



# Gröna tak i Stockholms stad

En studie av kvarteret Stora Sjöfallets  
dagvattenstrategi

---

Sofie Jansson och Izabelle Persson

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för stad och land  
Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala  
Uppsala 2022



# Gröna tak i Stockholms stad - En studie av kvarteret Stora Sjöfallets dagvattenstrategi

*Green roofs in Stockholm – A study of the stormwater strategy in Stora Sjöfallet*

Sofie Jansson och Izabelle Persson

<b>Handledare:</b>	Daniel Bergquist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land
<b>Examinator:</b>	Ulla Myhr, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land
<b>Omfattning:</b>	15 hp
<b>Nivå och fördjupning:</b>	Grundnivå, G2E
<b>Kurstitel:</b>	Självständigt arbete i landskapsarkitektur
<b>Kurskod:</b>	EX0861
<b>Program/utbildning:</b>	Landskapsarkitekturprogrammet - Uppsala
<b>Kursansvarig inst.:</b>	Institutionen för stad och land
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Utgivningsår:</b>	2022
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
<b>Elektronisk publicering:</b>	<a href="https://stud.epsilon.slu.se">https://stud.epsilon.slu.se</a>

**Nyckelord:** Dagvattenhantering, Dagvattenstrategi, Förtätning, Gröna tak, Grön infrastruktur, Hållbar utveckling, Norra Djurgårdsstaden, Sedum, Stockholms stad, Stora Sjöfallet

## **Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

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

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

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

## Sammanfattning

Städers dagvattenhanteringssystemen belastas på grund av klimatförändringarna samt förtätningen. Genom att använda gröna tak ökar infiltrationsmöjligheten och belastningen minskar.

Uppsatsen undersöker gröna tak som dagvattenstrategi i kvarteret Stora Sjöfallet i Stockholm. Med avseende på val av vegetationssystem, "Stockholms fyra mål för att uppnå en hållbar dagvattenstrategi" och möjliga begränsningar.

Sammanfattningsvis kan de gröna taken i kvarteret Stora Sjöfallet i dagsläget anses som en hållbar dagvattenstrategi, utifrån rätt konstruktion. Det bör dock tas i åtanke att de gröna taken inte alltid kan kompensera för det miljömässiga fotavtrycket. Den största generella begränsningen med gröna tak är bristande forskning, övergödning och komplexiteten. Eftersom allt högre krav ställs på dagvattenhantering är det svårt att ta hänsyn till framtida problematik, kvarteret har dock uppmärksammat detta.

*Nyckelord:* Dagvattenhantering, dagvattenstrategi, förtätning, gröna tak, grön infrastruktur, hållbar utveckling, Norra Djurgårdsstaden, sedum, Stockholms stad, Stora Sjöfallet, urbanisering.

## Abstract

The stormwater management systems are burdened due to climate change and densification. By using green roofs, the possibility of infiltration increases and the burden is reduced.

The thesis investigates green roofs as a stormwater strategy in Stora Sjöfallet, Stockholm. With regard to the choice of vegetation system, "The four goals to achieve a sustainable stormwater strategy by Stockholm" and possible limitations.

In summary, the green roofs in Stora Sjöfallet can today be considered a sustainable stormwater strategy, based on the right design. However, it should be borne in mind that green roofs cannot always compensate for the environmental footprint. The biggest general limitation is lack of research, eutrophication and complexity. As increasing demands are put on stormwater management, it is difficult to take into account future problems, however, the neighborhood has paid attention to this issue.

*Keywords:* Stormwater management, Densification, Green roofs, Green infrastructure, Sustainable development, Norra Djurgårdsstaden, Sedum, Stockholm city, Stora Sjöfallet, urbanization.

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>8</b>
1.1 Syfte och frågeställning.....	9
1.2 Material och metod .....	9
1.2.1 Platsstudie .....	9
1.2.2 Litteratur.....	10
1.2.3 Intervju .....	10
<b>2. Teoretisk bakgrund.....</b>	<b>12</b>
2.1 Grön infrastruktur .....	12
2.2 Dagvattenhantering i Stockholms stad .....	13
2.3 Kvarteret Stora Sjöfallet .....	13
<b>3. Analys .....</b>	<b>15</b>
3.1 Analys av vegetationssystem.....	15
3.1.1 Extensiva och intensiva gröna tak .....	15
3.1.2 Potential utifrån val av vegetation.....	16
3.2 Analys utifrån Stockholms dagvattenmål.....	17
3.2.1 Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten.....	17
3.2.2 Robust och klimatanpassad dagvattenhantering .....	19
3.2.3 Resurs och värdeskapande för staden.....	20
3.2.4 Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande .....	21
3.3 Analys av begränsningar med gröna tak .....	23
3.3.1 Komplexitet .....	23
3.3.2 Övergödning .....	23
3.3.3 Framtidsanalys .....	24
<b>4. Intervjusammanställning.....</b>	<b>26</b>
4.1 Utifrån vegetationssystemets potential och Stockholms mål för en hållbar dagvattenstrategi .....	26
4.2 Utifrån begränsningar med användning av gröna tak som dagvattenstrategi .....	28
<b>5. Diskussion och slutsats.....</b>	<b>30</b>
5.1 Diskussion av vegetationssystem.....	30
5.2 Diskussion utifrån Stockholms dagvattenmål .....	32

5.2.1	Förbättrad vattenkvalité i stadens vatten.....	32
5.2.2	Robust och klimatanpassad dagvattenhantering .....	33
5.2.3	Resurs och värdeskapande för staden.....	34
5.2.4	Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande.....	35
5.3	Diskussion utifrån gröna taks begränsningar.....	36
5.4	Slutsats .....	37
	<b>Referenser.....</b>	<b>39</b>
	<b>Muntliga källor .....</b>	<b>41</b>
	<b>Bilaga 1. Frågeformulär för intervju .....</b>	<b>42</b>

## Förkortningar

GYF	Grönytefaktor
Kv.	Kvarteret
VA	Vatten och avlopp

# 1. Inledning

Klimatförändringar och urbanisering är faktorer som kommit att påverka utvecklingen och planeringen av våra städer (ex. Antrop 2004, Ewing 2008, Bahgat 2010 citerat i Shafique et al. 2018). Utvecklade länder, däribland Sverige, förväntas nå en urbanisering på cirka 83% år 2030 (ibid.). Det vill säga den andel av befolkningen som bosatt sig i urban miljö (ibid.). En snabb ekonomisk tillväxt bidrar till ökande urbanisering, vilket i sin tur leder till fragmentering av naturliga landskap (ibid.). Berntson (2010) har diskuterat att den ökande förtätningen i urbaniserade områden leder till att volymen dagvatten som ytavrinner ökar då möjligheten för infiltration minskar. Berntson beskriver hur det påverkar dels infrastrukturen, dels omgivande miljö eftersom det bidrar till ökad belastning på dagvattensystemet vilket då kan leda till högre risk för översvämningar.

Den ökande förtätningen har även anmärkts i Stockholms stad av Stockholm vatten och avfall (2015). De har observerat hur det leder till en ökande belastning på stadens dagvattenhantering utifrån rådande klimatförändringar samt förtätning. Den konstaterade årsnederbörden i Stockholm, är cirka 550 millimeter per år varav cirka 450–500 millimeter per år avrinner från hårdgjorda ytor och resten avdunstar (ibid.). Vidare beskrivs att den årliga nederbörden generellt inte kommer att förändras drastiskt av klimatförändringarna. I stället hävdas att de allt vanligare samt intensivare skyfallen kommer belasta och därmed påverka dagvattenhanteringen till stor del (ibid.). Den snabba avrinningen från de stora arealerna hårdgjorda ytor i staden påverkar också mängden föroreningar som avrinner i vattendrag (ibid.). Baserat på problematiken har det tagits fram en dagvattenstrategi med fyra mål för en hållbar dagvattenhantering i Stockholms stad (ibid.). Målen fokuserar bland annat på en robust, klimatanpassad dagvattenstrategi samt strävan efter att uppnå bättre vattenkvalité (ibid.). En bra lösning för att uppnå dessa mål kan vara ökad infiltration för att minska mängden dagvatten (ibid.).

En strategi för att öka infiltrationen i dagens samt framtidens förtätade urbana miljöer anses enligt Skog et al. (2021) vara gröna tak. Vidare definierar Skog et al. begreppet gröna tak och förklarar att på gröna tak ryms alla typer av vegetationssystem som kan installeras på en konstruktion eller byggnad.



Den här uppsatsen undersöker gröna tak i Stockholms stad utifrån en studie av kvarteret Stora Sjöfallet i Djurgårdsstaden, Stockholm. Kvarteret har, enligt Boverket (2021), klassats som ett av Europas mest omfattande stadsutvecklingsprojekt, då diverse aktörer utgått från olika hållbarhetsstrategier och verktyg vilket har skapat den nytänkande utformningen.

## 1.1 Syfte och frågeställning

Denna uppsats syftar till att undersöka gröna tak som dagvattenstrategi, vilket ska bidra till diskussion om hur och varför gröna tak motiverats att användas inom dagens stadsplanering. Uppsatsen kommer undersöka argumentationen bakom planeringen av kvarteret, skillnaden mellan olika vegetationssystem i effektivitet som dagvattenhantering samt om de gröna taken uppfyllt de målsättningar som funnits för kvarteret Stora Sjöfallet. Studien utförs för att dra slutsatser om vilka aspekter samt begränsningar som kan påverka framtida planering och användning av gröna tak som dagvattenstrategi.

För att uppnå ovanstående syfte ligger följande frågeställningar till grund för undersökningen:

På vilka sätt bidrar gröna tak, utifrån val av vegetationssystem, till att uppnå "Stockholms mål för en hållbar dagvattenstrategi"?

Vad finns det för begränsningar med användning av gröna tak som dagvattenstrategi?

## 1.2 Material och metod

I följande avsnitt beskrivs de olika material samt metoder som har använts i uppsatsen för att kunna svara på syfte samt frågeställningar.

### 1.2.1 Platsstudie

Uppsatsen har utgjorts av en studie på kvarteret Stora Sjöfallet. Trots att studien på kvarteret avgränsades med egna karaktärsdrag och har skilt sig från sin omgivning, går det ofta att använda resultatet i större sammanhang (Alvehus 2019). Studien är alltså menad att generaliseras för att kunna implementeras på olika platser (ibid.). Detta kan bidra till att resultatet blir intressant även för andra platser än kvarteret Stora Sjöfallet trots att undersökningen är platsspecifik (ibid.). Det förekommer dock kritik för metoden då det kan vara svårt att uppnå ett tillräckligt generaliserat

resultat (Van den Brink et al., 2016). I uppsatsen försöker detta motverkas genom att använda varierande material som underlag för att få ett mer generaliserat resultat (Alvehus 2019). I denna uppsats har kvalitativ studie tillämpats som metod, vilket har bidragit till en fördjupning inom ämnets innebörd snarare än mängden statistiska samband (ibid.).

### 1.2.2 Litteratur

Den teoretiska bakgrunden och analysen i studien byggdes upp av populärvetenskapliga skrifter, hemsidor, vetenskapligt granskade artiklar samt böcker. Valet av de materialet utgjordes av källor med olika perspektiv på gröna tak vilket bidrog till att bygga analysen. Analysen bildade sedan en grund tillsammans med den teoretiska bakgrunden som bidrog med en mer nyanserad bild samt möjliggjorde för diskussion och slutsats. Vid användning av annat material hade resultatet och slutsatsen riskerat att bli olikartat (Alvehus 2019).

Ämnet gröna tak som dagvattenstrategi med tillhörande frågeställning diskuterades utifrån olika material, exempelvis myndighetspublikationen *Dagvattenstrategi, Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering* (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Källan ansågs relevant då strategin gäller för hela Stockholms stad. Ytterligare källor som använts är detaljplanen för kvarteret Stora Sjöfallet vilken bidrog med allmän bakgrundsfakta om kvarteret för den teoretiska bakgrunden och analysen. Även en skriftlig uppföljning av Stockholms stad (2022) användes som underlag för hur väl kvarteret uppfyller de satta målen i dagsläget. Analysen utformades utifrån Stockholms fyra mål för en hållbar dagvattenhantering vilka användes genom studien för att besvara frågeställningarna (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Målen delades upp i underrubriker i analysen tillsammans med vegetationssystem och begränsningar för att särskilja materialet och skapa underlag till diskussion och slutsats genom en strukturerad analys.

Utöver nämnt material användes kompletterande källor vilka tar upp bakgrundsinformation relevant för studien exempelvis handböcker för gröna tak. I dagsläget har det dock utförts relativt lite forskning på gröna taks prestanda i urban miljö vilket gör materialet begränsat.

### 1.2.3 Intervju

Enligt Alvehus (2019) är intervju en bra metod för att finna andra personers åsikter och kunskap kring specifika ämnen. Metoden intervju i studien bidrog därav med utökad förståelse för planeringen av kvarteret Stora Sjöfallet. Vidare förklarar Alvehus att en intervju kan ge mer trovärdig information än exempelvis enkäter, vilket har bidragit till valet av metod. Metoden semistrukturerad intervju

tillämpades i uppsatsen för att komplettera de vetenskapliga texterna som valts ut för analys och bakgrund.

Den semistrukturerade intervjun, vilket är den vanligaste intervjumetoden, valdes som metod då den lämpar sig bäst för studien då intervjun kunde utvecklas till ett produktivt samtal utifrån valda frågor (Alvehus 2019). Detta till skillnad mot strukturerad och ostrukturerad intervju vilka ansågs styra samtalet till för stor eller liten del (ibid.). Intervjun byggdes därav upp av åtta relativt öppna frågor vilka bidrog till ett öppet samtal (ibid.). Denna metod bidrog till att respondenten kunde styra intervjun utifrån dennes expertis, planeringsarbetet för kvarteret Stora Sjöfallet, samt att informationen kunde utvecklas utifrån aktiva följdfrågor (ibid.). Metoden intervju kan enligt Ejvegård (2009) kritiseras då endast en intervju genomfördes i studien. Ejvegård hävdar att det ökar risken för ett riktat resultat då intervjuansammanställningen inte jämförs med andra intervjusvar. Metoden semistrukturerad intervju ansågs passa bra för studien, då endast en intervju kunde genomföras på grund av den satta tidsramen, för att få ut önskad mängd information (ibid.).

Temat på intervjun var aktörernas aspekt på gröna tak som dagvattenhantering i kvarteret Stora Sjöfallet, samt planeringsarbetet av kvarteret. Intervjun utfördes digitalt med respondenten Ackelman utifrån intervjufrågorna (se bilaga 1). Ackelman har arbetat som planeringsarkitekt i cirka 15 år och har bland annat varit handläggare för Detaljplanen för del av Norra Djurgårdsstaden – Norra 2, vilken innefattar kvarteret Stora Sjöfallet (Ackelman 2022). Ackelman ansågs därav relevant som muntlig källa för att styrka studiens diskussion kring bakomliggande resonemang angående valet av gröna tak samt dess funktion som dagvattenhantering. Dessutom bidrog samtalet med argument för hur stadsplaneringen har påverkats. I intervjun fördes även diskussion kring möjligheter samt eventuella begränsningar, för att uppnå hållbarhet genom Stockholms dagvattenstrategi kopplade till målen (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Detta bidrog med mer material som skapade en diskussion tillsammans med analysmaterialet.

Ljudinspelning användes som verktyg vilket bidrog till en mer effektiv och komplett intervju (Ejvegård, 2009). Efter intervjun transkriberades ljudinspelningen vilket skapade ett mer trovärdigt resultat utifrån respondentens uttalanden (ibid.). En risk med metoden ljudinspelning kan dock vara att respondenten hämmar sig och att uttalanden inte blir lika djupgående vid inspelning (ibid.). Därav fick respondenten själv välja om inspelningen skulle genomföras under intervjun vilket ansågs minska risken (ibid.).

## 2. Teoretisk bakgrund

I följande avsnitt redovisades den teoretiska bakgrunden utifrån vetenskapliga källor. Avsnittet innefattar definition av grön infrastruktur, dagvattenhantering samt dess koppling till gröna tak. Stockholms stads dagvattenstrategi presenteras tillsammans med de fyra målen för en hållbar dagvattenhantering, samt platsen för studien: kvarteret Stora Sjöfallet.

### 2.1 Grön infrastruktur

En lösning som presenteras för att minska effekten av den ökande urbaniseringen är anläggning av grön infrastruktur vilken hanterar dagvatten (Dunnett & Kingsbury 2004; Hoffman & McDonough 2005, citerade i Shafique et al., 2018). För att undvika belastning på dagvattensystem vid ökad urbanisering beskriver Lantmäteriet (2022) att det krävs utveckling av blågrön infrastruktur som ska ha utrymme för både dräneringssystem och vattendrag. Grön infrastruktur definieras av Dover (2015) som tekniker och strategier för att efterlikna naturliga processer såsom evapotranspiration och infiltration.

Konceptet grön infrastruktur kritiserar av exempelvis Sandberg (2019) som hävdar att användningen av detta kan utgöras som ekologisk modernisering. Med ekologisk modernisering menar Sandberg att fokuset för grön infrastruktur riskerar att skiftas bort från hållbar stadsutveckling med naturlig dagvattenhantering genom ekosystemtjänster. I stället kan fokus riktas på mer rationella tekniska lösningar och ekonomisk vinst (ibid.). Lennon (2015, citerat i Sandberg 2019) styrker att grön infrastruktur passar väl in på ekologisk modernisering. Dock anser Lennon att ekologisk modernisering kan bidra till något positivt om gröna lösningar uppmärksammas inom exempelvis politiska sammanhang, vilket då kan öka användningen av dessa.

En problematik med flera olika dagvattenstrategier, enligt Berndtsson et al. (2010), är att de kräver stor markyta för infiltration, vilket blir bristande på grund av den ökande förtätningen. En lösning som presenteras av henne kan därför vara användningen av grön infrastruktur i form av gröna tak då fri takyta ofta finns

tillgänglig. Vidare förklaras att gröna tak minskar volymen avrinnande vatten jämfört med hårdgjorda tak, vilket beror på vegetationssystemets fördröjande samt magasinering förmåga (ibid.). En faktor för minskad avrinningsvolym är även avdunstning som sker av det fördröjda vattnet i vegetationssystemet (Bengtsson et al., 2005).

## 2.2 Dagvattenhantering i Stockholms stad

Dagvatten definieras enligt Stockholm Vatten och Avfall (2015:4) som “Ytavrinnande regn- och smältvatten från exploaterade områden som når recipient eller reningsverk via hårdgjorda ytor, genomsläpplig mark, diken och/eller VA-anläggning.”. I Stockholm vatten & Avfalls dagvattenstrategi (2015) beskrivs exempelvis hur stadens vegetationssystem bidrar till att fördröja dagvatten via allmänna ytor samt hur det kan nyttjas för bevattning. Dessa ytor hävdas även kunna tillföra estetiska, pedagogiska och rekreativa värden genom en samordnad planering (ibid.). Öppna dagvattenanläggningar kan även bidra till att stärka stadens grönstruktur, vilket på lång sikt kan ge olika reglerande ekosystemtjänster (ibid.).

För att uppnå en hållbar stadsplanering krävs att dagvattenhanteringen får ta plats i staden samt användas som en resurs i samhällsbyggandet (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Detta förklaras genom att efterlikna naturlig avrinning, samt genom att fokusera på lokal dagvattenhantering vilket ger en rad fördelar sett ur ett hållbarhetsperspektiv. Exempel på dessa fördelar är bland annat upprätthållande av grundvattennivån, utvecklade system som är mindre känsliga för varierande nederbörd samt fastläggning av föroreningar (ibid.). De fyra målen för att uppnå en hållbar dagvattenhantering är framtagna av Stockholm Vatten och Avfall för att skapa långsiktiga värden för urbana miljöer samt motverka negativ miljöpåverkan. En förutsättning för att skapa en välfungerande dagvattenhantering i stadsmiljö är att den uppfyller dessa mål (ibid.).

## 2.3 Kvarteret Stora Sjöfallet

Kvarteret Stora Sjöfallet är beläget i stadsdelen Norra Djurgårdsstaden i Stockholm och beskrivs som ett kvarter av hög multifunktionalitet vilket uppnåtts genom höga krav på grönytefaktorn (GYF) (Boverket 2021). Kvarteret har använt sig av planerad grönstruktur, bland annat i form av gröna tak, för att skapa en hållbar dagvattenhantering (ibid.). Stockholms Stad (2022) ställde höga krav i planeringsstadiet på kvarteret utifrån mål inom exempelvis klimatanpassning och hållbar dagvattenhantering.

Ett välanvänt system för de extensiva taken i kvarteret är sedumtak med ett substratdjup på cirka 55 millimeter. (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Vidare beskrivs att en annan förekommande teknik är träd, planterade på bjälklag på de intensiva taken i kvarteret. Dessa tak påstås utgöras av lösningar vilka gynnar både dagvattenfördröjning och vegetation som bidragit till att projektet anses ha lyckats (ibid.). Förutsättningarna för detta är bland annat välplanerade växtbäddar med rätt konstruerade substratdjup, sammankopplade dagvattenlösningar samt rikligt med vegetation (Stockholms stad 2022).

## 3. Analys

I analysavsnittet jämfördes olika vegetationssystem på gröna tak samt deras förmåga att påverka dagvattenhanteringen, för att svara på frågeställningarna. Sedumtak presenteras som ett hållbart val. Därefter analyserades hur väl gröna tak når upp till Stockholms delmål. Förutsättningarna för gröna tak som en hållbar dagvattenhantering och för att nå upp till målen beror på utformning och skötsel. De begränsningar som identifierats är att studierna är komplexa samt att det finns risk för att det avrinnande vattnet är förorenat. I dagsläget är antal studier få vilket gör att en framtidsbedömning av taken blir svår.

### 3.1 Analys av vegetationssystem

I följande avsnitt har olika vegetationssystem analyserats för att sedan kunna jämföra deras potential som gröna tak med varandra. Detta har skapat ett underlag för att svara på en del av första frågeställningen (se 1.1). Det konstaterades att extensiva gröna tak generellt har lägre anläggningskostnad. Valet av vegetationssystem påverkar takets förmåga att påverka de reglerande ekosystemtjänsterna och därav dess förmåga som dagvattenhantering. Sedum hävdas vara ett hållbart val då det är tåligt för olika klimatförhållanden.

#### 3.1.1 Extensiva och intensiva gröna tak

Stockholm vatten och avfall (2015) förklarar hur tjockleken på jordlagret avgör om det gröna taket utgörs som extensivt eller intensivt tak. Det som skiljer dem åt, enligt Skog et al. (2021) är att intensiva tak har ett tjockare jordlager vilket är djupare än 15 centimeter. Vidare förklaras att det intensiva taket även har vegetation som består av fler, högre växtarter såsom perenner eller buskar. Dessa tak kräver oftast mer bevattning och en mer bärande takkonstruktion. Enligt Stockholm vatten och avfall (2015) har ett intensivt tak därav en större anläggningskostnad i de flesta fallen. De anser dock att det endast är marginellt jämfört med extensiva tak eftersom intensiva tak oftast anläggs där en stabil takkonstruktion redan är befintlig.

Skog et al. (2021) förklarar att extensiva tak, till skillnad från intensiva, oftast består av ett tunt jordlager, ca 3–6 cm, som innehåller sedum- eller gräsarter. Vegetationssystemet sedum påminner om alvarmark med torktåliga suckulenter och mossor som ofta domineras av de lågväxande släktena *Phedimus* och *Sedum* (ibid.). Vidare hävdar Stockholm vatten och avfall (2015) att extensiva tak oftast kostar allra minst av de gröna taken om vegetationen etableras på plats.

De extensiva taken har en lägre vikt jämfört med de intensiva främst på grund av den låga vegetationen samt det lätta substratet (Shafique et al. 2018). På grund av detta är det lättare att räkna på kostnaden inom hållbarheten för de extensiva gröna taken (ibid.). Viktigt att tänka på vid anläggning av långsiktigt hållbart extensivt grönt tak är valet av jord samt dräneringslagret (ibid.). Vegetationsmaterialet förklaras vara en viktig variabel då det utgör cirka 31% av den totala kostnaden för extensiva tak (ibid.). Den totala kostnaden för extensiva tak går att göra minimal genom inhemska växtval samt val av lokalt substrat (ibid.). Kostnaden av gröna tak är i dagsläget den största utmaningen vid anläggning vilket gör det extra viktigt att vidare utveckla de gröna taken till mer kostnadseffektiva som samtidigt ger flera fördelar i den urbana miljön (ibid.). Enligt Stockholm vatten och avfall (2015) går det därav att konstatera att ett intensivt tak har en större anläggningskostnad i de flesta fallen. De anser dock att det endast är marginellt jämfört med extensiva tak eftersom intensiva tak oftast anläggs där en stabil takkonstruktion redan är befintlig.

### 3.1.2 Potential utifrån val av vegetation

Valet av vegetationens struktur kan, enligt Dover (2015), påverka de reglerande ekosystemtjänsterna på gröna tak, exempelvis förmågan att ta upp dagvatten. Dover hävdar att de arter som har större rotsystem eller att det generellt är en högre växt bidrar till ökad fördröjning samt minskad avrinning av dagvatten. Shafique et al. (2018) förklarar att val av vegetation på gröna tak spelar en viktig roll i volymminskningen av dagvatten eftersom olika plantor har varierande vattenhållande förmåga samt transpiration. Nagase och Dunnett (2012, citerat i Shafique et al. 2018) styrker hur valet av arter på ett tak påverkar avrinningen.

Vidare förklarar Shafique et al. (2018) att ett tak inte är ett naturligt habitat för växter. De menar att vatten är en begränsande faktor i takmiljöer där exempelvis bjälklagets belastning på byggnader bestämmer möjligt jorddjup på växtbädden. För en bra tillväxt krävs även att växterna har tillgång till den näring som krävs vilket kan bli en begränsning på ett tak (ibid.). För att välja passande växter för gröna tak krävs att de uppfyller så många kriterier som möjligt av nedanstående (ibid.):

- Kunna motstå torka och extrema väderförhållande



- Kunna överleva trots näringsbrist
- Minimalt underhåll
- Kostnadseffektiva

Blanusa et al. (2013, citerat i Vijayaraghavan & Joshi, 2014) hävdar att sedum är det mest använda vegetationssystemet på gröna tak eftersom det är väldigt torktåligt. De beskriver även hur de flesta studierna är utförda på sedumtak. Dessa vegetationssystem kan bli utsatta för stress om sedumvegetationen inte är inhemsk (ibid.). Shafique et al. (2018) hävdar däremot att sedumarter är det vanligaste valet för extensiva tak då de är tåliga för olika klimatförhållanden. Flera studier tyder, enligt dem, på att sedum fungerar bra över större delar av världen och att det även är tåligt på lång sikt. Exempelvis redovisar Durhman et al. (2006, citerat i Shafique et al., 2018) att sedumväxterna fortfarande hade en välfungerande fotosyntes trots fyra månader utan vatten. En annan studie av Terri et al. (1986, citerat i Shafique et al., 2018) indikerar att sedumtak kan överleva upp till två år utan vatten.

## 3.2 Analys utifrån Stockholms dagvattenmål

I följande avsnitt har Stockholms fyra mål analyserats för att hitta samband mellan olika studier som gjorts på gröna tak. Detta har skapat underlag för att svara på en del av första frågeställningen (se 1.1) I avsnittet framgick att gröna tak hävdas ha miljömässiga, sociala och ekonomiska egenskaper som bidrar till att uppfylla Stockholms dagvattenmål. Förutsättningar för ett grönt tak som dagvattenhantering påverkas av utformning, projektering och skötsel av taket. Detta avgör kvalitén på det avrinnande vattnet, praktiska funktioner samt kostnadseffektiviteten.

### 3.2.1 Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten

Det första av Stockholms mål för en hållbar dagvattenhantering innefattar hur dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättring av vattenkvaliteten (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Substratet samt vegetationen utgör, enligt Berndtsson (2010), en viktig roll på det gröna taket genom att absorbera föroreningar och tungmetaller från dagvattnet och på så vis bidra till bättre vattenkvalitet. Vid planering av gröna tak ligger fokus i dagsläget, enligt Berndtsson, generellt inte på kvaliteten av det vatten som avrinner. Hon menar att det är eftersom gröna tak oftast marknadsförs som en miljövänlig dagvattenteknik där man väljer att bortse från de brister som kan uppstå. Vidare hävdas (ibid.) att de vanligast förekommande föroreningar i avrunnet dagvatten från gröna tak är kväve, tungmetaller och fosfor. Ingen av de studier som gjorts av Berndtsson hävdar att extensiva tak släpper ifrån sig några betydande mängder tungmetaller eller generellt påverkar kvaliteten på

avrinningsvattnet. Emilssons et al. (2007, citerat i Berndtsson 2010) styrker det då de hävdar att olika vegetationssystem inte signifikant påverkar den totala avrinningen av kalium eller fosfat från gröna tak. Då gröna tak minskar mängden vatten som avrinner minskar även de föroreningar som kan föras med vattnet till grundvattnet. Detta bidrar alltså till en bättre vattenkvalité om man syftar på mängd föroreningar som avrinner (ibid.). Berndtsson et al. (2009, citerat i Berndtsson 2010) beskriver även hur intensiva tak i Japan visar på att de kan minska koncentrationen av totalt kväve i det avrinnande vattnet ansevärt. Vijayaraghavan et al. (2012) har experimenterat på vegetationsklädda samt icke vegetationsklädda tak för att jämföra hur väl de absorberar metaller. Resultatet blev att sedumbaserade gröna tak har förmågan att göra detta i större utsträckning. Gröna taks förmåga att påverka vattenkvalitén har även recenserats av ex. Row (2008, citerad i Berndtsson 2010) samt Teemusk och Mangler (2009, citerad i Berndtsson 2010). Följaktligen har Berndtsson (2010) antagit slutsatsen att den procentuella andelen tungmetaller i urban avrinning från hårdgjorda ytor är markant högre än avrinningen från ytor som består av gröna tak. Liknande resultat har Shafique et al. (2018) konstaterat vilket visar på att vegetation på gröna tak kan vara ett passande val för att förbättra vattenkvaliteten på avrinnande vatten.

Vijayaraghavan et al. (2012) har experimenterat på vegetationsklädda samt icke vegetationsklädda tak för att jämföra hur väl de absorberar metaller. Resultatet blev att sedumbaserade gröna tak har förmågan att göra detta i större utsträckning. Gröna taks förmåga att påverka vattenkvalitén har även recenserats av ex. Row (2008, citerad i Berndtsson 2010) samt Teemusk och Mangler (2009, citerad i Berndtsson 2010). Följaktligen har Berndtsson (2010) antagit slutsatsen att den procentuella andelen tungmetaller i urban avrinning från hårdgjorda ytor är markant högre än avrinningen från ytor som består av gröna tak. Liknande resultat har Shafique et al. (2018) konstaterat vilket visar på att vegetation på gröna tak kan vara ett passande val för att förbättra vattenkvaliteten på avrinnande vatten.

Det finns dock flera källor som i stället visar på att avrinningen från gröna tak innehåller en ökad mängd kväve och tungmetaller såsom koppar, zink, aluminium och järn (Moran et al., 2005, citerat i Berndtsson 2010; Berndtsson et al., 2006, citerat i, Berndtsson 2010). Även Moran et al. (2004, citerat i Shafique et al. 2018) kom fram till, i en studie från North Carolina, att avrinningen från gröna tak innehåller större mängd kväve än regnvattnet. Vidare beskriver Monterusso et al. (2004, citerat i Berndtsson, 2010) att sedumtak släpper ut de största koncentrationerna av fosfor och kväve efter tillförsel av gödselmedel. Å ena sidan påstår Shafique et al. (2018) att de flesta fördelarna från de gröna taken är direkt kopplade till dess substrat i och med reducering av avrinning, toppflöden samt förbättringen av vattenkvaliteten. Å andra sidan nämner de att en del forskning pekar på att andelen organiskt material i substratet påverkar kvaliteten på

avrinningen. På grund av detta rekommenderas att tillsätta önskad mängd organiskt material i det gröna taket för att reglera nivån (ibid.).

Vidare hävdar Berntsson (2010) att kvaliteten på det avrinnande vattnet kan till stor del skilja sig mellan olika studier. Skillnaderna i vattenkvalité beror till största del på olika utformning och intern skötsel av taken (ibid.). Hon förklarar att typ av substrat, ålder, samt typ av gödningsmedel som används på det gröna taket påverkar andelen tungmetaller och kväve i avrinningen. Därav bör dessa faktorer tas hänsyn till för att förbättra avrinningskvaliteten från taken (ibid.). Resultatet kan dock skilja sig åt beroende på olika förhållanden då det exempelvis finns få studier som sträcker sig över en längre tid (ibid.). Frågan om hur gröna tak påverkar det vatten som avrinner hävdas därför besvaras på olika sätt beroende på forskare och studie samt utformning (ibid.).

### 3.2.2 Robust och klimatanpassad dagvattenhantering

Det andra av Stockholms mål för en hållbar dagvattenhantering innefattar hur dagvattenhanteringen ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Huvudargumentet för användandet av gröna tak i Sverige anses, av Skog et al. (2021), vara möjligheten till lokalt omhändertagande av dagvatten. Vidare förklaras att taken även har en god förmåga att minska den årliga avrinningen då vegetationen tar vara på vattnet genom avdunstning och transpiration. Tjockleken på uppbyggnaden samt de underliggande lagren är den viktigaste faktorn för reducering av dagvatten (ibid.). De förtydligar dock att växtvalen kan ha viss betydelse, vilket även påverkar avrinnande toppflöden (ibid.). Enligt Stockholms stad (2022) bidrar de gröna taken i Stora Sjöfallet med att förstärka ekologiska samband samt minska dagvattenflödet då de fungerar som vattenmagasin med fördröjande effekt.

Vid studier av prestandan hos gröna taks förmåga att omhänderta dagvatten hävdar Shafique et al. (2018) att snarlika resultat har uppnåtts vid flertalet studier. Exempelvis har Zhang et al. (2015, citerat i Shafique et al., 2018) undersökt 19 olika tillfällen med regnfall i Chongqing, Kina på gröna tak jämfört med hårdgjorda tak. Resultatet visade på en minskad avrinningshastighet med 77,2 % (ibid.). I en liknande studie av Speak et al. (2013, citerat i Shafique et al., 2018), utförd i Manchester, England, analyserades 69 tillfällen av regnfall där resultatet av den minskade avrinningshastigheten blev 65,7%. Shafique et al. (2018) hänvisar till liknande studier av ex. Bengtsson (2005), Köehler (2005) och Hutchinson et al. (2003) med likartade resultat som även hävda detta. Stockholms stads (2022) beräkningar visar på att sedumtak på cirka 55 millimeter skapar nytta såsom reglerande ekosystemtjänster och minskning av lokalt dagvattenflöde på cirka 40%.

Shafique et al. (2018) beskriver hur gröna tak globalt klassats som en miljövänlig produkt där de visat på positiva egenskaper inom miljömässiga, sociala och ekonomiska aspekter jämfört med hårdgjorda tak. Ett annat exempel är Bachawati et al. (2016, citerat i Shafique et al., 2018) som har utfört studier på gröna taks livscykel samt dess miljöpåverkan i Libanon. I studien jämfördes vegetationsklädda tak, hårdgjorda tak samt vita, ljusreflekterande tak. De extensiva taken har visats bidra med en lägre miljöpåverkan jämfört med de andra taken med avseende på hållbarheten (ibid.). Livscykeln för gröna tak, både extensiva och intensiva, utreds av Kosareo och Ries (2007, citerat i Shafique et al., 2018) jämfört med hårdgjorda tak i Pittsburgh, PA, USA. Resultatet blev även i detta fall att de gröna taken är det val som bidrar med minst miljöpåverkan då de kan reducera energikravet på byggnader (ibid.). Berndtsson (2010) förklarar att faktorn av ålder på ett grönt tak kan påverka vattnets flödes hastighet. Detta då substratet kan genomgå fysiska och kemiska förändringar över tid. Exempelvis kan jordpartiklar och substanser sköljas bort med vatten och porositeten kan även förändras över tid (ibid.). Förutsättningar för hållbara vegetationssystem ges genom en välplanerad utformning och projektering med tillsyn och skötsel enligt standard samt utifrån önskad funktion (ibid.).

### 3.2.3 Resurs och värdeskapande för staden

Det tredje av Stockholms mål för en hållbar dagvattenhantering innefattar hur dagvattnet ska vara en del av vattnets kretslopp och användas som en resurs i staden för att skapa funktionella samt attraktiva inslag (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Ett sätt att utnyttja vattnet som avrinner från de hårdgjorda ytorna kan vara anläggning av gröna tak, vilket skapar både praktiska samt pedagogiska funktioner (ibid.). De menar att de kan anläggas i samband med att vattnet från markbeläggningar och hårdgjorda tak avleds ner i planteringar och gräsytor för bästa effekt samt användning av dagvattnet (ibid.). Shafique et al. (2018) anser att det avrinnande vattnet kan användas till interna anledningar såsom rengöring av ytor samt bevattning. Anledningen till att vattnet från de gröna taken bör tas tillvara på, är den goda kvaliteten (ibid.). Genom att återanvända och utnyttja vattnet från de gröna taken och spara på hushållsvattnet bidrar det till ett mer hållbart sätt att hantera vattnet i urbana miljöer (ibid.).

Gröna tak vilka är skapade som sociala ytor kan även användas för syften inom dagvattenhantering. Vattenmagasin kan monteras på ett grönt tak med exempelvis trädgårds- eller terrasskaraktär (Skog et al. 2021). Därmed kan ett tak både ge stora estetiska, rekreativa och hållbara värden då vattnet inte går till spillo utan sparas

och kan brukas senare (ibid.). Genom att anlägga ytterligare magasin eller andra anläggningar för dagvattenhantering i samband med de sociala ytorna (ibid.).

Shafique et al. (2018) förklarar hur man kan uppnå flera fördelar genom att använda gröna tak i samband med andra hållbara lösningar i urbana områden. Exempelvis kan man koppla samman gröna tak med solcellspaneler och små vindturbiner och på så vis uppnå fler funktionella fördelar. Stockholms stad (2022) beskriver hur den blågröna strukturen i kvarteret använder sig av tekniker som både ska gynna dagvattenhantering och vegetation i området. En strategi för att uppnå detta, enligt dem, förklaras vara ett väl uträknat substratdjup på de gröna taken med riklig vegetation vilket är sammankopplat med andra dagvattenlösningar. De menar att samverkan mellan flera olika dagvattenhanteringsmetoder i ett lokalt system ger framtida lösningar på dagvattenhanteringsproblemet. Stockholms stad hävdar att kvarteret är ett utmärkt exempel på detta då exempelvis de gröna taken samverkar med andra gröna dagvattenlösningar genom kvarteret.

I genomförandebeskrivningen för kvarteret skriver Ackelman (2013) om hur dagvattnet från gårdarna i området inte kommer att kunna infiltrera grundvattnet på grund av markföroreningssituationen. Fokus ligger därför i stället på att försöka fördröja det lokala dagvattnet till så stor del som möjligt (ibid.). Stockholms stad (2022) beskriver hur dagvattnet i kvarteret används som en resurs för lek och bevattning genom magasinering i större vattentunnor.

### 3.2.4 Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Det fjärde av Stockholms mål för en hållbar dagvattenhantering innefattar samordning, samsyn samt en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltningar och bolag i stadsbyggnadsprocessen (Stockholm Vatten & Avfall 2015). En tydlig idé över vad det gröna taket ska ha för syfte med avseende på ekologisk eller eventuell estetisk funktion, vilken skötselnivå som eftersträvas samt hur ytorna kommer att användas krävs för en lyckad gestaltning. Det bör först föras en diskussion om vilka värden taket ska uppnå innan planering och anläggning. Ett tak som har dagvattenhantering som huvudsyfte skiljer sig ofta mycket jämfört med ett som exempelvis ska agera vistelseyta för boende i ett flerfamiljshus. (Skog et al. 2021).

Mottagandet att använda sig av GYF som ett verktyg inom planeringen av kvarteret var enligt Stockholms stad (2022) positivt. Den gemensamma målbilden som byggts upp av de tydliga kraven bidrog, enligt dem, till en lyckad slutprodukt. Vidare hävdas att GYF som redskap inom planering har lett till att bli en inspirationskälla för landskapsarkitekters framtida arbeten, även inom dagvattenhantering. Användandet av GYF som ett redskap i stadsplanering är viktig

då det kan anpassas efter lokala behov samt regionala krav (ibid.). De menar att det därav vara ett attraktivt och viktigt verktyg för framtida planering och projekt i hela världen för att minska påverkan av klimatförändringarna i urbana miljöer. Vid uppföljning av projektet har det dock konstaterats, att GYF blivit allt lägre ju längre projektet infunnit sig. (ibid.) De hävdar att orsaken bakom minskningen kan vara höga kostnader, oppositioner mellan aktörer och konsulter eller tekniska svårigheter i genomförandet (ibid.).

Vijayaraghavan och Joshi (2014) förklarar vikten av utveckling av nya tekniker för att bevara och återställa en bra miljömässig kvalitet för att motverka effekterna av den snabba urbaniseringen och förtätningen. I Europa har industrin inom gröna tak fått utvecklas och kan, enligt Dover (2015), nuförtiden erbjuda flera pålitliga produkter där en hållbar tillverkning är bakomliggande. Dock ifrågasätter Dover huruvida utvecklingen behandlar frågor rörande hur väl det faktiskt lever upp till miljö- och hållbarhetsperspektivet. Vidare hänvisar han till EPA - US Environmental Protection Agency (2000) som estimerat att livslängden på takens membran kan genom anläggningen av gröna tak förlängas till över 20 år. Shafique et al. (2018) beskriver hur det mest intressanta att studera inom utveckling av gröna tak för att maximera livslängden, är aspekten kring val av vegetationslagret, där framgången beror på växternas hälsa samt val av vegetation. De menar att gröna tak regelbundet behöver underhåll under olika tidsintervall för att skapa en livslång hållbarhet. Dock är forskningen inom detta område, enligt Shafique et al., mycket begränsad. Enligt dem krävs det att dräneringen, substratet samt vegetationen underhålls för att möjliggöra en förlängning av livslängden på de gröna taken. Shafique et al. menar på hur det även är viktigt att ta hänsyn till fler aspekter såsom regnintensitet, exponering av sol och vind samt platsens geografiska läge. Vidare poängterar Shafique et al. vikten av att vidareutveckla mer kostnadseffektiva gröna tak för framtiden som bland annat ger miljömässiga, sociala och ekologiska fördelar. Utöver detta krävs även ett mer djupgående experimenterande över de gröna takens olika komponenter samt multidisciplinär forskning för att kunna hantera utmaningarna med bevattning, specifikt för intensiva tak. (Shafique et al., 2018).

Till sist nämns att en kostnadseffektiv design bidrar både med fler utmaningar samt möjligheter inför framtiden (Shafique et al., 2018). De gröna taken kräver exempelvis i få fall regelbunden tillförsel av gödningsmedel och bevattning (ibid.). Det blir dock extra viktigt att tillföra just gödslingsmedel samt vatten för att optimera deras fördelar under torrare perioder, vilket kräver planering för att uppnå kostnadseffektivitet (ibid.).

### 3.3 Analys av begränsningar med gröna tak

I följande avsnitt har begränsningar som fanns med gröna tak som dagvattenstrategi analyserats. För att ge underlag att svara på första frågeställningen (se 1.1). Det framgick att det finns risk för att det avrinnande vattnet kan vara förorenat samt att antal studier är få vilket gjort att en framtidsbedömning av taken blir svår.

#### 3.3.1 Komplexitet

Den framtida utvecklingen av gröna tak beror enligt Carter och Fowler (2008) på förmågan att redogöra för de för- och nackdelar som påverkar anläggningen av dessa. De anser att uppmärksammande av begränsningar är en viktig del för utveckling av funktionella system vilket kommer skapa utveckling och funktionella tekniker (ibid.). De förtydligar att även om gröna tak används som en innovativ metod raderar det inte det ekologiska fotavtryck som skapas genom exempelvis förtätning och nybyggnation. Gröna tak bidrar med viktiga ekosystemtjänster och har därav potentialen att vara ett hållbart verktyg vid införandet av grön infrastruktur i urbana miljöer (ibid.). Däremot anser Berndtsson (2010) att det dessutom är viktigt att väga fördelar mot varandra jämfört med begränsningar då en fördel kan påverka en annan negativt. Hon skriver bland annat om hur ett tak med mycket vegetation ger många fördelar inom exempelvis fördröjning av vatten. Om denna vegetation behöver gödningsmedel för att överleva kan detta dock bidra till att föroreningar uppstår i vattnet som avrinner (ibid.).

#### 3.3.2 Övergödning

En problematik med gröna tak som uppmärksammas av Shafique et al. (2018) är att vattenkvaliteten från taken kan påverkas av övergödning. De hävdar att detta har studerats i ett flertal fall i exempelvis Sydkorea där vattenkvaliteten från gröna tak blir sämre efter längre tid. Vijayaraghavan och Joshi (2014) hävdar dock att en av de utvecklade förmågorna som är en stark fördel med gröna tak är just dess förmåga att förbättra det avrinnande vattnets kvalitet. De menar på att det finns flera källor som motsäger varandra om kvalitén på vattnet som avrinner från taken och vissa källor, exempelvis hänvisar de till Razzaghmanesh et al. (2014, citerat i Shafique et al., 2018), hävdar att gröna tak istället är en källa till förorening av vattnet. Det har gjorts liten ansträngning för att ta fram tekniker vilka motverkar detta i och med utvecklandet av gröna tak som har kvalitén att agera renande på vattnet som avrinner (ibid.). De förklarar vidare att skillnaderna mellan olika gröna taks förmåga till största del påverkas av hur taket är utformat. Enligt princip valt en standard för gröna tak med torktåliga växter, substrat som väger minimalt, är ekonomiskt fördelaktigt samt vattenhållande med god porositet (ibid.). De hävdar

att man då prioriterat dessa faktorer snarare än att fokusera på substratets förmåga att minska urlakning eller öka dess adsorptionskapacitet. För att klassa ett grönt tak som miljömässigt hållbart krävs det att en utformning utifrån de mest nödvändiga kriterierna för att uppnå de önskade målen på ett grönt tak (ibid.).

### 3.3.3 Framtidsanalys

Berndtsson (2010) beskriver att då flera studier utförda på gröna tak har haft olika förutsättningar och utformning samt pågått under olika långa perioder finns det för lite vetenskapligt material för att kunna dra tydliga slutsatser inom ämnet. Vidare förklaras att det även finns studier som motsäger varandra vilket gör det svårt att komma fram till ett enhetligt resultat för gröna taks potential som dagvattenhantering. Forskare har även en tendens att generalisera vissa aspekter och i stället fokusera på deras egna specialiserade områden (ibid.). Hon hävdar att detta skapar felaktiga resultat då gröna tak kan vara ett verktyg som påverkar flera olika aspekter positivt och att det därför kan bli missvisande att endast fokusera på en fördel. Extensiva tak som ensam dagvattenstrategi anses inte som en ekonomisk lösning vid fokus på dagvatten- och avrinningsfrågan, utan behöver samverka med andra metoder för dagvattenhantering för att bli effektiv (ibid.). Hon anser att om fokus i stället läggs på förhöjda fastighets- och estetiska värden i samband med avrinning och minskad energikonsumtion kan de gröna taken vara en ekonomisk investering.

Broekhuizen et al. (2021) diskuterar problematiken kring mätning på avrinning och vattenflöde från gröna tak i praktiken. Det finns en stor komplexitet då mätningarna tenderar att bli platsspecifika och därav svåra att generalisera (ibid.). De beskriver att genom att kunna räkna på avrinningen kan de gröna takens förmåga att hantera dagvatten på lång sikt förutspås och på så vis ge ett resultat angående hur hållbart det är. Forskningen som har gjorts, främst är på testmodeller i labb och inte på gröna tak ute i praktiken (ibid.). Palla et. al. (2012, citerat i Broekhuizen et al. 2021) har utfört forskning på ett anlagt grönt tak vilket påpekat brister med forskningen eftersom effekten av heterogeniteten, den vertikala lutningen samt ytstorleken, ej tas hänsyn till. Ytterligare brister med dessa studier i praktiken är att mätning och processer under torrperioder samt hänsyn till lokala förhållande försummas (ibid.). Berndtsson (2010) menar att det är svårt att jämföra resultat från olika studier då de ofta genomförts under olika förutsättningar såsom olika väder och klimat. Hon skriver att alla källor som hon har studerat har visat på att gröna tak bidrar till en minskad mängd dagvatten som avrinner. Skog et al. (2021) förklarar att potentialen hos gröna tak beror på olika faktorer som lokala klimat, inkommande regn samt placering. Dock menar de på att vidare studier bör göras när det handlar om deras effekt i Sverige.



Berndtsson (2010) hävdar att det finns väldigt få studier som undersöker förändringen av gröna tak över tid vilket gör att resultatet kräver mer underlag. Brunetti et al. (2020, citerat i Berndtsson, 2010) har undersökt ett modellerat grönt tak, där endast nederbörd med konstant intensitet testats, konstaterar att resultatet inte är direkt applicerbart på den naturliga nederbörden samt avrinning från gröna tak. I dagsläget har olika modeller testats för att ge en korrekt uppskattning av avrinningen, dock brister forskningen i vilken modell som är mest korrekt (ibid.). Skillnaden mellan dessa olika modellers sätt att förutspå flödes hastigheten på, är så pass stor och fluktuerande att det leder till olika sätt att gestalta gröna tak för att möta krav som exempelvis avrinning (ibid.). Shafique et al. (2018) tar upp att än så länge har inte forskning gjorts för att utreda exempelvis huruvida motståndskraftigt substratet är mot exempelvis torrperioder samt skyfall. De hävdar att det krävs mer forskning huruvida lättkompakterat taket är samt val av optimalt substrat för att erhålla flera fördelaktiga och önskvärda egenskaper. Mentens et al. (2006, citerat i Vijayaraghavan & Joshi 2014) och Ascione et al. (2013, citerat i Vijayaraghavan & Joshi 2014) förtydligar hur gröna taks potential ofta debatteras utifrån olika studier och deras förutsättningar.

## 4. Intervjusammanställning

I följande avsnitt sammanställdes intervjusvaren från respondenten utifrån frågeformuläret (se bilaga 1). Detta för att ge underlag till diskussionen utifrån planeringsperspektivet för Stora Sjöfallet.

### 4.1 Utifrån vegetationssystems potential och Stockholms mål för en hållbar dagvattenstrategi

Intervjun inleddes med att respondenten Ackelman (2022) där stadsdelen Norra Djurgårdsstaden beskrivs som ett miljöprofilerat område där det arbetats aktivt med hållbarhetsfrågor och miljöprofilering (se bilaga 1.1). Beslutet att arbeta utifrån dessa principer syftade, enligt henne, på att stadsbyggnadsprojekten i Stockholm skulle vara i framkant med den hållbara stadsplaneringen i Norra Djurgårdsstaden. Ackelman menade att målet var att utveckla ett verktyg att applicera på framtida projekten i staden.

Ackelman (2022) beskrev hur staden valt att aktivt arbeta med hållbarhetsperspektivet vilket bidrog till att fokusområden skapades för att utforska hur man kunde utveckla hållbarheten i kvarteret. Respondenten menade att det var i detta skede som GYF blev ett konkret verktyg vilket använts genom hela projektet. Stora Sjöfallet utgjorde, enligt respondenten, en plattform för stadens arbete med GYF och möjlighet till vidareutveckling av verktyget. Ackelman menade att miljöprofilering, hållbarhetskrav samt implementering av GYF i kvarteret, gav en tydlig, grön prägel på kvarteret. Ett exempel som anges är användandet av gröna tak i stor utsträckning samt den stora andelen vegetation området fick.

Dagvattenhanteringen (se bilaga 1.2), vägde tungt inom planeringen då allt högre krav ställdes på detta (Ackelman 2022). Behovet för dagvattenhantering påverkats av den ökande graden medvetenhet angående grönskans betydelse kopplat till miljömässiga fördelar (ibid.). För att uppnå de förhöjda kraven på fördröjning och rening av dagvatten resulterar det ofta i arbete med något slags grönt tak i projekt, vilket var det som skedde i kvarteret (ibid.). Även om det finns gårdsmiljöer vilka kan ta upp dagvatten i ett tätbebyggt område så bidrog förtätningen till att det ställts

högre krav på taken (ibid.). Kraven ökade även efter att planen för kvarteret Stora Sjöfallet färdigställdes (ibid.). Respondenten påpekade att det i planskedet gjordes ett flertal dagvattenutredningar (se bilaga 1.6), där varje enskild byggaktör stod för sin egen underliggande utredning för att nå upp till de satta målen för kvarteret samt uppfylla välutvecklade tekniker.

Gestaltningen av taken i kvarteret Stora Sjöfallet (se bilaga 1.1), påverkades enligt Ackelman (2022) av de ambitioner och krav som staden har, bland annat var en faktor energiproduktionen. Det resulterade, enligt respondenten, i att det planerades för att en stor andel av taken skulle ha en samverkan av vegetation och solceller. Ackelman menade att detta hör bland annat till fokusområdet inom energiproduktion där man utforskade hur de mest effektiva kombinationerna av tak kunde utvecklas. Hon förklarade att komponenterna: energiproduktionstak, krav på dagvattenhantering samt möjlighet till vistelse, påverkade besluten och gestaltningen av taken till en väl fungerande kombination av funktion och estetik.

Landskapsarkitekterna hade, tillsammans med aktörerna, varit delaktiga tidigt i processen för projektet Stora Sjöfallet, förklarade Ackelman (2022) (se bilaga 1.8). Vidare beskrev hon att det var en styrka från planeringsperspektivet vilket bidragit med att skapa kvaliteter och värden i kvarteret. Den tidigt påbörjade konceptutvecklingen av landskapsarkitekterna, menade respondenten, hade en stor roll i utvecklingen av applicering av GYF. Vidare förtydligade hon att det har en central innebörd för området i och med att projektet kunnat bli ännu mer kostnadseffektivt. Ackelman berättade att landskapsarkitekterna arbetade aktivt med att se alla ytor som viktiga, även taken, utifrån stadens perspektiv vilket bidrog med en gestaltning där detta fokus framkommit tydligt. Vikten var därför, enligt henne, ett utvecklande av kvaliteter samt möjligheter med takens användande i rekreativt syfte, exempelvis som terrasser (se bilaga 1.8). Ackelman ansåg att projektet är ett exempel på en välgestaltad gård med tak som både skapade kvaliteter för de boende samt kan stärka ekologiska samband och omhänderta dagvattnet på ett vis vilket gett ytterligare kvaliteter i den gröna strukturen. Detta menade respondenten även kunde användas som inspiration för andra projekt.

Slutligen, vid frågan angående om målsättningen för kvarteret uppfylls (se bilaga 1.2), hade Ackelman (2022) en bild av att detta hade lyckats. Hon poängterade dock att hon inte hade alla krav samt fakta med sig. Vidare ansåg Ackelman att de uppfyllts med avseende på gården samt de gröna kvaliteterna som diskuterades i planprocessen. Själva kvarteret är lokaliserat i ett område där marknadsföringsfaktorn gjort att aktörerna var ambitiösa vilket var en anledning som bidrog till dessa kvaliteter (ibid.). Allt sammantaget gör att kvarterets målsättning uppfyllts utifrån hennes perspektiv (ibid.).

## 4.2 Utifrån begränsningar med användning av gröna tak som dagvattenstrategi

Vid frågan angående hur argumentationen sett ut kring avrinningskvaliteten på gröna tak i kvarteret (se bilaga 1.5), menade Ackelman (2022) att det varit i fokus och arbetades med utifrån Stockholms stads dagvattenstrategi. Hon förklarade att trots sanering av området gjorts behövdes det ändå tas hänsyn till förekommande markföroreningar vid planering av dagvattenhanteringen för att säkerställa en godkänd vattenkvalité. Respondenten berättade att avrinningskvaliteten hade räknats på utifrån reningseffekt och fördröjning av vattnet som ska transporteras inom kvarteret, för att uppnå målsättningen. Ackelman förtydligade att vattnet därmed skulle, innan det lämnar kvartersgränsen, vara rent nog för att inte påverka omgivande miljöer eller försämra förutsättningarna.

I kvarteret utgör dagvattnet en del av ett kretslopp förklarade Ackelman (2022) (se bilaga 1.4). Hon berättade att det finns vattentunnor som samlar upp det avrinnande vattnet från de gröna taken, vilket bidragit till bland annat funktionella värden. Respondenten menade att detta var viktigt i och med att det ingick i GYF och synliggjort samt tillgängliggjort vattnet på gårdsmiljön. Ackelman förklarade att om man ser dagvattenhanteringen i ett större system så leds det vatten som inte avdunstar eller tas upp, från kvarteret via ledningar och utströmmande i viken nära intill.

Ackelman (2022), (se bilaga 1.8), ansåg att en potentiell svaghet med projektet kan vara hur skötsel och underhåll kan komma att se ut på längre sikt. Hon poängterade att det behövs tas i åtanke om en underhållsverksamhet finns samt vem som har ansvaret över kvarteret. Respondenten förtydligade att kvarteret består av en blandning mellan hyres- respektive bostadsrätter, vilket möjligtvis kan bli krångligt i praktiken. Vidare menade Ackelman att det kan bli problematiskt i och med att de gröna taken är lokaliserade på dessa olika byggnader som sköts av olika aktörer men med liknande funktion vad gäller exempelvis dagvattenhantering och sociala ytor.

En potentiell möjlighet med kvarteret ansågs i stället av Ackelman (2022) (se bilaga 1.8), varit processens förmåga att agera ett framtida planeringsredskap för vidare utveckling av andra projekt. Hon berättade hur metoden och målsättningen med miljöprofilering samt applicering av GYF testades samt utvecklades i kvarteret. Respondenten ansåg att detta hade lyckats och kommer att användas även i andra kommuner. En utmaning med projektet är dock enligt Ackelman att resultatet kan

variera då mycket ansvar ligger på aktörerna, främst i och med hur de väljer att ta sig an verktyget.

Ackelman (2022), (se bilaga 1.2), valde att inte uttala sig om kvarterets ekonomiska perspektiv då detta inte låg inom hennes område. Dock menade hon på att generellt styr ofta ekonomin samt att det även beror mycket på byggaktörerna. Av Ackelmans erfarenhet i arbete med andra projekt såg hon en tendens i att projekt kunde avskalas i genomförandet på grund av den ekonomiska begränsningen. Projektet Stora Sjöfallet kan ha ändrats längs processens gång men enligt respondenten har det ändå lagts stor vikt på en hög kvalitetsnivå.

## 5. Diskussion och slutsats

I följande avsnitt har resultatet diskuterats tillsammans med intervjusammanställningen. De olika avsnitten har lett till en diskussion av syftet med sammanställd information utifrån studien bidrog till formuleringen av slutsatser.

### 5.1 Diskussion av vegetationssystem

Växtvalet på ett grönt tak spelar roll för dess förmåga att fördröja dagvatten samt minska avrinningsvolymen (Nagase och Dunnett, 2012, citerat i Shafique et al. 2018). Detta styrks av Dover (2015) som hävdar att växtvalet påverkar de reglerande ekosystemtjänsterna. Det kan därför konstateras att olika arter har varierande kapacitet som dagvattenhantering, varav gräs och sedum anses som de bästa alternativen (ibid.). Sedumtak presenterades, av ex. (Blanusa et al., 2013, citerat i Vijayaraghavan), som det mest studerade och vanligast förekommande typen av grönt tak med en lång hållbarhet. Det går därför att utifrån ovanstående diskutera om det möjligtvis kan vara en orsak bakom valet för kvarteret, att det är dagens standard för gröna tak. Vijayaraghavan och Joshi (2014) har diskuterat att sedumtak kan påverkas av klimatet om de inte är inhemska. Däremot har Shafique et al. (2018) motsagt det och hävdar att sedumtak är mycket tåliga för extrema samt olika förhållanden. Studierna bidrog inte med en nyanserad bild av alla gröna tak då mest forskning, enligt Blanusa et al. (2013, citerat i Vijayaraghavan & Joshi, 2014), utförts på sedumtak. Detta bidrar till att en jämförelse av sedum med andra vegetationssystem i dagsläget är få vilket gör det svårt att fastställa vilken typ av grönt tak som är lämpligast för olika typer av användning. Eftersom de flesta studier är utförda i torra klimat, ex. (Moran et al., 2004, citerat i Shafique et al. 2018., Zhang et al., 2015, citerat i Shafique et al., 2018) och Sverige sällan utsätts för extrem torka, blev litteraturens resultat aningen missvisande vilket gjorde det svårt att applicera resultatet på en svensk bostadsgård ex. Stora Sjöfallet. Det krävs ytterligare studier för att fastställa sedumtaks effektivitet som dagvattenhantering i olika klimat då det i dagsläget finns många källor som är motsägande, speciellt för Sveriges klimat. För att komma fram till en slutsats om vegetationssystemen i kvarteret faktiskt är välmotiverade och optimerade krävs alltså mer studier.

Som hävdats av Stockholm vatten och avfall (2015), förekommer argument för att utformningen på ett vegetationstak kan påverka anläggningskostnaden. Det har utifrån detta konstateras att intensiva tak kan vara kostnadseffektiva vid rätt förutsättningar samt utformning, om det redan finns en stabil takkonstruktion (ibid.). Den totala anläggningskostnaden går att hålla låg med hjälp av medvetna val såsom användning av inhemsk vegetation. Det därför krävs mer forskning då kostnaden är en stor utmaning i med gröna tak (Shafique et al. 2018). Det diskuterats för att de ekonomiska begränsningarna möjligtvis varit en avgörande faktor i valet av vegetation (ibid.). Det kan bidra till att de taktyperna med mest effektiv förmåga att hantera dagvatten riskerar att prioriteras bort på grund av ekonomiska skäl (ibid.). Enligt Stockholm vatten och avfall (2015) går det dock att resonera för att extensiva tak generellt är mer kostnadseffektiva, något som kan ha påverkat och även argumenterar för valet i Stora Sjöfallet.

I analysen framkom av Stockholms stad (2022) att GYF förmodligen blivit lägre i kvarteret än planerat för att minska kostnaderna, vilket kan ha påverkat valet av vegetationstyp. Det kunde enligt ex. Dover (2015) konstateras vara en stor problematik med resonemanget bakom typ av gröna tak. Detta menade han då taken måste utvecklas för att kunna vara både kostnadseffektiva samt uppfylla ekologiska värden vilket i dagsläget kan leda till att miljöperspektivet inte prioriteras (ibid.). De flesta taken i kvarteret, enligt Stockholms stad (2022), är extensiva tak i form av sedum, utöver några intensiva tak med planterade träd (Stockholm Vatten & Avfall 2015). Det kan därför diskuteras för att resultatet inte påverkats speciellt mycket av ekonomiska begränsningar då dagvattenhanteringen på de gröna taken ändå är effektiv med varierande vegetationssystem.

Enligt kriterierna för ett lyckat grönt tak uppfyller taken i kvarteret dessa delvis då de är kostnadseffektiva samt bör vara tork- och vädertåliga eftersom det främst utgörs av sedumtak (Shafique et al. 2018). Däremot är det svårare att fastställa huruvida taken är näringståliga, men även torktåliga, samt vilken grad av underhåll som krävs på grund av de olika aktörerna i kvarteret som står för sin egen förvaltning (Ackelman 2022) då ingen ytterligare fakta undersöks i studien om takets konstruktion i kvarteret. Detta även då resultaten från olika studier ex. Moran et al. (2004, citerat i Shafique et al. 2018) på olika konstruerade tak gett olika resultat. I teoriavsnittet har det hävdats av Stockholms stad (2022) att kvarteret har rätt förutsättningar vad gäller välplanerade växtbäddar samt sammankopplade dagvattenlösningar. Valet av främst sedumtak i kvarteret i kombination med olika faktorer såsom substratdjup har varit väl genomtänkta och det kan följaktligen konstateras att dessa bakomliggande anledningar bidragit till att projektet har lyckats väl med att uppnå målbilden från staden.

## 5.2 Diskussion utifrån Stockholms dagvattenmål

I följande avsnitt har Stockholms fyra mål diskuterats. Varje mål togs upp för sig och diskuterades i samband med olika studier som gjorts på gröna tak, i samband med intervjusammanställningen.

### 5.2.1 Förbättrad vattenkvalité i stadens vatten

Gröna tak kan minska föroreningar utifrån val av vegetation och substrat. Andelen tungmetaller i urban avrinning från hårdgjorda ytor påvisas vara markant högre än från ett grönt tak, dock påverkar detta inte nödvändigtvis avrinningskvalitén (ex. Berndtsson 2010). Däremot har de hävdade att sedumbaserade gröna tak har bäst förmåga att bidra med minskningen av föroreningar i vattnet som avrinner (ibid.). Studier har påvisat att det förekommer en ökad mängd kväve och tungmetaller i det avrinnande vattnet från gröna tak, vilket motsäger andra studier (ex. Moran et al., 2005, citerat i Berndtsson 2010). Diskussionen påvisar därav inte om gröna tak förbättrar vattenkvalitén då det inte kan dras generellt utan beror på utformningen av taket samt skötseln (ibid.). Vattnet i Stora Sjöfallet ska vara rent nog att det inte påverkar omgivande miljöer eller försämrar förutsättningarna innan det lämnar kvartersgränsen (Ackelman 2022). Det kan diskuteras om detta uppnås då vattnet som avrinner från taken även filtreras genom andra dagvattenlösningar, exempelvis växtbäddar, och därav inte avrinner direkt (ibid.). Det kan därav konstateras att gröna tak ensamma inte kan uppnå Stockholms första dagvattenmålet till fullo men att det är möjligt i samverkan med andra sorters dagvattenhantering. Då kvarteret har använt sig av flera vegetationssystem samt olika sorters dagvattenhantering går det därför att argumentera för att kvarteret uppfyller kravet (Stockholms stad 2022).

Skötseln, som berörs av olika förhållanden, av de gröna taken påverkar mängden föroreningar i det avrinnande vattnet samt att koncentrationen kan komma att förändras över tid (Shafique et al. 2018). Det är dock svårt att avgöra hur vidare skötseln av taken lyckas då det är olika aktörer som har ansvar för dessa vilket kan påverka takens funktion och ålder (Ackelman 2022). Andel gödselmedel som ska tillföras taken är avgörande på grund av den ökade risken för övergödning (Monterusso et al. 2004, citerat i Berndtsson, 2010). Eftersom studierna angående takens potential att minska eller öka föroreningsrisken kommit fram till olika resultat går det att diskutera om det beror på en mängd faktorer vilka varierar från tak till tak. I vilken utsträckning övergödning skett i kvarteret utifrån intervjun med går ej att svara utifrån studien då det ej funnits tillräckligt material angående förvaltningen (Ackelman 2022). Det har gjort det svårt att fastställa hur väl kvarteret når upp till detta mål och hur omfattande föroreningsrisken är eftersom



området är relativt nybyggt krävs även uppföljning efter längre tid. Dock har det funnits belägg för att kvarterets avrinnande vatten är så pass kontrollerat att det är en minimal föroreningsrisk i med olika dagvattensystem i samverkan (ibid.). Det som kan konstateras är att framtida studier krävs för ett säkrare resultat angående övergödningsrisken.

### 5.2.2 Robust och klimatanpassad dagvattenhantering

Uppbyggnaden av ett grönt tak påverkar dess dagvattenhanteringsförmåga (Kosareo och Ries 2007, citerat i Shafique et al., 2018). Eftersom olika faktorer påverkar förmågan krävs att taken är välplanerade. Flera av dessa studier är dock gjorda i olika klimat samt i olika delar av världen vilket gör det svårare att generalisera och applicera vissa av dessa studier på andra länder, exempelvis Sverige (ibid.). Följaktligen, kan det diskuteras för att taken i Stora Sjöfallet kan nå upp till dagvattenmålet som hållbart utifrån den forskning som omnämnt då utformningen är välarbetad.

Kvarteret är påkostat med mycket hållbarhetstänk och hög miljöprofilering (Ackelman 2022). Utifrån detta kan det antas att valen av gröna tak är väl genomtänkta. Minskningen av det lokala dagvattenflödet med 40% har hävdats uppfylla stadens mål som dagvattenhantering med god miljöpåverkan (Stockholms stads 2022). Gröna tak gör sig lämpliga för att ge en förbättrad miljöpåverkan jämfört mot andra sorters tak (Shafique et al. 2018). De gröna taken i kvarteret uppfyller kravet på 40% (Stockholms stads 2022) dock är det markant lägre än de som studierna av ex. (Zhang et al. (2015, citerat i Shafique et al., 2018) visat på. Att det skiljt sig kan bero på fler faktorer exempelvis att studierna kan ha utförts i olika klimat samt årstider (ex. Bachawati et al., 2016, citerat i Shafique et al., 2018). Det behöver per se inte innebära att taken inte är effektiva nog för dagvattenhanteringen i kvarteret i dagsläget men det gick ej att konstatera i studien.

Det har arbetats aktivt med hållbarhetsfrågor och miljöprofilering i kvarteret (Ackelman 2022). Kvarteret har, utifrån dagvattenmålet angående att bidra till ett hållbart dagvattensystem, anpassat sina tak utifrån faktorer såsom substratdjup, vegetation och sammankoppling med andra dagvattenstrategier (ibid.). Trots denna planering har kraven på dagvattenhantering ökat efter att planen för kvarteret färdigställts (ibid.). Därför går det att anta att kvarteret uppnår detta mått angående att vara klimatanpassat vid planering men att det varit svårt att fastställa hur väl de når upp till de framtida kraven samt ökad belastning på grund av klimatförändringarna. Det kan därför diskuteras att det generellt finns en del brister med gröna tak vad avser hur väl de är anpassade för framtida påfrestningar i och med förändrade klimatförhållande. Det krävs därav framtida studier för att kunna

dra en tydligare slutsats samt ge förslag för att förbättra dagvattenhanteringsförmågan ytterligare.

### 5.2.3 Resurs och värdeskapande för staden

Fokus i kvarteret ligger på fördröjning av dagvatten på grund av markföroreningsituationen (Ackelman 2013). Vattnet inom kvarteret återanvänds som en del av kretsloppet för att kunna utnyttja detta (ibid.). Det avrinnande från gröna tak kan återanvändas internt och på så vis uppnå en funktionell samt hållbar strategi i urbana miljöer (Shafique et al. 2018). Vilket kvarteret även gör (Ackelman 2022). För att bidra med ännu mer resurser och värdeskapande kan även de gröna taken anläggas intill bland annat solcellspaneler för att bidra med ytterligare fördelar. (Stockholms stad 2022). Vegetation och solceller finns i samverkan på en stor del av taken (Ackelman 2022). Då de gröna taken är sammankopplade med flera andra lokala dagvattenmetoder, exempelvis kopplat till vegetation, kan det agera inspiration för framtida lösningar på lokala problem för resurs och värdeskapande (Stockholm Vatten och Avfall 2015). Ovanstående faktorer påvisar att de gröna taken som dagvattenhantering bidrar till att uppnå Stockholm tredje dagvattenmål. Kvarteret kan därför användas som exempel för framtida planering med gröna tak för att bidra till hållbar dagvattenhantering (Ackelman 2022).

Gröna tak med sociala ytor även kan fungera som dagvattenstrategi för att kunna kombinera estetiska, rekreativa och hållbara värden (Skog et al. 2021). De olika typerna av gröna tak i kvarteret kombinerar dessa värden på ett välfungerande sätt för att uppnå dagvattenmålet (Ackelman 2022). Även om det funnits möjlighet att skapa dagvattenhantering på sociala ytor kan det dock ifrågasättas om kvarterets multifunktionalitet, som social yta i samverkan med dagvattenhantering, uppfyller det tredje målet, i med exempelvis kvarterets terrasstak eller om dessa främst agerar vistelseyta. Det är något som borde tas i åtanke för framtida projekt (ibid.).

Kombinationen av energiproduktionstak, krav på dagvattenhantering och frågor om vistelse på taken har haft stor påverkan på gestaltning av taken (Ackelman 2022). Det finns dock för lite teori för att konstatera hur väl dessa värden uppfylls i kvarteret. Med det sagt behöver ett grönt tak aldrig endast vara för sociala eller ekologiska syften. Genom att sammanfoga tekniker och dagvattenstrategier kan i stället en yta skapas vilken rymmer alla eftersträlvade värden. Därav är detta ett framgångsrikt sätt att använda gröna tak på vilket även kan bidra till att taken når upp till dagvattenmålet.

#### 5.2.4 Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Beroende på användningsområdet av det gröna taket har Skog et al. (2021) hävdad att skötselnivån skiljer sig åt, planering av takets funktion kan påverka slutresultatet avsevärt (ibid.). Det har arbetats aktivt med att se alla ytor som viktiga i projektet och därför testades samt utvecklades metoden och målsättningen med miljöprofilering samt applicering av GYF (Ackelman 2022). De tydliga kraven på kvarteret bidrog därav till en lyckad slutprodukt men GYF blev lägre än planerat (ibid.). Det kan utifrån detta konstateras att mängden GYF kvarteret uppnått har avvikit från detta på grund av bland annat ekonomiska begränsningar.

Utifrån analysen kan det diskuteras för att en hållbar tillverkning är bakomliggande för dagens gröna tak (Shafique et al., 2018). Det som dock kan ifrågasättas är huruvida taken präglade av nyutvecklad teknik faktiskt lever upp till miljö- och hållbarhetsperspektivet (Dover 2015). Livslängden för ett tak kan påverkat valet av vegetationslagret men även av fler faktorer exempelvis regnintensitet, uppbyggnad och platsens läge (Shafique et al. 2018). Då gröna tak generellt har en lång livslängd har hävdad att krävs samordnad planering från början för att strategin därmed ska vara hållbar i längden (ibid.). Förvaltning är en viktig aspekt och bör ske på ett korrekt sätt för att få en mer kostnadseffektiv produkt (ibid.). Kvarteret har delats upp mellan fler olika aktörer vilka ansvar över skötsel, trots liknande funktion av taken vad gäller dagvattenhantering, sociala ytor med mera (Ackelman 2022). Att olika aktörer gjort sina egna dagvattenutredningar gör det mer komplext och försvårar samsynen men kan samtidigt vara bra då planeringen blir mer grundlig (ibid.). Eftersom flera olika aktörer står för förvaltningen i kvarteret kan det dock försvåra koordinering samt ansvarsfördelning (ibid.). Utifrån studien kan ingen slutsats dras om vidare utredningar på de gröna taken kopplat till vegetationslagret. Då området generellt gjort ett bra arbete med GYF kan ändå en viss samordning konstateras.

Det har lagts stor vikt på att uppnå en hög kvalitetsnivå i kvarteret då landskapsarkitekter i kombination med att konsulter kommit in tidigt i planeringen, vilket gett kvaliteter som gjort projektet mer kostnadseffektivt (Ackelman 2022). Följaktligen kan det tyda på en stark viljekraft i att ha en välfungerande samsyn där staden, tillsammans med andra aktörer, samarbetar och utvecklat dessa verktyg för att kunna applicera dem på andra projekt (ibid.). Ansvaret generellt ligger på byggaktörerna samt att det ekonomiska perspektivet styr (ibid.). Utifrån detta går det att diskutera för att projekt möjligtvis kan ha tendenser till att avskalas i genomförandet på grund av den ekonomiska begränsningen (ibid.). Dock anses kvarteret ha uppnått den satta målbilden, något som styrks av flera källor, utifrån uppföljning av projektet.

### 5.3 Diskussion utifrån gröna taks begränsningar

Framtida tekniker inom gröna tak behöver påverkas av både för- och nackdelar gällande dagvattenhantering (Carter och Fowler 2008). Gröna tak är ett hållbart verktyg med stor potential. Dock lägger de vikt på att påpeka att gröna tak ensamma inte kan radera förtätningens effekter (ibid.). Konceptet grön infrastruktur kan kritiseras för att vara just ekologisk modernisering vilket tidigare mening antyder är viktigt att uppmärksamma (ex. Sandberg (2019)). Vad som kunnat konstateras utifrån det är att det krävs noggrann planering av grön infrastruktur för att nå dess fulla potential som verktyg och fokusera på tekniska lösningar snarare än ekonomisk vinst. Det är något som varit svårt att dra en slutsats kring angående kvarteret då de lyckats relativt bra på båda fronter (Stockholms stad 2022). Något som å ena sidan kan konstateras är att målen förmodligen kunde ha uppnåtts till högre grad vid mindre fokus på ekonomisk vinst då detta förmodligen varit en faktor som har bidragit till en lägre GYF. Å andra sidan är det möjligtvis de ekonomiska möjligheterna och höga ambitionerna som även bidragit till ett lyckat projekt (Ackelman 2022).

Vattenkvaliteten från gröna tak försämras över tid på grund av övergödning Shafique et al. (2018). Även andra studier som analyserats exempelvis. Argumentet har styrkt av Razzaghmanesh et al. (2014, citerat i Shafique et al., 2018). Följaktligen kan det finnas risk för föroreningar från gröna tak men då flera faktorer styr i vilken utsträckning är det komplext och beror från tak till tak (Vijayaraghavan och Joshi 2014). Eftersom kvarterets skötsel drivs av olika aktörer är det svårt att fastställa skötseln fungerar i sin helhet (Ackelman 2022). Utifrån analysen kan konstateras att det krävs mer komplex forskning inom övergödning för att kunna agera förebyggande vid planering av gröna tak.

Det finns i dagsläget för lite vetenskapligt material om gröna tak ( ex.Berndtsson 2010 och Shafique et al. 2018). En annan brist som påverkar detta är att flera studier sagt emot varandra, en problematik (Broekhuizen et al. (2021)). Detta påvisades i olika studier där det kritiserades att mycket av den data som samlas från de gröna taken är komplext och svår att generalisera (ibid.). Ytterligare en begränsning var att forskningen brister i studier över tid som påverkas av takens utformning samt av forskare som generaliserat resultat i vissa aspekter och har fokuserat mer på sina egna områden av expertis (Berndtsson 2010). I analysen påpekades även vikten av att studier angående gröna taks effekt på Sverige, vilket innefattar kvarteret, även är bristfällig (Skog et al., 2021). Det går även att konstatera att kritik kan riktas mot de olika testen som utförs i labb i stället för på befintliga gröna tak (Broekhuizen et al., 2021). En annan begränsande faktor och utmaning med gröna tak som går att utläsa från analysen är kostnaden för gröna tak vid anläggning vilket påverkar valet av vegetationssystem (Shafique et al., 2018). För att kunna optimera antalet fördelar

hos framtida anläggning av gröna tak krävs mer forskning inom ovanstående aspekter samt för att utveckla mer kostnadseffektiva tak.

Gröna tak som dagvattenhantering är komplext då det innefattar många aspekter (Carter och Fowler 2008; Berndtsson 2010). Kostnadsfrågan är en begränsning vid anläggning av gröna tak (Shafique et al., 2018). Ser man strategin ur ett ekonomiskt perspektiv är det oftast inte helt optimalt med endast extensiva tak trots flera fördelar vad gäller dagvattenhantering, något som kvarteret har till stor del (Stockholm Stad 2022). Eftersom kostnaden är en stor utmaning tenderar detta ofta att bli en avgörande aspekt vid val av tak i planeringsstadiet (Ackelman 2022). Det krävs vidare forskning på gröna tak då det finns bristande underlag i dagsläget. Detta menade de skulle kunna möjliggöra valet inom typ av gröna tak som ska anläggas utifrån vilken typ av funktion som önskas, det är därför viktigt att fastställa detta i ett tidigt skede (Shafique et al. 2018).

## 5.4 Slutsats

Det kan konstateras utifrån studien att kvarteret når upp till Stockholms fyra mål i viss mån. Vid framtida planering behöver dock vissa aspekter tas i åtanke och utvecklas för att nå upp till ex. belastningen från klimatförändringar. På grund av de höga kraven från staden har kvarterets utformning bidragit till att ta fram ett hållbart verktyg att använda inom framtida projekt. Vidare bidrar det även till att kvarteret når upp till målen, dock i varierande grad. Följaktligen kan detta baseras på de ekonomiska möjligheter som funnits för kvarteret vid planeringen. Ekonomin kan dock ifrågasättas ifall den har utgjort en begränsning för att uppnå en ideal dagvattenhantering enligt målen, då exempelvis GYF blivit lägre än vad som planerats för. I slutändan handlar resultaten till stor grad om de ekonomiska möjligheterna samt höga ambitionerna för att uppnå hållbarhet genom dagvattenhantering. Utifrån diskussionen går det att fastställa att flera studier lägger vikt vid att gröna tak med rätt uppbyggnad kan påverka vattenkvalitén positivt. Ett medvetet vegetationsval kan även bidra till en mer effektiv fördröjning av dagvatten. Genom medvetna val av gröna taks egenskaper, exempelvis vegetation, går det att förlänga ett taks livslängd och på så vis uppnå de kvaliteter som krävs för att bli ett hållbart redskap. Sammantaget bidrar det till att uppfylla Stockholms mål för en hållbar dagvattenhantering.

Utifrån studien går det att konstatera att extensiva gröna tak ex.sedum, gör sig mest lämpliga som hållbara vegetationstyper. Även om detta kan vara en potentiell begränsning kan ändå slutsatsen dras att de medvetna valen som gjorts i kvarteret ändå bidragit till en lyckad gestaltning som uppnår målen till viss mån i dagsläget. Projektet har lyckats väl då det i kvarteret har kombinerats extensiva sedumtak samt

en del intensiva tak med flera olika dagvattenhanteringsmetoder, vilket tyder på att de gröna taken kan uppfylla målen i samverkan med andra strategier. Då kvarteret är ett påkostat projekt kan resultaten från studien vara något svåra att generalisera. Kvarteret utgör testområde för nya tekniker vilket ger framtida lokala lösningar samt uppnår målen. Kvarteret har använt gröna tak för att uppnå och optimera GYF, vilket kan göra det svårt att generalisera och kan tyda på att fler studier behöver utföras för tydligare resultat. Utifrån diskussionen kan det även konstateras att det finns en del begränsningar. Sammantaget handlar dessa framför allt om bristande forskning, risken för föroreningar i avrinningen samt hur det lokala underhållet bedrivs. Dessa aspekter kan ha påverkat resultatet av dagvattenhanteringen samt valen i planeringen för gröna taks utformning.

Avslutningsvis kan det konstateras att kvarteret i dagsläget uppnått en hållbar dagvattenhantering med klimatförändringar inräknade. Eftersom allt högre krav kommer ställas på dagvattenhantering inom planering på längre sikt, skapas en tidsmässig begränsning för kvarteret. Det är svårt att räkna in framtida förändringar men projektet har uppmärksammat problematiken som bör tas hänsyn till. De gröna taken kan anses som en hållbar dagvattenstrategi vid rätt konstruktion, dock är det viktigt att skilja det från att kompensera andra klimatproblem.

## Referenser

- Ackelman, H (2013) *Genomförandebeskrivning, Detaljplan för del av Norra Djurgårdsstaden – Norra 2 (del av Hjorthagen 1:3 & Norra Djurgården 1:14) i stadsdelen Hjorthagen*, Dp 2009–18084. Stockholm: Stadsbyggnadskontoret.
- Alvehus, J (2019) *Skriva uppsats med kvalitativ metod - En handbok*. Stockholm: Liber AB
- Berndtsson, J (2010) *Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review*. Lund universitet: Department of Water Resources Engineering.  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925857410000029?token=5B6CA21C996375C47D0C2131CF06F942ACCF2405A49ECCE72A93D331D4DC4C63382A1496430D75AD0A1AC7DC0B918AE7&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220207093825>
- Boverket (2021) *Kvarteret Stora Sjöfallet*, Stockholm, Sverige  
<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/arkitektur-och-gestaltad-livsmiljo/omvarldsspaning/nordiskt-samarbete/stadsgronska/exempel/stora-sjofallet/> [2022-01-24]
- Broekhuizen, I., Sandoval, S., Gao, H., Mendez, F., Leonhardt, G., Bertrand, J-L., Viklander, M. (2021) *Performance comparison of green roof hydrological models for full-scale field sites*. *Journal of Hydrology X*, Volym 12, 100 093.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589915521000201>
- Carter, T., Fowler, L. (2008) *Establishing Green Roof Infrastructure Through Environmental Policy Instruments*. *Environmental Management* 42, 151–164.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-008-9095-5>
- Dover, J (2015) *Green Infrastructure, Incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environment*. New York: Routledge
- Lantmäteriet (2022) *Hållbar stadsutveckling*.  
<https://www.lantmateriet.se/sv/webb/nationell-geodatastrategi/samhallsutmaningar/hallbar-stadsutveckling/> [2022-01-20]
- Petterson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhög, T., Capener, C.-M. (2021) *Grönatakhandboken*. Stockholm: Sveriges innovationsmyndighet, Vinnova  
<https://www.gronatakhandboken.se/pdf/>
- Sandberg, M (2019). *Grön infrastruktur - ett nytt paradigm*. I: Forsell, G- (Red) *Samhallsplaneringens teori och praktik*. Stockholm: Liber

- Shafique, M., Kim, R., Rafiq, M. (2018) *Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volym 90, 757–773.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211830217X>
- Stockholms Stad (2022) *Multifunktionell grönstruktur*.  
<https://www.norradjurgardsstaden2030.se/innovationer/multifunktionell-gronstruktur/> [2022-01-20]
- Stockholms stad (2021) *Program för hållbar stadsutveckling*. Stockholms stad: Exploateringskontoret  
<https://vaxer.stockholm/globalassets/omraden/stadsutvecklingsomraden/ostermal-m-norra-djurgardsstaden/informationsmaterial/broschyr-och-dokument/norra-djurgardsstaden-program-for-hallbar-stadsutveckling-2021.pdf> [2022-01-20]
- Stockholm Vatten och Avfall (2015) *Dagvattenstrategi, Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*. Stockholm: Stockholms Kommun  
[http://www.stockholm.vattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/dagvatten/stockholms-dagvattenstrategi\\_webb2015-03-09.pdf](http://www.stockholm.vattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/dagvatten/stockholms-dagvattenstrategi_webb2015-03-09.pdf) [2022-01-20]
- Van den Brink, A., Bruns, D., Tobi, H., Bell S. (2017) *Research in Landscape Architecture: Methods and Methodology*. New York: Routledge
- Vijayaraghavan, K., Joshi, U (2014) *Can green roof act as a sink for contaminants? A methodological study to evaluate runoff quality from green roofs, Environmental Pollution. Environmental Pollution*, Volym 194, 121–129.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749114003133>
- Naturvårdsverket (2022) *Grön infrastruktur*.  
<https://www.naturvardsverket.se/gron-infrastruktur> [2022-02-02]



# Muntliga källor

Intervju: Helena Ackelman (2022-02-24)

## Bilaga 1. Frågeformulär för intervju

1.1 Stora Sjöfallet har flera gröna tak, vill du berätta lite om planering och syftet med dessa?

1.2 Vad har kvarteret för olika typer av gröna tak och hur motiverades valet? Vi har läst oss till att planen har bland annat sedumtak, finns det fler typer av tak och vad är motiveringen bakom dessa?

Följdfråga På plankartan från Urbio kan vi utläsa att vissa av dem gröna taken står som bruna tak/sedumtak, vilket har ni fokuserat på och vad är anledningen?

Följdfråga: Vilka värden ska taken uppnå för att få ett lyckat resultat? Anser du att det som motiverat anläggningen av taken också har uppnåtts? Har det blivit som man tänkte och bidragit med det man ville?

Följdfråga: Finns det en kostnadseffektiv anledning till val eller har något annat styrts?

Följdfråga: Vilka syften uppfyller de tak som består av terrasser/trädgårdstak?

1.3 Har dagvattenhanteringen vid hög belastning, såsom skyfall, levt upp till förväntade resultat sedan färdigställandet av kvarteret?

Följdfråga: Tror ni dessa i så fall kommer att räcka som dagvattenhantering i framtiden?

1.4 Används dagvattnet som en del av vattnets kretslopp i området? Finns det några funktionella eller attraktiva inslag kopplat till dagvattenhanteringen?

1.5 Hur har ni tänkt kring avrinningskvalité på vattnet från gröna tak? Har rening av vatten varit i fokus genom de gröna taken?

Följdfråga: Vi har sett att ni diskuterat läckagerisk utifrån Stora Sjöfallet för att undvika markföroreningar genom lokal fördröjning. Hur gör ni detta i samband med gröna tak? Samverkar olika dagvattenhanteringsstrategier för att få en bra dagvattenkvalité?

1.6 Hur har stadsbyggnadsprocessen sett ut utifrån samsyn och samordning? Har alla skeden skett parallellt med en systematisk åtgärdsplanering?

1.7 Har du någon kommentar om förvaltningsfasen vad gäller behov av underhåll, och förväntad livstid? Tror du att något behöver åtgärdas eller bytas ut?

1.8 SWOT-analys: Vilka Styrkor, svagheter, möjligheter och hot kan respondenten se med kvarteret?