inte är utbildad inom dessa fem ämnesområden och de framtagna resultaten för respektive intresse bör därav ses med viss aktsamhet. Intressenas beröringspunkter med dagvattenhantering är därav inte heller helt fullständiga och verktygets checklistor är således möjliga att utvecklas genom att mer noggrant studera respektive intresses koppling till dagvattenhantering. Exempelvis har kopplingen med dagvattenhantering och VVS inte studerats något närmare än att intressena behöver samverka. Det är även möjligt att det föreligger fler aspekter som påverkar dagvattenhantering på underbyggda gårdar än de som har identifierats i detta examensarbete. Om så är fallet behöver verktyget implementera även dessa.

Verktyget ger inte ett slutgiltigt förslag på vilken dagvattenåtgärd som är optimal för ett specifikt projekt med underbyggd gård. Verktyget är i det avseendet inte fullständigt vilket kan ses som negativt. Å andra sidan är det en positiv aspekt då ett verktyg som direkt leder fram till en optimal lösning riskerar att användas utan förståelse för varför den lösningen är optimal. Det utformade verktyget förutsätter istället att användaren är medveten om projektets specifika förutsättningar och använder verktyget därefter. Dessutom gynnar verktyget en fortsatt dialog mellan konstruktörer, något som via verktygets checklistor kan realiserats.

Då examensarbetet avgränsades till att inte undersöka ekonomiska aspekter innehåller verktyget inga sådana ställningstaganden. I realiteten kan ekonomiska förutsättningar ha stor inverkan på valet av dagvattenåtgärd. En potentiell utveckling av verktyget vore således att implementera någon form av ekonomisk beräkning av dagvattenåtgärderna samt koppla detta till övriga intressen för att undersöka vilken ekonomisk effekt dagvattenåtgärderna har på andra intressen.

Eftersom gårdens utformning och delareorna påverkar den reducerade arean och i sin tur flödes- och föroreningsberäkningar är det viktigt att eventuella beslut om förändringar av utformningen informeras till dagvattenkonsult. Det vore idealt om gårdsutformningen kunde låsas så snart som möjligt så att dagvattenkonsulter vet vilka förutsättningar som finns för genomförande.

Examensarbetet har fokuserat på extremfallet, alltså en gård där hela kvarteret är underbyggt. I verkligheten kan dock delar av innergården vara underbyggd alternativt kan ytor finnas utanför husets ramar där marken inte är underbyggd. Om markförhållandena tillåter infiltration i form av tillräckligt genomsläpplig jord och ingen risk för grundvattnet, skulle dessa ytor kunna användas för andra dagvattenåtgärder, som inte är lämpade på en helt underbyggd gård. Dessa dagvattenåtgärder har dock inte analyserats i examensarbetet.

5.3 DISKUSSION UTIFRÅN FRÅGESTÄLLNINGAR

- *Hur ser de tre aktörsgруппerna byggherrar, ansvariga för detaljplan och VA-huvudmän på dagvattenhantering på underbyggda gårdar samt kraven på dagvattenhantering?*

Under intervjuerna har generellt diskussionerna med representanter från kommunerna (VA-huvudmän och ansvariga för detaljplan) handlat om kravställandet. Vem kan ställa krav? Vilka krav kan ställas? Kan krav överhuvudtaget ställas? Intervjuer med byggherrar har istället fokuserat på byggnadstekniska aspekter och risker kring underbyggda gårdar.

Intervjuresultatet tyder på att kommunala förvaltningar idag har svårt att ställa krav på dagvatten på kvartersmark och att det kan vara ännu svårare på underbyggda gårdar.

De intervjuade byggherrarna är stundtals kritiska till kravställandet av dagvattenhantering på underbyggda gårdar utifrån deras rimlighet, kostnader för byggherren och oklara formuleringar. Även andra krav på den underbyggda gården som inte berör dagvattenhantering skapar en situation där byggherrar kan tvingas kompromissa mellan kraven. Flera av de intervjuade byggherrarna menar att

dagvattenhantering på underbyggda gårdar är problematiskt och att det är lättare att lösa om det finns tillgång till en naturlig gårdsyta som tillåter perkolation till grundvattnet.

Byggandet av underbyggda gårdar sker idag samtidigt som högre krav börjat ställas på att fastighetsägarna ska ta ansvar för dagvatten. Flera kommuner upprättar riktlinjer för dagvatten på privata fastigheter men det är osäkert om de juridiska verktygen finns för att kunna ställa krav. Vidare är många byggherrar fortfarande benägna att gå med på kraven för att kunna exploatera på attraktiva platser.

- *Vilka risker och problem kan identifieras med dagvattenhantering på underbyggda gårdar?*

Under examensarbetet har ett antal potentiella risker och problem identifierats med dagvattenhantering på underbyggda gårdar. En risk med att anlägga underbyggda gårdar är ur ett föroreningsperspektiv oklarheten kring hur vattnet i garaget tas om hand. Vanligtvis byggs garagen utan brunn och vattnet tillåts istället avdunsta i rännor. De gånger garaget måste städas är frågan vad som händer med skurvattnet. Det finns risk att skurvattnet hålls ut i dagvattennätet eller spillvattennätet utan genomgång genom filtermaterial och att föroreningar på så sätt når recipient eller reningsverk.

En faktor som begränsar vilka dagvattenanläggningar som kan väljas är tillgången till yta på gården. På grund av att många värden och funktioner ska få plats på den underbyggda gården kan det innebära att byggherren måste prioritera något värde mindre. Det finns således en risk att dagvattenhanteringen blir lidande. Risken är att ett beslut tas till fördel för ett annat intresse än för dagvatten.

För att dagvattenanläggningarna ska kunna upprätthålla sin förmåga att fördröja och rena dagvatten behöver dagvattenanläggningarna skötas tillfredsställande. Dagvattenanläggningar på kvartersmark har viktiga funktioner, genom fördröjning av dagvatten minskar belastningen på nedströms liggande dagvattennät och dagvattenrening verkar för att miljö kvalitetsnormerna i recipienten nås. Om inte anläggningarnas skötsel bedrivs tillräckligt ofta eller tillräckligt noggrant riskerar dagvattenanläggningarnas funktion undermineras och riskerar i det långa loppet att orsaka försämring av recipients status och översvämningsproblematik. Det är dock svårt att säga att en enskilt dåligt skött anläggning har denna effekt men fastighetsägare måste ta ansvar för dagvatten vid nybyggnation. Dålig skötsel av dagvattenanläggningarna samt dålig skötsel av dagvattenbrunnar och avvattningsvägar kan dessutom orsaka skador på den enskilda byggnaden.

Förutom ovan nämnda risker och problem, se diskussion för den sista frågeställningen gällande de fem intressenas förhållande till dagvattenhantering.

- *Vilka möjligheter finns med dagvattenhantering på underbyggda gårdar?*

Det positiva med dagvattenhantering på underbyggda gårdar är att man vid anläggning av dagvattenåtgärder behöver bygga upp systemet från grunden och att hänsyn inte behöver tas till markförhållanden.

Ur ett större perspektiv är förflyttandet av bilparkeringar till underjordiska garage en fördel på så sätt att bilarna inte utsätts för den mängd regn som de skulle göra om de parkeras på en markparkering. Då nederbörd faller på bilar kan dagvattnet föra med sig

partiklar och föroreningar från bilarna till recipient. Denna möjlighet till bättre kvalitet av dagvatten förutsätter dock att skurvattnet i garaget tas om hand på ett lämpligt sätt.

Ytterligare en möjlighet med dagvattenhantering på underbyggda gårdar är att de kan bidra till en ökad mångfunktionalitet på den gröna gården. Exempelvis kan två av de undersökta dagvattenåtgärderna, gröna tak och växtbäddar, bidra till andra värden än dagvattenhantering, se ytterligare under den sista frågeställningen.

En möjlighet med dagvattenhantering på underbyggda gårdar är att dagvattnet blir synligt för de boende, något som kan bidra till kulturella och estetiska värden.

Att dagvatten behöver hanteras på underbyggda gårdar innebär framtvingande av ett tankesätt att planera för hur dagvattenhantering ska ske på gården. Att fundera över hur dagvattenhanteringen skall lösas kan innebära en större medvetenhet om hur vattnet kan skada byggnaden och tvinga fram innovativa lösningar som inte hade framkommit annars. Samtidigt som dagvattenhantering på underbyggda gårdar riskerar att ses som ett problem kan det i sig ses som en möjlighet att tvinga fram nya lösningar för att lösa situationen.

- *Vilka intressen inom kvartersmark berör dagvattenhantering på underbyggda gårdar och på vilket sätt?*

Under examensarbetet har fem andra intressen på underbyggda gårdar identifierats ha en koppling till dagvattenhantering. Dessa intressen är landskapsarkitektur, arkitektur, konstruktion, förvaltning och VVS.

Förvaltning är essentiell för att dagvattenanläggningars funktion ska upprätthållas över tid. Detta gäller för dagvattenanläggningar på alla typer av kvartersmark men kanske särskilt för underbyggda gårdar då en bristande förvaltning kan leda till att anläggningar skadas och att läckage sker på konstruktionen. Läckage kan medföra underminering och i värsta fall en kollaps av bjälklaget vilket skulle ge stora ekonomiska konsekvenser. Även skador på bilar i garageutrymmet kan uppgå till stora summor.

Genom avvattningstvågar och ledningar i konstruktioner finns beröringspunkter mellan intresset VVS och dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Från terrasstak måste brunnar och ledningar dras på lämpligt sätt och om placeringen av ett fördröjningsmagasin ligger i garage eller under hus behöver ledningar dras inuti huset vilket skapar större krav på att ett samarbete sker mellan dagvattenkonsult och VVS-konstruktör.

Examensarbetet identifierade även intresset arkitektur. Intressets beröringspunkter med dagvattenhantering på underbyggda gårdar är dels placering av stuprör, bestämning av taklutning samt val av byggmaterial. Stuprörsplacering är viktig för att säkerställa att dagvattnet leds till dagvattenanläggningarna alternativt till säkra avvattningstvågar. Taklutningen har också inverkan på avledningen av dagvatten på sättet att en plan behöver upprättas för hur takdagvattnet från utåtlutande tak ska omhändertas. För ett hus som är byggt ända ut till fastighetsgräns och en dagvattenanläggning därmed inte kan placeras nedanför stuprör kan ledningar behöva dras in på gården eller ner i garaget för att leda takdagvattnet till dagvattenanläggningar. Detta är ett måste om projektets fördröjningskrav är 10 eller 20 mm fördröjning då en viss volym behöver fördröjas

innan bräddning sker. Om istället ett icke-försämringskrav råder är det tänkbart att koppla stuprör direkt till det allmänna dagvattennätet förutsatt att det finns dagvattenåtgärder inom gården som kan kompensera för direktutsläppet och därmed inte riskera att utgående flöde från kvarteretsmarken ökar efter exploatering. Gällande intresset arkitektur och rening av dagvatten handlar det också om att bedriva uppströmsarbete för att minska avsättningen av föroreningar och använda material som är lämpliga ur miljösynpunkt.

Examensarbetet har identifierat flera beröringspunkter mellan intresset landskapsarkitektur och dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Resultaten påvisar både synergieffekter och målkonflikter. Två av de studerade dagvattenåtgärderna; gröna tak och växtbäddar, är möjliga att kombineras med skapandet av en grön och trevlig gård för de boende, samt att uppnå en viss GYF för projektet om sådant krav finns. Dock begränsar dagvattenhanteringen det möjliga urvalet av växter och därmed utformning av växtbäddar och gröna tak. Andra målkonflikter är att dagvattenåtgärderna kräver plats vilket kan konkurrera med viljan att skapa en viss gestaltning av gården. Vidare kan val av dagvattenåtgärden fördröjningsmagasin delvis förbättra förutsättningar för landskapsarkitekturen på så sätt att mer utrymme finns på gården att fritt kunna välja utformning.

Rent byggnadstekniskt existerar motsättningar mellan dagvattenhantering och bjälklagskonstruktioner. Ur en dagvattenaspekt efterfrågas ytor där fördröjning och rening av dagvatten kan ske medan det ur ett konstruktionsperspektiv är eftersträvanvärt att undvika vatten i närheten av konstruktionen på grund av läckagerisken. Dessutom skapar stående vatten och dagvattenanläggningar ökade laster på bjälklaget. Konstruktionen behöver anpassas för att kunna upprätthålla den last som dagvattenanläggningar ger upphov till.

Examensarbetet konstaterar att dagvattenhantering på underbyggda gårdar har flera beröringspunkter med andra intressen inom kvarteretsmark. Syftet med den underbyggda gården måste kommuniceras mellan aktörer i ett tidigt skede och gården måste ses som ett helt system istället för flera enskilda system.

6 SLUTSATS

Synen på dagvattenhantering har de senaste decennierna förändrats och idag förespråkas öppna och synliga lösningar. På icke-underbyggda gårdar måste markförutsättningar finnas för att anlägga en lämplig dagvattenåtgärd men i och med anläggande av underbyggda gårdar måste förutsättningarna på gården finnas om den öppna, kvalitativa och mångfunktionella synen på dagvattenhantering skall fortskrida. Bjälklaget måste klara last av vatten samt dagvattenanläggningar, plats måste finnas tillgänglig för dagvattenanläggningar, takdagvatten och dagvatten från gården måste ledas till anläggningarna och så vidare. Faktumet att det inom underbyggda gårdar finns flera intressen som behöver bejakas gör det viktigt att skapa en gemensam vision för den underbyggda gården och ett nära samarbete mellan tjänstepersoner involverade i gårdens projektering. Förhoppningen är att det verktyg som utvecklats under examensarbetet kan ge stöd till ett bättre samarbete och bättre förståelse för aspekter att ta hänsyn till vid hantering av dagvatten på underbyggda gårdar.

Det ställs flera krav på nya bostadskvarter idag; en trevlig och grön gård ska skapas, visst parkeringstal ska ofta uppfyllas samtidigt som dagvattenhanteringen behöver lösas. Det är väldigt viktigt att de som arbetar med utformningen av huset och gården samarbetar och ser gården som ett system och inte som enskilda delar. Samtidigt råder flertal oklarheter hos branschaktiva, både kravställare (ansvariga för detaljplan och VA-huvudmän), konsulter och byggherrar om hur krav på dagvatten får utformas.

Svenskt vattens publikationer är branschstandard för dimensionering av VA-anläggningar men tar inte upp dagvattenhantering på underbyggda gårdar. Att inga rekommendationer gällande dagvattenhantering på underbyggda gårdar finns tillgängliga kan vara en orsak till att det idag är oklart hur dagvattenhantering på underbyggda gårdar bör lösas. Om byggandet av underbyggda gårdar fortsätter i dagens takt behövs mer kunskap och studier om dagvattenhantering på gårdarna för att skapa säkra system, både ur ett fördröjnings- och reningsperspektiv men även för att inte orsaka skador på byggnader. Uppföljning av genomförda projekt är nödvändig för att samla erfarenheter och lärdomar som kan bidra till rekommendationer för dagvattenhantering på underbyggda gårdar.

6.1 FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA STUDIER

Detta examensarbete har undersökt dagvattenhantering på underbyggda gårdar och har inte fokuserat på grundvattenförhållanden i samband med underbyggda gårdar. Utifrån litteraturstudien kan dock antas att underbyggda gårdar både kan påverka och påverkas av grundvattenförhållandena. För en gård som är helt underbyggd finns inga möjligheter för vatten att infiltrera i marken. Grundvattenbildningen minskar vilket kan leda till sättningar i marken. Hur stor inverkan byggandet av nya områden med flertal underbyggda gårdar har på grundvattenbildningen och sättningsrisken har inte studerats i examensarbetet men är ett förslag på framtida studier. Inom examensarbetet har även byggherrar angett nyfikenhet kring hur grundvattnet påverkar konstruktionen och om förstärkning av byggnaden behöver göras underifrån för att klara av vattentrycket.

Ytterligare förslag på studier är översyn av andra alternativ för dagvattenhantering på kvartersmark såsom gemensamhetsanläggningar eller lösningar på allmän mark. En kostnadsstudie av ämnet kan också vara av intresse att genomföra.

7 REFERENSFÖRTECKNING

Alberg, I., Andersson, K., Berntsson, B., Claesson, P., Dannestam, Å., Danska, T., Edwards, Y., Fält, J., Good, J., Gulliksson, D., Laurell Lyne, Å., Nordin, M., Persson Boonkaew, F., Tiden, S., Åhström, M. (2017). *Rapport – Arbetsprocessen.*

Kvalitetssäkrade systemlösningar för gröna anläggningar/tak på betongbjälklag med nolltolerans mot läckage. Vinnova. Stockholm.

Antonsson, U., Bylin, A., Edwards, Y., Gustavsson, P., Hellqvist, P., Jutewik, M., Kinnmark, M., Lejonmark, S., Lundgren, D., Månsson, H., Nilsson, A., Norderup Michelson, E., Mansfeldt, N., Olenfalk, P. Olofsson, M., Radomski, H., Samuelsson, H., Svenningsson, C., Skärin, J., Trädgårdh, J., Ullsten, Å., Wallin, M. (2017) *Grönataktandboken – Betong, Isolering och Tätskikt.* Vinnova. Stockholm.

Arfvidsson, J., Harderup, L., Samuelson, I. (2017) *Fukthandbok: praktik och teori. Fjärde upplagan.* Svensk byggtjänst. Halmstad.
ISBN 9789173338233

Berndtsson, J.C. (2010). Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review, *Ecological Engineering*, vol. 36 (4), ss. 351-360.

Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning dagvattenrening.* Svenskt Vatten AB. Rapport nr 2016-05. Bromma.

Boverket. (2014). *Detaljplaneinstrumentet.* [online] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/detaljplaneinstrumentet/> (hämtad 2017-12-13)

Boverket. (2015a). *Förutsättningar för genomförande.* [online] Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/forutsattningar-for-genomforande/> hämtad (2018-02-02)

Boverket. (2015b). *Dagvatten vid detaljplaneläggning.* [online] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggning/> (hämtad 2017-10-30)

Boverket. (2015c). *Planbestämmelser om dagvatten.* [online] Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/planbestammelser-om-dagvatten/> (hämtad 2017-11-04)

Boverket. (2015d). *Ansvar för dagvatten i detaljplan.* [online] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/ansvar-for-dagvatten-i-detaljplan/> (hämtad 2017-10-27)

Boverket. (2015e). *Karta med snölastzoner.* [online] Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets-konstruktionsregler-eks/sa-har-anvander-du-eks/karta-med-snolastzoner/> (hämtad 2017-12-04)

- Boverket. (2017a). *Användning av kvartermark*. [online] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-kvartermark/> (hämtad 2018-01-25)
- Boverket. (2017b). *Snölast på mark*. [online] Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-konstruktionsregler/laster/snolast-pa-mark/> (hämtad 2017-12-04)
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2014). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. 3 upplaga. Studentlitteratur AB.
- Butler, D., & Davies, J. W. (2004). *Urban Drainage*. 2 upplaga. London; New York: Spon Press. ISBN Adobe reader format: 0-203-34190-2
- Capener, C.M., Edwards, Y., Emilsson, T., Jagerhok, T., Malmberg, J., Månsson, H., Pettersson Skog, A. (2017a). *Grönatakhåndboken - Vägledning*. Vinnova. Stockholm.
- Capener, C.M., Emilsson, T., Jagerhok, T., Malmberg, J., Pettersson Skog, A. (2017b) *Grönatakhåndboken – Växtbädd och Vegetation*. Vinnova. Stockholm.
- Delshammar, T. & Falck, M. (2014) *Grönytefaktorn i Sverige*. Alnarp. Sveriges Lantbruksuniversitet. Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie. Rapport 2014:21. ISBN 978-91-87117-82-4.
- Edwards, Y. (2014). *Hållbara gröna anläggningar/tak på betongbjälklag – En översikt*. CBI.
- Eklund, A., Axén Mårtensson, J., Bergström, S., Björck, E., Dahné, J., Lindström, L., Nordborg, D., Olsson, J., Simonsson, L. & Sjökvist, E. (2015). *Sveriges framtida klimat. Underlag till dricksvattenutredningen*. KLIMATOLOGI Nr 14, 2015
- European Commission. (2013). *Commission Staff Working Document: Adapting infrastructure to climate change*. Brussels: European Commission. Tillgänglig: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/swd_2013_137_en.pdf (hämtad 2017-11-04)
- FN. (2014). Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights* (ST/ESA/SER.A/352). Tillgänglig: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf> (hämtad 2017-11-09) ISBN 978-92-1-151517-6
- Golz, s., Naumann, T., Neubert, M., Günther, B. (2016). Heavy rainfall: An underestimated environmental risk for buildings? E3S Web of Conferences, 7, art. no. 08001 (red). *FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management*. Lyon, Frankrike. 17–21 oktober 2016.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Juridiken kring vatten och avlopp. En översiktlig genomgång av juridiken kring dricksvattenförsörjning samt avledning och rening av spillvatten och dagvatten*. ISBN 978-91-87025-86-0

Järfälla kommun. (2017). *Ansvarsgränsen mellan kommunala och privata ledningar*. [online] Tillgänglig: <https://www.jarfalla.se/boende-trafik-och-miljo/vatten-och-avlopp/ansvarsgranser-mellan-ledningar.html> (hämtad 2018-02-02)

Klimatanpassningsutredningen. (2017). *Vem har ansvaret?* (Statens offentliga utredningar 2017:42)

Kullander, L. & Karlsson, R. (2016). *Hur påverkar gestaltningen bostadsgårdens användning? En studie av fyra bostadsgårdar i nyproducerade områden*. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. Institutionen för land och stad. Kandidatarbete.

Larm, T. & Alm, H. (2014). *Revised design criteria for stormwater facilities to meet pollution reduction and flow control requirements, also considering predicted climate effects*. Water Practice and Technology Mar 2014 (1) ss. 9-19
DOI: 10.2166/wpt.2014.002

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T. (2014). *Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer. Grågröna systemlösningar för hållbara städer*. Vinnova. Stockholm.

Lundbladh, K. (2009). *Fyra trädgårdar på bjälklag: en jämförande fallstudie*. Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Examensarbete.

Länsstyrelsen Västmanlands län. (2017) *Förvaltningsplan 2016–2021 för Norra Östersjöns vattendistrikt Del 4, Åtgärdsprogram 2016–2021 – Åtgärder riktade till myndigheter och kommuner samt konsekvensanalys*. Diarienummer 537-6048-16.

Nacka kommun. (2017). *Riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats*.

Nationalencyklopedin (2017). *Bjälklag*. [online] Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/bj%C3%A4lklag> (hämtad 2017-11-24)

Naturvårdsverket. (2017a). *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken. Redovisning av regeringsuppdrag*.

Naturvårdsverket. (2017b) *Vägledning om regionala handlingsplaner för grön infrastruktur i prövning och planering*.

Olovsson, E. (2010). *Kvarteret Mjölaren - bostadsgård på bjälklag*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för stad och land. Examensarbete.

Olsen, J. (2015) *Adapting Infrastructure and Civil Engineering Practice to a Changing Climate*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784479193> (hämtad 2017-11-04)

Orestål, U., Örnhall, H. (1998). *Byggherren och byggandet. En handbok om kvalitetssäkring och byggkontroll*. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm.

- SKL. (2016a). *Täta städer – trender och utmaningar*. [online] Tillgänglig: <https://skl.se/samhallsplaneringinfrastruktur/planerabyggabo/stadsutveckling/tatastader.5424.html> (hämtad 2017-12-10)
- SKL. (2016b). *Kommungruppsindelning 2017. Omarbetning av Sveriges Kommuner och Landstings kommungruppsindelning*. ISBN.nr 978-91-7585-455-7
- SMHI. (2017). *Markavvattning - Så leds vatten bort*. [online] <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/markavvattning-sa-leds-vatten-bort-1.89795> (hämtad 2018-01-14)
- Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering: Planering och exempel*. Svenskt Vatten AB. Stockholm. ISBN: 91-85159-17-4.
- Stockholms Stad. (2015). *GYF – Grönytefaktor för kvartersmark*.
- Stockholms stad. (2016). *Dagvattenhantering. Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. Version 1.1*.
- Stockholms stad. (2017). *Dagvatten. PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport. Version 1.0*.
- Stockholm vatten och avfall. (2017). *Riktlinjer*. [online] Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/vagledningar/rad-och-anvisningar/riktlinjer/> (hämtad 2017-10-26)
- StormTac. (2017). *Stormtac data - Updated database with calculated uncertainties*. Tillgänglig: <http://www.stormtac.com/StormTacData.php> (hämtad 2017-11-15)
- StormTac. (2015) *About the model*. [online] Tillgänglig: <http://www.stormtac.com/Model.php> (hämtad 2017-10-27)
- Sundbyberg avfall och vatten. (2016). *ABVA 2016 Allmänna bestämmelser för användande av Sundbyberg stads allmänna vatten och avloppsanläggning*.
- Sundbybergs stad. (2017). *Sundbybergs stads dagvattenpolicy*. Diarienummer: KS-0283/2016
- Svanström, S. (2015). Urbanisering – från land till stad. *Välfärd*, nr: 2015:1, ss. 26–27.
- Svenskt Vatten. (2011). *Publikation P105. Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning*. ISSN nr: 1651–4947. Solna.
- Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110. Avledning av dag- drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. ISSN nr: 1651–4947. Stockholm.
- Svenskt vatten. (2017). *Lagen om allmänna vattentjänster 10 år – Svenskt Vattens förslag på vidareutveckling och förbättring*. Tillgänglig: <http://www.svensktvatten.se/globalassets/om-oss/nyheter/2017/10-ar-med-lav.pdf> (hämtad 2017-12-01)
- Tyresö kommun. (u.å.). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun*.

Vegtech (u.å.) *Gröna tak och takträdgårdar*. [online] Tillgänglig: https://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_katalog_gronagardar.pdf (hämtad 2018-01-29)

Waernulf, S. (2005) *Trädgårdar på tak- och gårdsbjälklag*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för stad och land. Landskapsarkitektprogrammet. Examensarbete.

Wiklander, M. (2017) *Föroreningar i dagvatten*. Luleå tekniska universitet. Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser.

BILAGA A INTERVJUGUIDE

Redovisning av de frågor som ställdes till intervjupersonerna. Förutom dessa frågor användes följdfrågor för att förtydliga intervjupersonernas svar och få ut mer information från svaren. Frågorna i del 5a ställdes till de intervjuade kommunerna och de i del 5b ställdes till byggherrar.

0. Information

- Presentation av intervjuaren och syftet med examensarbetet
- Beräknad tidsåtgång
- Förklaring av anonymitet
- Inspelning på telefon
- Frågor innan intervjun börjar?

1. Introduktionsfrågor

1. Har du sett någon skillnad i antal projekt med underbyggd mark på kvartersmark jämfört med några år sedan?
2. Utifrån dagens läge inom kvartersmark, hur vanligt skulle du säga att projekt med underbyggd mark är jämfört med projekt utan underbyggd mark? Färre? Många fler? Ungefär lika vanligt?
3. Hur många projekt med underbyggd mark inom kvartersmark har du varit involverad i? Uppskattningsvis.
4. Vilka anledningar finns till att anlägga underbyggd gård?
5. Vilka dagvattenlösningar har ni sett inom projekt med underbyggd mark?
6. Vilka dagvattenlösningar har ni INTE sett inom projekt med underbyggd mark men som använts vid vanlig gårdsmark?

2. Krav

1. Hur brukar kravställningen för dagvatten inom kvartersmark se ut? mm/ha, l/s, krav på ej hårdgjord yta?
2. Inom projekt med underbyggd mark inom kvartersmark, hur ser du på att uppfylla kraven som ställs på
 - rening av dagvatten?
 - flödesreduktion och magasinering av dagvatten?
 - grönytefaktor, GYF? Eventuell följdfråga: Hur anser du att GYF påverkar valet av dagvattenhantering?
3. Hur ser du på att uppfylla dessa krav samtidigt?
 - Följdfråga: Anser du att något krav blir lidande för ett annat? Motivera.

3. Erfarenheter

1. Vilka tycker du är de största skillnaderna på projekt med underbyggd mark jämfört med en vanlig gårdsmark?
2. Har du upplevt några svårigheter i projekt med underbyggd mark inom kvartersmark. Om ja, beskriv problematiken?
 - Följdfråga: När uppstod problematiken? (Exempelvis i det praktiska utförandet eller redan från start i utredningsskedet.)

- Följdfråga: Om du jämför med projekt utan underbyggd mark, finns någon skillnad?
- 3. Vilka möjligheter anser du att det finns med underbyggda gårdar?
- 4. Vilka risker anser du att det finns med underbyggda gårdar?
- 5. Hur tror du att andra intressenter ser på hantering av dagvatten inom kvartersmark med underbyggda gårdar?
- 6. Hur har dialogen sett ut med andra intressenter kring dagvatten inom kvartersmark?

4. Uppföljning

1. Hur sker uppföljning/utvärdering av dagvattenåtgärder ut inom utförda projekt idag?
2. I dagsläget, sker någon kontroll av genomförda projekt avseende kravställningen (rening, fördröjning, GYF)? I sådant fall, hur sker kontrollen? Mätningar, beräkningar, platsbesök etc.?
3. Anser du att det finns behov av bättre uppföljning/kontroll?

5a. Specifika frågor för VA-organisation och plansida

1. Beskriv hur ni ställer krav på dagvattenhanteringen inom kvartersmark. Detaljplan, policy, program mm?
2. Anser du att riktlinjerna kring hantering av dagvatten inom kvartersmark är tydliga?
3. Hur ser du på att det saknas nationella riktlinjer för krav på rening och fördröjning av dagvatten?
4. Brukar kraven uppfyllas eller brukar skrivelser om avvikelser göras? Har ni någon uppfattning om hur läget ser ut?
5. Då ni dimensionerar allmänna dagvattensystem, förutsätter ni att kraven inom kvartersmark uppfylls?

5b. Specifika frågor för byggherrar

1. Anser ni att riktlinjerna kring hantering av dagvatten inom kvartersmark är tydliga?
2. Brukar kraven uppfyllas eller brukar skrivelser om avvikelser göras? Har ni någon uppfattning om hur läget ser ut?
3. Har ni någon uppfattning om hur uppföljning brukar gå till från kommunens sida?

STEG 2: DAGVATTENKRAV

I detta steg beräknas erforderlig fördröjningsvolym utifrån ställt krav. I detta verktyg går det att välja mellan tre krav:

- 10 mm fördröjning per reducerad area
- 20 mm fördröjning per reducerad area
- icke-försämringskrav

| | | | |
|---|---------------------|-------|-------|
| | Icke-försämring | 10 mm | 20 mm |
| Vilket krav har ställts på fördröjning? Sätt kryss (X) för gällande krav. | | | |
| Vattenvolym som skall fördröjas inom kvarterstermarken | 0,00 m ³ | | |

STEG 3: VAL AV DAGVATTENÅTGÄRDER

Den beräknade fördröjningsvolymen från STEG 2 kan väljas att fördröjas genom tre dagvattenåtgärder:

- gröna tak
- fördröjningsmagasin
- biofilter
- eller en kombination av dessa

| | Gröna tak | Växtbäddar | Fördröjningsmagasin |
|---|--|--|--|
| Fyll i tillgänglig volym för den/de dagvattenåtgärder som är önskvärda. Lämna tomt för ej önskvärda alternativ. | Gröna tak kan anläggas som intensiva (tjocka) eller extensiva (tunna) tak. | Växtbäddar kan anläggas med ett vattenhållande lager ovanpå bädden. Vatten kan fördröjas i ett vattenhållande lager (upptill bräddavlopp) och till viss del även i jordlagrens porer. I detta verktyg kan högst fyra jordlager anges. OBS: ange endast de jordlager som kan tillgodoräknas för magasinering av vatten. | I detta verktyg kan fördröjningsmagasinet väljas som rörmagasin eller platsgjutet. Fördröjningsmagasin läggs med fördel utanför husets ramar men om detta inte är möjligt så undersök om det går att lägga fördröjningsmagasinet i garaget/källaren. |
| | Lutar de gröna taken? (JA/NEJ) | | Rörmagasin |
| | Area tillgänglig för åtgärd [m ²] | Area tillgänglig för åtgärd [m ²] | Invändig diameter 0 [mm] |
| | Porositet [-] | Djup vattenhållande lager (Rekommenderat djup: 0,1-0,3 m men kan vid specialfall uppgå till 0,5 m) [m] | Längd [m] |
| | Tjocklek [m] | Växtbäddar utformas för att hålla vatten i jordlagrets porer (JA/NEJ) | Platsgjutet magasin |
| | | Lager | Längd [m] |
| | | 1 Djup jordlager [m] | Bredd [m] |
| | | Porositet jordlager [-] | Höjd [m] |
| | | 2 Djup jordlager [m] | |
| | | Porositet jordlager [-] | |
| | | 3 Djup jordlager [m] | |
| | | Porositet jordlager [-] | |
| | | 4 Djup jordlager [m] | |
| | | Porositet jordlager [-] | |
| Erhållen fördröjningsvolym | 0 m ³ | 0 m ³ | 0 m ³ |

Rekommenderad ansluten reducerad area m² m² m²

dagvattenåtgärden med valda dimensioner kan fördröja vattnet från. Om en större reducerad area ansluts behöver avledningsvägar säkras till andra dagvattenåtgärder.

Om andra dagvattenåtgärder än de tre ovan planeras att anläggas, fyll i den fördröjningsvolym som kan tillgodoräknas av dessa här: [m³]

Total erhållen fördröjningsvolym 0,00 [m³]

STEG 4: VIDARE REKOMMENDATIONER ELLER FÖRSLAG PÅ KORRIGERINGAR

Verktöget testat om inmatade värden på dagvattenåtgärdernas dimensioner räcker till för att uppfylla kravet. Om fördröjningskravet uppfylls ges nedan vidare rekommendationer eller förslag på korrigeringar. Om fördröjningskravet inte uppfylls ges användaren förslag på förbättringar.

OBS! Om storleken på ytor efter detta steg korrigeras behöver även storleken ändras i STEG 1: Nutida och framtida bebyggelse korrigeras. Detta eftersom ytornas storlek påverkar områdets reducerade area.

| | | |
|--|----|---|
| Inrymms erforderlig volym i önskvärda dagvattenanläggningar? | JA | Vidare rekommendationer |
| | | Kontrollera reningsuppfyllnad, gå vidare till CHECKLISTOR |

| Allmän checklista - dagvattenhantering på underbyggda gårdar | |
|--|---|
| VVS | |
| | Meddela VVS om brunnars placering |
| Landskapsarkitektur | |
| Omfattas projektet av Grönytefaktor (GYF)? | Säkerställ att GYF uppfylls |
| | Undersök om gårdens utformning går att kombinera med dagvattenhantering. |
| | Vid höga flöden måste dagvatten avledas på gården och säkra avledningsvägar måste därmed säkerställas, exempelvis genom rännor och avvattningsstråk |
| | Höjdsättning av gården behöver göras så att en dagvatten säkert kan avledas från den underbyggda gården vid högre flöden än dagvattenanläggningarna är dimensionerade för |
| Konstruktion | |
| | Säkerställ att konstruktionen tål fukt. |
| | Säkerställ tillräcklig lutning på konstruktionen. |
| | Säkerställ säkra avrinningsvägar och brunnar. |
| | Säkerställ att konstruktionen lutar mot avvattningsstråk och dagvattenbrunnar. |
| | Säkerställ att konstruktionen tål extra snölast om snöröjning försåras av gårdens utformning. |
| Förvaltning och drift | |
| | Dagvattenbrunnar behöver tillses för att minska risken för uppdämning vid igentäppta brunnar |
| Arkitektur | |
| | Säkerställ avledningsvägar på gården |
| | Placera stuprör med hänsyn till avledningsvägar. |
| Om huset är byggt ända ut till fastighetsgräns och tak lutar utåt: | Fördröjningskrav 10 eller 20 mm: Ledningar behöver dras för att leda dagvattnet till anläggningar inne på gården. |
| Om huset är byggt ända ut till fastighetsgräns och tak lutar utåt: | Fördröjningskrav icke-försämring: kompenserande åtgärder i form av större dagvattenanläggningar på gården behöver utformas för att kompensera direktavledning från stuprör till det allmänna ledningsnätet. |

| Gröna tak | | Berörda intressen | | | | |
|---|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| Om dagvatten från gröna tak ska anslutas till växtbäddar: | Besluta om stuprörspaceringar i samråd med A och LA | | | | | |
| Om dagvatten från gröna tak ska anslutas till växtbäddar: | Se över växtval i växtbäddarna. Avrinningen minskar jämfört med från ett konventionellt tak vilket gör att mer torktåliga växter bör övervägas. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör om extra last till följd av det gröna taket, lasten inkluderar last från vegetation, substrat och eventuellt vattenhållande lager. | | | | | |
| Om gröna taken är av typen extensiva gröna tak: | Säkerställ att rotspärre anläggs | | | | | |
| | Säkerställ att underliggande konstruktion tål fukt | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om krav på drift och underhåll | | | | | |
| | Underhåll av det gröna taket kräver att taket konstrueras för att klara av belastning från driftpersonal som kortvarigt vistas på taket. | | | | | |

| Växtbädd | | Berörda intressen | | | | |
|---|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| Om syftet med växtbädden är rening av dagvatten: | Infiltrationshastigheten i växtbädden får ej vara för hög. Effektiv rening kommer då inte ske och vattnet kommer inte uppehållas på växtbädden utan snabbt infiltrera genom växtbädden. Detta ställer krav på substratet och därmed även vegetationen. | | | | | |
| | Bestäm dimensioner på växtbäddarna i samråd med LA och B. En stor area kan delas upp på flera växtbäddar. | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om växtbäddarnas krav på drift och underhåll. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från gårdsytan till växtbäddar: | Säkerställ avledningsvägar på gården till växtbäddar. | | | | | |
| | Säkerställ bränningsfunktion i växtbädden så avledning av dagvatten kan ske vid större regn. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från tak till växtbäddar: | Säkerställ att erosionsskydd finns för att minska risken för bortförande av substrat med dagvatten. Både gröna och konventionella tak kommer ge en direktavrinning vid höga flöden som riskerar att skada växtbädden. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från tak till växtbäddar: | Placering av växtbäddar bör göras i samråd med arkitekter och landskapsarkitekter då växtbäddarna behöver placeras på lämpligt ställe efter gårdens utformning och stuprännor måste dras till växtbäddar. | | | | | |
| Om dagvatten ska ledas från gröna tak till växtbäddar: | Säkerställ att växterna är anpassade efter den lägre avrinningen från gröna tak jämfört med konventionella tak. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör och VVS om placering av växtbäddar. | | | | | |
| | Meddela byggnadskonstruktör om den extra lasten av dagvattenanläggningen. Extra last inkluderar last från vegetation, substrat och vattenhållande lager. Säkerställ att konstruktionen under växtbäddarna tål den extra lasten. | | | | | |
| | Meddela förvaltningsansvarig om krav på drift och underhåll. | | | | | |
| | Säkerställ att byte av filtermaterial sker. | | | | | |
| | Säkerställ att växter sköts. | | | | | |
| | Säkerställ att eventuell gödsling av växtbäddarna utförs vid rätt tillfälle. | | | | | |

| Fördröjningsmagasin | | Berörda intressen | | | | |
|---|--|-------------------|----|---|-----|---|
| | | A | LA | K | VVS | F |
| | Besluta om fördröjningsmagasinets placering med byggnadskonstruktör och arkitekt. | | | | | |
| Om magasinet placeras i huset, exempelvis i källare: | Meddela VVS om placering av fördröjningsmagasin så att rördragningar kan planeras. | | | | | |
| Om magasinet placeras så att gårdsyta tas i anspråk: | Meddela landskapsarkitekt om placering av fördröjningsmagasin och dess dimensioner. | | | | | |
| | Säkerställ att anläggningen är lättillgänglig för drift. | | | | | |
| | Säkerställ att fördröjningsmagasinets konstruktion tål eventuellt grundvattentryck. | | | | | |
| | Säkerställ att konstruktion under fördröjningsmagasin tål lasten av ett fyllt fördröjningsmagasin. | | | | | |
| | Säkerställ bränningsfunktion i magasinet så avledning av dagvattnet kan ske vid större regn. | | | | | |