



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

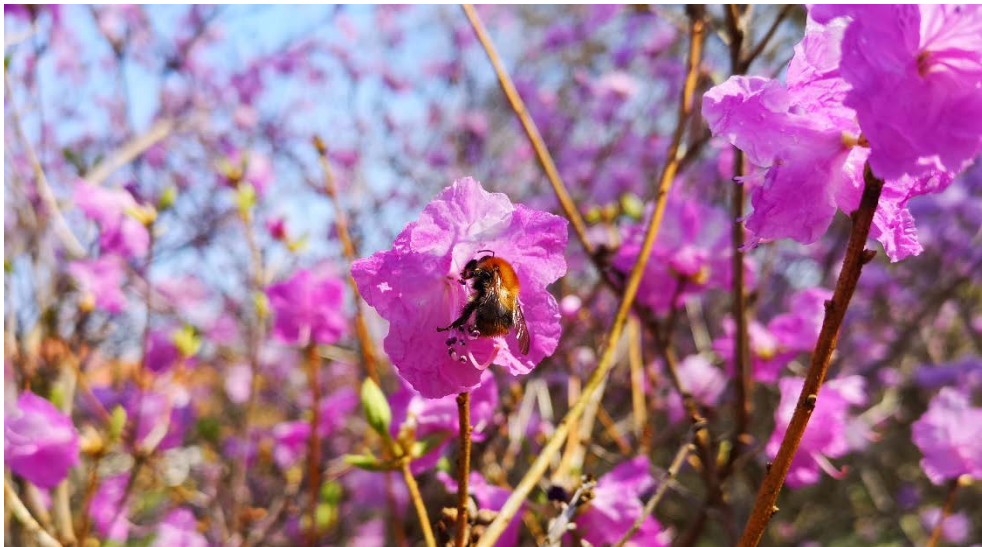
## **Biosolar roofs i Skåne**

– Gröna tak med solpaneler för en ökad biologisk  
mångfald

Biosolar roofs in Scania, Sweden

– Green roofs with solar panels for energy production while  
promoting a higher biodiversity

Joel Forsman Semb



Självständigt arbete • 15 hp  
Landskapsarkitektprogrammet  
Alnarp 2018

## **Biosolar roofs i Skåne - Gröna tak med solpaneler för en ökad biologisk mångfald**

*Biosolar roofs in Scania, Sweden - Green roofs with solar panels for energy production while promoting a higher biodiversity.*

Joel Forsman Semb

**Handledare:** Cecilia Palmér, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning Alnarp

**Examinator:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Alnarp

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

**Kurskod:** EX0649

**Ämne:** Landskapsarkitektur

**Program:** Landskapsarkitektprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2018

**Omslagsbild:** Joel Forsman Semb

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

**Nyckelord:** *Biosolar roofs*, gröna tak, biologisk mångfald, solpaneler, solenergi, pollinatörer, landsbygd, Skåne

**SLU, Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap**  
**Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning**

## Sammandrag

*Biosolar roofs* är en ganska ny term från ett EU-projekt där solpaneler installeras på gröna tak med varierad växtlighet. Under varma dagar när solpanelerna värms upp försvinner en markant del av energiproduktionen från panelerna. Genom att kombinera solpaneler med gröna tak ökar effektiviteten hos solpanelerna som en följd av att växtligheten kyler ned dem. Utöver detta har gröna tak fördelar som dagvattenfördröjning, renande effekt på vatten och luft, fysiskt skydd för underliggande tak och en ökad biologisk mångfald.

Gröna tak är väldigt aktuellt i och med den förtätning som sker både i Sverige och resten av världen. Samtidigt står vi inför stora utmaningar när det kommer till energiförsörjning, och efterfrågan på hållbara energilösningar blir allt högre. Energiproduktionen från en solpanel är en av de mest hållbara teknikerna som finns idag, men den behöver effektiviseras. En ytterligare aspekt är att solpanelerna behöver täcka en yta, samtidigt som det råder platsbrist i städer. Det är emellertid inte bara i städer som det råder brist på ytor. I Skåne finns god jordbruksmark som bör bevaras för att säkra framtida matproduktion. Regionen är även i behov av att bygga fler bostäder på grund av befolkningstillväxt. Förändringar i odlingslandskapet har lett till stora effektiviserade monokulturer där livsmiljöer för växter och djur försvunnit.

Detta arbete handlar om *biosolar roofs* och undersöker om det finns användning för *biosolar roofs* på landsbygden. Gröna tak är intressanta eftersom tomma takytor erbjuder en plats för grönska. Jag kom fram till min frågeställning då jag ville undersöka om det går att använda *biosolar roofs* som en metod för att öka den biologiska mångfalden på skånska landsbygden.

Resultatet av litteraturstudien visar att *Biosolar roofs* har potential att gynna biologisk mångfald på den skånska landsbygden. För att avgöra hur effektiva taken är som metod för detta krävs vidare studier. Tekniken inom solenergi behöver utvecklas vidare för att det ska bli ekonomiskt hållbart för verksamheter att övergå till solenergi. Utvecklingen går dock snabbt och solenergin blir allt mer konkurrenskraftig.

## Abstract

The term *Biosolar roofs* originates from an EU-funded project where photovoltaic (PV) panels are installed on green roofs with a variety of plants. When PV panels gets heated during warm, sunny days, the panels lose efficiency. The main argument for combining PV panels and green roofs is to utilize the cooling effect the plants have on the PV panels, which means a higher energy production. Green roofs have more advantages such as storm water management, purifying water and air, protection of the the roofing and increasing biodiversity.

Green roofs is a current topic, and is often discussed as a way to meet some of the challenges which come from denser cities. Meanwhile there's a great need for more sustainable energy productions. The energy production generated from PV panels is one of the most sustainable technologies today, however, the technology needs to become more efficient than today's panels. Another issue with PV panels is that they cover a horizontal surface, while there's a lack of space in denser cities. The lack of space is not only an issue for cities. The region of Scania in southern Sweden is home to some of the best farming land in the country. To secure future food production it's essential to preserve the farm land. The region is also facing a population growth and increased demand for housing. Changes in the agricultural landscape has led to large scale monocultures where habitats for plants and animals recedes.

This study is about biosolar roofs, and investigates potential uses for biosolar roofs in rural areas. Green roofs are interesting because empty roof surfaces offers a place for green infrastructure. I came up with my research question as I wanted to investigate whether biosolar roofs could be used to increase the biodiversity on the country-side of Scania.

The results from the literature study show there's potential for *Biosolar roofs* to be used for increasing biodiversity on the country-side in Scania. However, further studies are required to determine how efficient the roofs are for this purpose. The technology for solar energy needs to develop further to be financially sustainable for businesses to start using solar energy. However, there are great developments within the sector and solar energy is becoming more and more competitive.

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	5
1.1. BAKGRUND .....	5
1.2. MÅL OCH SYFTE.....	6
1.2.1. Forskningsfråga.....	6
1.2.2. Delfrågor .....	6
1.3. AVGRÄNSNINGAR.....	6
2. Metod och material .....	7
3. Resultat.....	8
3.1. GRÖNA TAK .....	8
3.1.1. Teknik.....	8
3.1.2. Klimatpåverkan.....	8
3.1.3. Fördröjning av dagvatten .....	8
3.1.4. Renar vatten och luft.....	9
3.2. BIOLOGISK MÅNGFALD.....	9
3.2.1. Biologisk mångfald på tak .....	10
3.3. SOLENERGI.....	11
3.4. BIOSOLAR ROOFS.....	12
3.4.1. Klimat .....	13
3.4.2. Växtval.....	13
4. Diskussion .....	17
4.1. FRAMTIDA STUDIER .....	18
5. Slutsatser .....	20
Källförteckning .....	21
Bilagor.....	
BILAGA 1. INTERVJUGUIDE VID INTERVJU MED STASSEN, A. ....	

# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

Gröna tak har blivit ett hett ämne i samband med att förtätning av städer har blivit allt mer aktuellt. Med tätare städer följer naturligt en högre konkurrens om ytor. Tak används därför som ytor för grönska i täta städer (Pettersson *et al.*, 2017).

*Biosolar roofs* är gröna tak med solpaneler som utformas med en mångfald av växtarter samt skapar en miljö för pollinatörer. Termen *biodiverse solar roofs*, förkortat *biosolar roofs* kommer från ett EU-projekt som arbetar för att främja flerfunktionella tak (Asp, 2014). Solpaneler behöver täcka en horisontell yta, och tak blir en naturlig plats, dels för att taken inte används till mycket annat, men även för att de sällan skuggas. Utöver de individuella egenskaperna som gröna tak respektive solpaneler har, drar solpanelerna nytta av en kylande effekt från grönskan. När solpaneler blir varma tappar de nämligen effekt och detta motverkas med grönskan (Köhler *et al.*, 2012).

Skåne har de senaste åren haft en kraftig befolkningstillväxt (Statistiska centralbyrån, 2016, 2017, 2018). Detta leder till en allt högre efterfrågan på bostäder. En sammanräkning av påbörjade och färdigbyggda hushåll under 2016 och 2017 från Statistiska centralbyrån (u.å.) resulterar i 29 319 nya hushåll i länet. Samtidigt visar en rapport från Länsstyrelsen Skåne (2016) att det finns ett underskott av bostäder i nästan alla skånska kommuner. Detta indikerar att ännu fler bostäder kan behöva byggas de kommande åren. Därmed väcks frågor som var bostäderna ska byggas. Enligt en rapport från 2001 har jordbruksmark till stor del tagits i anspråk vid urban expansion (Länsstyrelsen Skåne, 2001).

Det finns en konflikt i Skåne mellan urban tillväxt och odlingsmark. I länet finns den bästa jordbruksmarken i Sverige, och de här markerna utgör en ganska liten del av landets yta (Larsson & Germundsson, 2012; Länsstyrelsen Skåne, u.å.). Den bästa marken finns främst i södra och västra Skåne (a.a.), det är även här de största städerna i länet finns (Statistiska centralbyrån, 2018). Samtidigt skriver Jordbruksverket (2018) att vi importerar dubbelt så mycket livsmedel som vi exporterar, och en stor del av de importerade produkterna är sådana som även produceras i Sverige. Att bygga på högkvalitativ jordbruksmark bör således undvikas (Larsson & Germundsson, 2012).

Utsläpp av växthusgaser är en orsak till den globala uppvärmning som har skett de senaste hundra åren (NASA, 2017). Samtidigt skriver International Energy Agency (u.å.) att den globala energiproduktionen främst kommer från källor som inte är förnyelsebara. För att värna om jordens klimat och säkerställa framtidens energiproduktion bör vi sträva mot att övergå till förnyelsebara energikällor.

Det finns 16 miljömål som riksdagen har beslutat (Naturvårdsverket, 2016), ett av dessa mål handlar om biologisk mångfald och lyder:

*”Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.”*  
(Naturvårdsverket, 2016).

Detta innebär att det på statlig nivå har beslutats att Sverige måste arbeta för att bevara biologisk mångfald samt förvalta den för framtiden. Här görs även en koppling mellan biologisk mångfald och människors välmående.

Sverige har förbundit sig till EU:s art- och habitatdirektiv som fastställer att senast år 2050 ska alla arter och biotoper ha en gynnsam bevarandestatus (Länsstyrelsen Skåne, 2014). Länsstyrelsen har därför presenterat en vision för 2050 med ett artrikare Skåne där det finns en variation av miljöer som erbjuder olika funktioner. Det ska även vara möjligt för olika arter att sprida sig över hela regionen (a.a.). Länsstyrelsen har fyra strategier för att förverkliga visionen. Strategierna handlar till stor del om att utveckla så kallade värdestrakter. En värdestrakt är ett område med hög biologisk mångfald där det ofta går att finna hotade arter. Ett av de fyra målen är att binda samman värdestrakterna. För att göra detta används öar och korridorer av grönstruktur för spridning av arter (a.a.).

Gröna tak diskuteras ofta i urbana sammanhang, men jag ville undersöka om *biosolar roofs* kan implementeras utanför städer i Skåne. Den högkvalitativa jordbruksmarken måste värnas om, samtidigt behövs insatser för att återställa den biologiska mångfalden i Skåne. På landsbygden finns stora byggnader från industrier och jordbruksverksamhet som skulle kunna användas för gröna tak. *Biosolar roofs* skulle kunna vara en metod för att gynna biologisk mångfald samt producera förnyelsebar energi - utan att inkräkta på högkvalitativ jordbruksmark.

## 1.2. Mål och syfte

Målet med arbetet är att undersöka om det går att gynna biologisk mångfald på landsbygden i Skåne genom att använda *biosolar roofs*. Vidare undersöks hur effektiva dagens solpaneler är samt marknadens framtidsutsikter för att få en inblick i var utvecklingen är på väg. Målet är även att presentera växtmaterial som är lämpligt i det klimat som uppstår på ett extensivt tak med solpaneler i Skåne. Uppsatsen ska belysa potential och utmaningar för att kunna ge en grund för den som vidare vill fördjupa sig på *biosolar roofs* och göra djupare undersökningar kring biologisk mångfald och *biosolar roofs*. Uppsatsens frågeställningar är följande:

### 1.2.1. Forskningsfråga

- Kan *biosolar roofs* användas för att öka den biologiska mångfalden på den skånska landsbygden?

### 1.2.2. Delfrågor

- Hur kan produktutveckling påverka tillgång och utformning av *biosolar roofs*?
- Vilka växtarter är lämpliga på *biosolar roofs* i Skåne?

## 1.3. Avgränsningar

Gröna tak berör många aspekter, men uppsatsen fokuserar på biologisk mångfald på gröna tak. Andra användningar av gröna tak har inte undersökts djupare, men berörs i mindre grad för att ge en idé om det kan finnas andra användningsområden än ökad biologisk mångfald för gröna tak på landsbygden.

Inom solenergi undersöks hur konkurrenskraftig tekniken är idag, samt faktorer som är relevanta för kombinationen av solenergi och gröna tak. Uppsatsen diskuterar nya och framtida tendenser, men avser inte ge någon fördjupad förklaring av tekniken.

Arbetet är begränsat till växter för extensiva tak då extensiva tak är billigare och väger mindre, vilket gör extensiva tak bättre lämpade för storskalig användning.

## 2. Metod och material

Som källmaterial används i huvudsak litteratur. Källmaterialet samlades in genom att söka på bibliotek samt sökning online. Databaser som använts för att söka litteratur är: Web of science, Green roof and wall projects database, SLU-bibliotekets webbsida och Google Scholar. Rapporter och dylikt hämtas från Länsstyrelser, Naturvårdsverket, Riksdagen och Malmö stad. Sökmotorn Google har använts för sökning av övrigt online-material. Några böcker har även använts. Nyare och aktuell litteratur har eftersträvats och använts i huvudsak, äldre litteratur har använts i mindre utsträckning när ingen nyare tillförlitlig litteratur hittats.

Intervju har använts som en metod för att få en inblick i marknaden för solenergi. Den intervjuade är en representant från företaget Sol Voltaics i Lund som arbetar med att utveckla ny teknik för solceller. De flesta frågor handlar om hur teknik och priser har utvecklats fram till idag samt den intervjuades tankar om framtida tendenser. Några frågor berör även tekniken hos Sol Voltaics produkter.

För att skapa växtlistan har en amerikansk växtlista från Snodgrass & Snodgrass (2006) använts som grund för att identifiera arter rekommenderade för tak, hitta rekommenderat djup på medium, samt hur sol- och skuggtåliga arterna är. Därefter har Artdatabankens artfakta (Sveriges Lantbruksuniversitet, u.å.) använts för att undersöka vilka arter som förekommer i vilda bestånd i Sverige, övriga arter har exkluderats. Vissa arter från Snodgrass & Snodgrass (2006) har bytts ut mot närbesläktade arter, som har liknande ståndortskrav och egenskaper, men är bättre lämpade för svenskt klimat. Slutligen har ytterligare information om arterna, som blomning och ståndort, hämtats från Anderberg & Anderberg (2017). För att exkludera invasiva arter har varje art undersökts via sökning på European Network on Invasive Alien Species (u.å.).

## 3. Resultat

### 3.1. Gröna tak

Gröna tak är inte ett modernt påhitt, det har använts av många civilisationer, inklusive i Skandinavien där gräsmattor har planterats på trätak (Snodgrass & Snodgrass, 2006). Snodgrass & Snodgrass (2006) skriver om hur gröna tak växte fram i en större utsträckning i Tyskland och Österrike under efterkrigstiden. I Tyskland finns det numera ekonomiska bidrag att få för den som anlägger gröna tak. Detta har lett till att Tyskland idag är ledande inom gröna tak och 2001 var 14 % av landets platta tak vegeterade (a.a.).

Vegeterade tak kan utformas för att användas som rekreationsytor av människor, men det finns många andra användningsområden som visar på hur gröna tak kan användas som ett verktyg för att hantera svåra utmaningar som moderna städer står inför. Snodgrass & Snodgrass (2006) nämner gröna taks förmåga att fördröja dagvatten som en av de främsta egenskaperna.

#### 3.1.1. Teknik

Gröna tak består av flera lager med olika funktioner. Lagren ligger på bjälklag och är i ordning från botten: vattentätande lager, rotspärr, dräneringslager, växtbädd (kallas även medium eller substrat) samt vegetation (Peck, 2008; Pettersson *et al.*, 2017). Däremellan kan fler lager ibland förekomma med funktioner som bevattning (Pettersson *et al.*, 2017).

Gröna tak brukar traditionellt delas upp i två kategorier: intensiva tak som består av tjockare lagerdjup, samt extensiva tak som är tunnare och innehåller i regel mer lättviktsmaterial (Snodgrass & Snodgrass, 2006). Intensiva tak erbjuder möjligheter till att odla större växter som kräver ett högre rotdjup (*ibid.*). Extensiva tak är däremot vanligare än intensiva, detta beror delvis på att extensiva tak är billigare att anlägga, men den låga vikten från extensiva tak gör det även möjligt att anlägga på många byggnader som är begränsade av viktpåfrestningar (Getter & Rowe, 2006). Det finns även en typ av intensiva tak som kallas *simple-intensive*. Denna typ påminner om intensiva tak, men medium är begränsade till maximalt 100 cm istället för 200 cm. *Simple-intensive* har ofta ett enklare utförande än vanliga intensiva, med lägre kostnader och mindre viktpåfrestningar på bjälklaget, men är dyrare och tyngre än extensiva tak (Catalano *et al.*, 2018).

#### 3.1.2. Klimatpåverkan

Enligt NASA (2017) har jordens genomsnittliga medeltemperatur stigit med 1,1 °C sedan slutet av 1800-talet. Under de senaste 35 åren har den globala temperaturökningen kraftigt tilltagit och den huvudsakliga orsaken till detta anses vara ökade utsläpp av växthusgaser (*ibid.*).

Rosenzweig *et al.* (2005) sammanställde data från temperaturmätningar på olika platser i Newark över 50 år. Resultatet visade på en genomsnittlig temperaturskillnad på 1,6 °C mellan centrala Newark, USA och mätpunkter i förorter och rurala områden i Newarks närhet. I samma studie jämfördes även yttemperaturer i Camden, USA och resultaten vid samma tidpunkt under en sommarmorgon visade på en temperaturskillnad av cirka 20 °C mellan traditionella urbana ytor och ytor som var täckt av vegetation (*ibid.*).

Solecki *et al.* (2005) visar på ett samband mellan lägre energiförbrukning och områden där mer träd har planterats. Detta anses vara ett resultat av den kylande effekten planterade träd har genom evapotranspiration. Författarna lyfter därför fram vegetation som en kostnadseffektiv metod för att kyla urbana områden (*ibid.*).

Trenden av temperaturstigning innebär nya utmaningar, speciellt i städer som består av mycket mörka, hårdgjorda ytor som absorberar värme och skapar urbana värmeöar. Grönska kan motverka detta och samtidigt minska energiförbrukningen (Solecki *et al.*, 2005).

#### 3.1.3. Fördröjning av dagvatten

Metoder för att hantera dagvatten blir allt viktigare i våra städer, som i hög grad består av hårdgjorda ytor, vilka sällan har förmågan att infiltrera dagvatten (Lindher, 2015). Istället leds vattnet ut i dagvattenbrunnar och dagvattensystem med begränsad kapacitet. Följderna



av bristfällig planering för dagvattenhanteringen i Skåne blev tydlig 2014 då Malmö översvämmades i samband med ett kraftigt skyfall. Översvämningen kostade Malmö stad ca 100 miljoner kronor i skador, och försäkringsbolag fick in skadeanmälningar för ca 250 miljoner kronor (a.a.).

Genom simuleringar för svenska tak visade gröna tak minska avrinningen med 10 % till 60 % beroende på årstid och mängd nederbörd (Levaillius 2005; Rydlinge & Widetun 2014)

### **3.1.4. Renar vatten och luft**

Växtlighet har förmåga att absorbera föroreningar i vatten, och med rätt växtmaterial kan det användas som en strategi för att rena vatten från tungmetaller (Dushenkov *et al.*, 1995). Gregoire & Clausen (2011) studerade effekter på vattenkvaliteten av regnvatten på ett extensivt tak och fann en tydlig effekt i form av minskade föroreningar, men högre värden av fosfor och koppar, som författarna menar troligtvis kom från gödningsmedel på taket (ibid.). Emilsson *et al.* (2007) visar på att användning av konventionella gödningsmedel på gröna tak kan reducera kvaliteten av regnvatten. Författarna fann även att i äldre vegetation läcker det ut mindre näringsämnen jämfört med nyetablerad vegetation (ibid.).

En studie fann stora skillnader i resulterande vattenkvalitet från gröna tak beroende på hur växtjorden var uppbyggd. Studien visar på att gröna tak även kan neutralisera pH-värdet i regnvatten (Zhang *et al.*, 2015). Czemieli Berndtsson (2010) menar emellertid att det behövs fler omfattande studier för att kunna säkerställa hur effektiva gröna tak är på att rena vatten.

En studie från Chicago visade på god förmåga hos gröna tak att rena luften från föroreningar genom absorbering av partiklar i växtligheten (Yang *et al.*, 2008). Författarna skriver att gröna tak är en effektiv metod för luftrening i tätastäder, men menar att det även behövs andra åtgärder på grund av de höga priserna för gröna tak (a.a.).

## **3.2. Biologisk mångfald**

Biologisk mångfald innebär kortfattat att det finns många olika arter med genetisk variation och en variation mellan olika naturtyper (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2017). Varje art och miljö kan liknas vid en pusselbit och tillsammans bildar de ett fullständigt ekosystem som erbjuder olika tjänster. För att sammanfatta hur viktig biologisk mångfald är skriver Emanuelsson *et al.* (2008) att allt liv på jorden är beroende av andra arter för att kunna överleva, inklusive människan.

Jord- och skogsbruk har genomgått stora förändringar i Sverige. Det som förr var småskaliga bruk erbjuder olika livsmiljöer. Denna variation av livsmiljöer skapade en diversitet av arter som anpassade sig till de olika miljöerna som fanns (Jacobson, 2017). Sedan 1800-talet har jord- och skogsbruken gått mot storskalighet med effektiviserade brukningsmetoder. Resultatet av detta är enformiga landskap med en högst kontrollerad livsmiljö för växter och djur. En följd av detta är att många arter från odlingslandskapen har förlorat sina habitat och deras existens är numera hotad. Det finns insatser från EU för att motverka att livsmiljöer i odlingslandskap försvinner, även Sverige har egna insatser. Trots insatserna kvarstår emellertid problematiken (a.a.).

I det traditionella jordbrukslandskapet fanns en stark koppling mellan äng och åker (Därnhardt *et al.*, 2013). Innan konstgödsel uppfanns var jordbrukaren beroende av djur för att gödsla åkern. Detta innebar att man ofta hade både ängsmark för att utfodra djur, samt åker för att odla grödor. När konstgödsel blev tillgängligt för det svenska jordbruket ledde det till specialiserade jordbruk och de lokala betesängarna försvann i stor utsträckning. Skåne står idag för en tredjedel av landets totala konsumtion av konstgödsel (a.a.).

Därnhardt *et al.* (2013) skriver att höstsådd har ökat den senaste tiden. Genom att så över hösten kan man motverka den övergödning som konstgödsel medför eftersom växterna minskar läckage av näring. Höstsådda åkrar besprutas emellertid ofta med bekämpningsmedel vilket minskar den biologiska mångfalden hos både insekter och växter på åkern (a.a.).

Naturvård leder kanske tankarna till arbete kring bevaring av naturområden som inte har påverkats mycket av människan, som urskogar. De områden som emellertid kan behöva mest vård är de som har skapats av människan. Så här skriver Bäckstedt (2016) om ämnet:

”En biotop behöver inte vara naturligt skapad utan människan skapar också biotoper. Biologisk mångfald och kulturhistoria går ibland hand i hand och skapar tillsammans en uppsjö av olika biotoper. Att sköta en stadspark eller en skog ute på landsbygden bör därför ske enligt de förutsättningarna de befintliga biotoperna och naturtyperna har”

(Bäckstedt, 2016, ss. 53-54)

Håkansson (2016) tar upp vikten av växtmaterial som blommar under olika perioder för att gynna pollinatörer. Perenner med tidig blomning är att föredra framför åreuller. Vidare behöver pollinatörerna växter som blommar under sensommaren för att överleva vintern. Enligt Håkansson (2016) finns det blommande grödor i jordbruk, men de blommar under samma tid och lämnar därför pollinatörerna utan föda resten av säsongen (a.a.). Samtidigt är jordbruket till stor del beroende av pollinatörer då endast 28 av de 87 mest odlade grödorna i världen är helt oberoende av pollination från djur (Klein *et al.*, 2007). Vidare menar Klein att 35 % av världens matproduktion är beroende av pollinatörer.

Burghardt *et al.* (2009) fann att vid användning av inhemska växtarter i förorter i USA, ökar antalet individer och arter av insekter samt fåglar. Undersökningen visar på hur arter påverkas av varandra, då fler insekter bidrog till att fler fåglar uppehöll sig på platserna (a.a.).

### 3.2.1. Biologisk mångfald på tak

Green Roof Organisation (2014) skriver om en ny kategori av gröna tak som har börjat dyka upp på marknaden, *biodiverse roofs*. Syftet med dessa tak är i huvudsak att gynna biologisk mångfald och de används för att återskapa habitat som har förlorats genom bebyggelse. Inslag av bland annat stenar, sand och ved kan med fördel användas för att skapa små unika habitat för flora och fauna (ibid.). Substratdjupet bör varieras för att skapa olika små habitat till förmån för fler arter (Green Roof Organisation, 2014; Catalano *et al.*, 2018).

Snodgrass & Snodgrass (2006) uppmärksammar hur gröna tak har utformats för att gynna faunan i England genom så kallade *eco roofs*. Dessa tak är utformade för att erbjuda ett habitat åt en specifik fågelart: Svart rödstjärt, *Phoenicurus ochruros*.

Enligt Käck (2016) är tjockare jordlager på tak positivt för vilda djur som insekter och fåglar. Käck har samtidigt identifierat en problematik med intensiva tak: Oftast är tak av denna typ designade för mänsklig aktivitet, vilket kan innebära konflikter, framför allt då den mänskliga aktiviteten kan störa häckande fåglar och annan fauna (a.a.). Catalano *et al.* (2018) anser att *simple-intensive* och extensiva tak är bättre lämpade för att skapa tak med ekologiska värden, bland annat för att de – i motsats till intensiva tak – i regel anläggs utan att prioritera estetiska värden (ibid.).

En grupp insekter som är speciellt viktiga för såväl den vilda floran som för odlade växter är pollinatörer, vars existens har blivit allt mer hotad (Kluser & Peduzzi, 2007). Insekter kan användas som bioindikatorer för att undersöka ekologiska värden, biodiversitet och miljövärden (McGeoch, 1998). Hoppstjärtar (*Colembola*) är ett litet leddjur som lever i marken, vilka används vid undersökningar som bioindikator (Cortet *et al.*, 1999). I två studier utförda på både extensiva och intensiva tak hittades individer och arter av hoppstjärtar i motsvarande antal som hittas i marknivå (Joimel *et al.*, 2018; Schrader & Böning, 2006). En liknande studie gav emellertid resultat med betydligt färre arter (Rumble & Gange, 2013). Positiva resultat från bioindikatorer visar på goda förutsättningar för insekter att trivas på gröna tak. Samtidigt föreslår resultatet från Rumble & Gange (2013) att det kan finnas avvikelser. McGeoch (1998) påstår emellertid att användandet av insekter som bioindikatorer är vida omstritt och behöver genomgå djupare forskning för att ge tillförlitliga resultat.

Haaland (2018) visar att insekter förekommer på både biotoptak och *Sedum*-tak i Malmö. Resultaten från hennes studie pekar på att sedumväxter av släktet *Phedimus* var de mest attraktiva arterna för de två vanligaste arterna av humlor samt för bin på båda typerna av tak, men biotoptaken besöktes i större utsträckning av övriga insektsarter (a.a.).

Två andra studier kunde även bevisa förekomst av bin på gröna tak, men i båda studierna var det färre individer än i grönstruktur på marken (Tonietto *et al.*, 2011; Ksiazek *et al.*, 2012). Resultaten från dessa studier pekar på att gröna tak kan användas för att skapa

habitat för pollinatörer och andra insekter. Tonietto et al. (2011) visade dock på en lägre artdiversitet av insekter än på marken. Även Haaland (2018) rapporterade en relativt låg artdiversitet, men menar samtidigt att det är en ganska låg artdiversitet i den urbana miljö som undersökningarna ägde rum. Asp (2014) nämner två möjliga orsaker till ett lägre antal pollinatörer på gröna tak: dels att taken ibland har ett sämre utbud på föda, men även att humlorna kanske inte hittar till de högt belägna taken. Författaren menar vidare att gröna tak kan fungera som spridningskorridorer om det anläggs flera gröna tak i en sammanhängande struktur (Asp, 2014).

Nash *et al.* (2016) skriver om ett *biosolar roof* i London som utformats för att bidra till en ökad biologiska mångfald. Undersökningen visade att en högre grad av variation i växtligheten uppstod i närhet till solpanelerna.

### 3.3. Solenergi

Energi från solen kan fångas in i solceller som omvandlar den till elektrisk energi (Sidén, 2015). Produktionen från solenergi är idag låg i Sverige, men har potential att bli mycket större om tekniken utvecklas. Solenergi har länge varit dyrt att använda, mycket på grund av den låga energiproduktion det ger, men detta håller på att skifta då priserna snart är ikapp andra produktionstyper. En utmaning för tillämpning av solpaneler i Sverige är att landet inte får lika mycket sol som i andra delar av världen. Sidén (2015) skriver att i Palermo, Italien kan en solcell generera 50 % mer energi än samma solcell i Halmstad som en följd av detta. Trots detta har allt fler solpaneler installerats de senaste 10 åren i Sverige (a.a.).

Douhan (2007) utförde intervjuer med flera lantbrukare och återförsäljare av solpaneler i Sverige. Studien undersökte om solenergi kan vara ekonomiskt lönsamt för lantbruk. Samtliga intervjuade svarade att det inte är ekonomiskt lönsamt att investera i solenergi för lantbrukare, men det fanns en möjlig vinst i uppvärmning från solfångare. Studien är emellertid från 2007, och tekniken för solceller genomgår förändringar för att effektiviseras och bli billigare. Stassen<sup>1</sup> säger att priserna har sjunkit avsevärt sedan 2007. Enligt Stassen<sup>1</sup> ligger priset på solpaneler idag mellan 2.6 SEK till 5.2 SEK per watt (W), beroende på vilken kvalitet som efterfrågas. Han uppskattar att priserna var cirka 53 SEK per W 2007. Billigare material, produktion och lägre vinstmarginal nämns som orsaker till priset.

När det talas om kostnader för privatpersoner eller företag att köpa in solpaneler tar Stassen<sup>1</sup> upp termen *break even*. När *break even* uppnått innebär det att kostnader för inköp och installation av solpaneler motsvarar vad det kostar att betala för samma summa elektricitet över panelernas livsspann. Sverige har inte uppnått denna jämvikt, till skillnad från länder belägna längre söderut. Stassen<sup>1</sup> säger att detta har uppnått i Tyskland om subventioner räknas in. I Portugal har det uppnått helt utan subventioner. Stassen<sup>1</sup> menar att som följd av lägre priser och mer effektiva produkter går det att nå *break even* i mer nordligare länder.

Eftersom solenergi inte genererar en jämn energiproduktion över dygn och år, uppstår utmaningen att förvara överskottsenergi för användning under perioder med lägre produktionen (Lewis, 2007). Detta blir extra viktigt i Sverige, då Stassen<sup>1</sup> säger att en stor utmaning med solenergi i landet är att produktionen är avsevärt lägre under vinterhalvåret, då det behövs mycket energi för uppvärmning. Lewis (2007) menar att det krävs mer forskning för att lösa dessa problem. Så här skriver han om att fånga, överföra och förvara solenergi:

<sup>1</sup> Arno Stassen, Sol Voltaics, ansvarig för Product marketing. Intervju: 2018-05-09

*“Each of these functions has its own challenges, and integration of them into a fully functioning, synergistic, globally scalable system will require further advances in both basic science and engineering. Such advances, together with advances in existing technologies, will be required if the full potential of solar energy is to be realized”*  
(Lewis, 2007 s. 801)

Industrin kring solceller har växt mycket under 2000-talet och tros fortsätta växa i samband med att nya tekniker och billigare material utvecklas (Ranjan *et al.*, 2011). Lewis & Crabtree (2005) menar att industrin kring solceller växer med över 30 % årligen. Nya tekniker har utvecklats för att skapa både böjbara solceller och solceller som släpper igenom allt ljus som är synligt för det mänskliga ögat. Detta öppnar upp möjligheter för att skapa transparenta glasrutor, mobiltelefonskärmar med mera, som samtidigt är fungerande solceller (Chen *et al.* 2012; Lunt & Bulovic, 2011). Stassen<sup>1</sup> säger att de transparenta produkter som finns idag har en låg effektivitet, men han tror att framtidens solpaneler kommer vara inbyggda i byggnadskonstruktioner som väggar, tak och glasrutor.

En annan ny teknik som håller på att utvecklas är nanotrådssolceller, som har visat potential för lägre kostnader samt högre elproduktion, Sol Voltaics är ett företag i Lund som utvecklar denna teknik (Tjärnlund, 2012; Wallentin *et al.*, 2013). Ett problem med solenergi är att med konventionella tekniker kan endast 10-20 % av energin från solstrålarna omvandlas till elektrisk energi (Sidén, 2015), men med nanotrådssolceller skriver Tjärnlund (2012) att det är möjligt att omvandla hela 50 % av solstrålarnas energi till elektrisk energi. Vidare säger Stassen<sup>1</sup> att solceller från Sol Voltaics inte drabbas lika hårt -som konventionella solceller- av effektförlust när de utsätts för höga temperaturer.

För att få ut så mycket som möjligt av solpaneler bör de monteras i en specifik vinkel beroende på var i världen panelerna placeras. Jacobson & Jadhav har tagit fram optimala vinklar för många stora städer i världen. För att få en bild av hur mycket det skiljer sig så bör solpaneler i Stockholm monteras med en 5 % högre vinkel än paneler i Köpenhamn (a.a.).

### **3.4. Biosolar roofs**

Termen *biosolar roofs* kommer från ett EU projekt som startades för att främja multifunktionella tak, projektet är ett europeiskt samarbete mellan en rad olika aktörer (Asp, 2014). Det finns inte många gröna tak med solpaneler i Sverige (Malmberg 2014, se Asp 2014), men Scandinavian Green Roof Institute (SGRI) i Malmö har varit delaktiga i EU-projektet (Asp, 2014). Som en del av detta anordnade SGRI en kurs i Malmö avsedd att ge en introduktion till *biosolar roof* (Biosolarroof, u.å.).

Hui & Chan (2011) påstår att i de flesta fall där extensiva tak kombineras med solpaneler överstiger den ekonomiska vinsten av ökad energiproduktionen kostnaderna från anläggandet av det gröna taket (exklusive solpaneler). Hui & Chan (2011) skriver vidare att placeringen av solpaneler i relation till vegetationen är av betydelse för hur effektiv kyleffekt det gröna taket ger. Grönskan ska komma så nära panelerna som möjligt för att maximera effekten av evapotranspirationen. Hui & Chan (2011) menar vidare att det är viktigt att den grönade ytan är tillräckligt stor för att panelerna ska kylas väl.

Solpaneler skapar en ökad viktpåfrestning för taken, bland de paneler som har hittats vid sökning är vikten från solpanelerna 10 till 35 kg/m<sup>2</sup> (PowersmartSolar, u.å.; Remor Solar, u.å.; CivicSolar, 2015).

<sup>1</sup> Arno Stassen, ansvarig för product marketing på Sol Voltaics. Intervju: 2018-05-09

### 3.4.1. Klimat

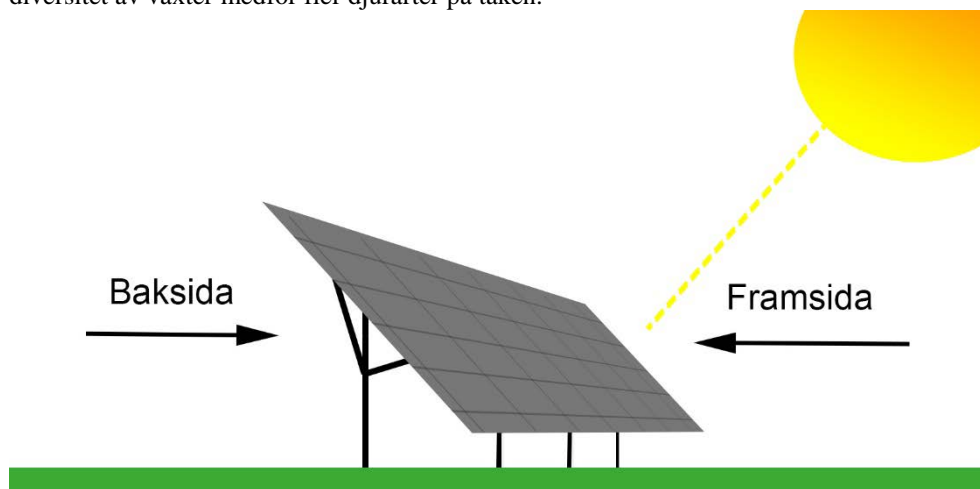
Att anlägga växtlighet på ett tak innebär speciella utmaningar som i stor utsträckning skiljer sig från ett projekt på marken. Så här skriver (Snodgrass & Snodgrass, 2006) om att arbeta med gröna tak:

*”First, the paradigm must shift away from thinking of green roofs as ‘regular’ gardens, only elevated. They are not like regular gardens: unlike natural landscapes, green roofs have no equivalent in nature. They are engineered, fabricated systems and thus present unknowns for most landscape designers, architects, and installers. Failing to acknowledge this and adapt to the special constraints posed by green roofs, including its plant requirements, will only ensure an unsuccessful project.”*

(Snodgrass & Snodgrass 2006, s. 28)

Vad Snodgrass & Snodgrass (2006) menar här är att gröna tak ställer mycket högre krav på planeraren, vilken behöver lösa aspekter såsom ökade påfrestningar på byggnaden från vikten av växtmaterial, och bibehållet vatten i växt och jord. Även klimatet på ett tak skiljer sig avsevärt från klimatet i marknivå. Växter som klarar en viss växtzon klarar inte nödvändigtvis att utsättas för torka, vind och sol i den utsträckning som växter utsätts för på ett tak, trots att det är i samma växtzon. Vidare menar Snodgrass & Snodgrass (2006) att det krävs bevattningssystem och minst 20 cm organiskt medium för att kunna erbjuda en jämförbar artdiversitet på tak i Nordamerika som finns i markträdgårdar. Snodgrass & Snodgrass (2006) påpekar även att ett tunt lager växtjord och ofta en avsaknad av bevattningssystem måste tas i åtanke vid växtval på extensiva tak (ibid.).

Skuggning från solpanelerna kan skapa bättre förutsättningar för en ökad biologisk mångfald på tak, eftersom skuggan erbjuder skydd mot sol och torka (Hui & Chan, 2011). Vidare skapar solpanelerna fuktig jord på främre sidan av panelerna där regnvatten rinner av, samtidigt som den bakre, övre sidan av panelerna skapar en torrare miljö (Livingroofs Enterprises Ltd, 2016). På så vis skapas en varierad miljö som gynnar fler växtarter jämfört med konventionella gröna tak. Livingroofs Enterprises Ltd (2016) menar att en större diversitet av växter medför fler djurarter på taken.



Figur 1. Bilden visar fram- och baksida av panelerna. Illustration av Joel Forsman Semb.

### 3.4.2. Växtval

De avgörande egenskaperna för ett medium som växter kan trivas i är enligt Catalano et al. (2018) följande: andel organiskt material, vattenhållande förmåga, näringsinnehåll, pH, partikelstorlek och partikeltextur. För att reducera risken att solpaneler skuggas av växtlighet argumenterar Catalano et al. (2018) för att ha tunnare substrat i ett område av 30-50 cm på framsidan (se figur 1) av solpanelerna.

MacIvor & Lundholm (2011) skriver att substrat som är upp till 5 cm djupt lätt påverkas av uttorkning och för dessa ytliga substrat rekommenderar författarna Fetknoppsläktet (*Sedum*) samt mossor. För något djupare substrat, mellan 7 till 15 cm finns det emellertid möjlighet för fler arter att klara sig, inklusive örtartade växter. Författarna påstår att det går att odla i stort sett vilken växt som helst på tak, så länge de trivs i substratdjupet och på växtplatsen. Trots detta menar de att det är bäst att använda inhemska plantor som växer

naturligt på utsatta platser, som exempelvis vid kuster och i alpina områden, då de är bättre lämpade för att klara torka, hård vind, stark sol och lokalt klimat (a.a.).

I en studie från Kanada testades hur väl 15 inhemska arter av perenner och årliga klarade sig på ett extensivt tak. Resultatet visade att hos 14 av 15 arter hade minst 80 % av plantorna överlevt en hel växtsäsong, och de flesta arterna visade på god marktäckning. Vissa arter klarade sig bättre än konventionella takväxter som *Sedum*- och gräsarter (MacIvor & Lundholm, 2011).

Catalano et al. (2018) studerar flera länders normer kring gröna tak. Tyskland, Schweiz och Italien rekommenderar 10-15 cm substratdjup för de flesta perenner. Schweiz och Italien rekommenderar djup från 8 cm för *Sedum*, medan Tyskland rekommenderar minst 4 cm för *Sedum* (a.a.). För arterna i tabell 1 rekommenderar Snodgrass & Snodgrass (2006) 15 cm substratdjup för de flesta perenner.

Växtlistan (tabell 1) är resultatet av en undersökning som utförts i samband med den här uppsatsen. Listan avser identifiera växter som är lämpliga för *biosolar roofs* i Skåne. Eftersom extensiva tak erbjuder lägre vikt (Getter & Rowe, 2006), och därför håller sig inom viktrestriktionerna för fler byggnader än intensiva tak, har växtlistan begränsats till växter som trivs på maximalt 15 cm substratdjup enligt Snodgrass & Snodgrass (2006). Vidare har endast arter som förekommer vilt i växtzon 1, i Sverige använts då MacIvor & Lundholm (2011) menar att växtmaterial anpassat till det lokala klimatet är att föredra för att uppnå ekologiska värden. För att gynna pollinatörer kan en variation av blommande arter planteras (Dicks et al., 2016). Som tidigare nämnts menar Håkansson (2016) att fleråriga växter erbjuder tidigare blomning än årliga. Vidare är gräs användbart för att skapa habitat åt humlor (Lye et al., 2009). Listan består därför i huvudsak av fleråriga blommande örter och en buske, men innehåller även några fleråriga gräs som inkluderats för att skapa habitat åt humlor.

Tabell 1. Växtlista för extensiva tak i växtzon 1, i Sverige. Samtliga växter förekommer (eller har förekommit) i vilda bestånd i växtzon 1 i Sverige. Listan är sammanställd av Joel Forsman Semb genom bearbetning av underlag. Underlag: (Anderberg & Anderberg, 2017; Snodgrass & Snodgrass, 2006; Sveriges Lantbruksuniversitet, u.å.)

Vetenskapligt namn	Trivialnamn	Djup medium (cm)	Härdighet efter solbelysning			Kommentar
			Sol	Halv-skugga	Skugga	
<i>Achillea millefolium</i>	röllika	15	x			Marktäckande och självsår sig. Vita blommor. Ängsväxt som blommar mot slutet av juni.
<i>Antennaria dioica</i>	kattfot	10	x	x		Rosa blommor, blommar från maj till juli. Marktäckare. Hittas i fjäll och jordbrukslandskap, minskar i antal i jordbrukslandskap.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	getväppling	15	x	x		Gula eller röda blommor, blommar juni till juli. Växer i jordbrukslandskap och i fjällen.
<i>Artemisia stelleriana</i>	sandmalört	15	x			Vitluden ört. Små gula blommor, blommar i augusti till september. Marktäckare. Växer på havsstränder, men är utdöd i Sverige.
<i>Campanula rotundifolia</i>	liten blåklocka	15	x	x		Blå-lila blommor, blommar juli till september. Förekommer över hela landet på torra marker, framför allt i fjäll och jordbrukslandskap.
<i>Cota tinctoria</i>	färgkulla	15	x			Blommor är gula till orange, blommar från juni till september. Självsår sig. Förekommer i jordbrukslandskap. Klarar inte långa torkperioder

<i>Dianthus arenarius</i>	sandnejlika	15	x			Vita blommor, blommar juni till augusti. Växer på sandstappar i Skåne.
<i>Dianthus deltoides</i>	backnejlika	15	x			Rosa blommor, blommar juni till augusti. Ängsväxt. Har en begränsad livstid på tak.
<i>Dracocephalum ruyschiana</i>	drakblomma	15	x	x		Blå blommor, blommar slutet av juni till juli. Starkt hotad i Sverige. Växer på åsar och torrängar.
<i>Echium vulgare</i>	blåeld	15	x			Blå blommor, blommar juni till juli. Växer i vägrenar samt på öppen och torr mark.
<i>Fragaria viridis</i>	backsmultron	-	x			Ger frukter som kan attrahera fåglar. Växer i varma öppna marker.
<i>Galium verum</i>	gulmåra	15	x	x		Små gula blommor, blommar i juni till juli. Attraherar nattfjärilar. Förekommer i urbana miljöer och på torrängar.
<i>Herniaria glabra</i>	knytling	15	x	x		Små vitgröna blommor, blommar juni till september. Blommar dock sällan på tak. Växer i öppen sandig mark. Lämpliga för att hänga över takkanter. Marktäckande.
<i>Lavandula angustifolia</i>	lavender	15	x			Lila blommor, blommar juli till augusti. Väldigt populär i trädgårdar och förekommer främst i odling, men finns förvildad i Sverige.
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>corniculatus</i>	vanlig käringtand	15	x			Gula blommor som blommar i juni till juli. Marktäckare. Förekommer på torr och fuktig mark. Kan behöva viss bevattning.
<i>Lychnis alpina</i> var. <i>oelandica</i>	ölänsk fjällnejlika	15	x			Rosa blommor från maj. Växer på alvaret i Öland. Lever inte så länge, kan därför behöva sås om med jämna mellanrum.
<i>Origanum vulgare</i>	kungsmymta	15	x			Rosa blommor, blommar juli till augusti. Växer i skogsbryn och i sluttningar.
<i>Petrorrhagia saxifraga</i>	klippnejlika	15	x			Små rosa blommor, blommar maj till juni. Marktäckare som självsår sig. Växer på klippor och sandig hed. Behöver högt pH-värde. Starkt hotad i Sverige.
<i>Pilosella aurantiaca</i>	rödfibbla	15	x			Röd-orange blommor, blommar juni till juli. Marktäckare. Växer i kultiverade marker, urbana miljöer och i fjällen. Kan självså sig själv starkt.
<i>Potentilla verna</i>	småfingerört	15	x	x		Gula blommor i maj till juni. Växer på torra ståndorter i backar och på berg. Marktäckare.
<i>Prunella grandiflora</i>	praktbrunört	15	x	x		Lila blommor från juli till augusti som attraherar fjärilar. Växer på kalkrik mark, huvudsakliga utbredning på Öland och Gotland.
<i>Salvia pratensis</i>	ängsalvia	15	x			Blå blommor, blommar juni till juli. Starkt hotad i Sverige. Växer på öppen mark och i skogsbryn.

<i>Scabiosa columbaria</i>	fältvädd	15	x	x		Lila blommor, förekommer på öppen mark.
<i>Sempervivum globiferum</i>	hammarby-taklök	-	x			Suckulent ört som har förvildats i Sverige på 1800-talet. Blommar juli till augusti med ljusgula blommor. Marktäckare som förökar sig själv. Hittas i torra miljöer som berghällar.
<i>Sempervivum tectorum</i>	taklök	-	x			Suckulent ört. Blommar juli till augusti med mörkröda blommor. Har länge planterats på gröna tak. Marktäckare som förökar sig. Växer i stenpartier.
<i>Silene uniflora</i>	strandglim	15	x			Blommar med vita blommor i juni till augusti. Marktäckare. Förekommer på steniga havsstränder.
<i>Spergularia media</i>	havsnarv	15		x		Rosa blommor blommar sommar och höst. Växer i huvudsak på havsstränder i Skåne och på västkusten.
<i>Veronica arvensis</i>	fältveronika	-				Blåa blommor hela sommaren. Växer på torr mark i sluttningar och på åkrar.
<b>Gräs och halvgräs</b>						
<i>Avenella flexuosa</i>	kruståtel	15		x	x	Ett av de vanligaste gräsen, förekommer i hela landet på olika ståndorter. Blommar juni till juli. Behöver bevattning.
<i>Carex flacca</i>	slankstarr	15		x	x	Växer på jordbruksmark och i våtmarker, salttålig. Klarar inte för mycket torka.
<i>Koeleria glauca</i>	tofsäxing	15		x		Ett grågrönt gräs som blommar juni till juli. Växer i huvudsak i sandig mark. Starkt hotad i Sverige.
<i>Poa chaixii</i>	parkgröe	15	x	x		Relativt högt gräs som blommar i juni till juli. Växer ofta vid parker, men förekommer även i skogar.
<i>Sesleria uliginosa</i>	älväxing	15	x	x		Blommar maj till juni i vitt. Självstår sig, blir täta tuvor. Gynnas av kalkrik mark, föredrar fuktig mark.
<b>Buskar</b>						
<i>Calluna vulgaris</i>	ljung	15	x	x		Liten buske med barrlika blad. Små rosa blommor i klasar, blommar i juli/augusti, och vissna blommor sitter kvar länge. Växer på magra marker, klarar viss torka, men kan behöva vattnas.



## 4. Diskussion

Ingen litteratur som berör gröna tak på landsbygden har hittats. Gröna tak kopplas i huvudsak till städer, kanske främst för att det finns en brist på ytor att anlägga växtlighet på i dessa områden. De huvudsakliga argumenten som talar för att använda gröna tak i städer är att motverka urbana värmeöar, effektiv dagvattenhantering samt att gynna den biologiska mångfalden. Samtidigt hotas den biologiska mångfalden som länge har funnits i det skånska jordbrukslandskapet av effektivisering inom jordbruket. Därtill råder en hög efterfrågan på att expandera städer vilket ibland sker på bekostnad av jordbruksmark. Med en så god jordbruksmark är det viktigt att ta vara på marken och undvika att ytterligare jordbruksmark försvinner. Att få bönder att gå tillbaka till småskaliga jordbruk som inte är monokulturer och samtidigt minska import av livsmedel kan vara svårt med tanke på den internationella konkurrens som råder. Därför är det viktigt att hitta alternativa metoder för artspridning i det skånska landskapet. Studiens resultat visar att gröna tak kan vara en metod för detta.

Att skapa habitat på tak för pollinatörer är komplext och det finns en brist på studier som har kunnat visa tydliga resultat kring hur gröna tak bör utformas för att gynna pollinatörer. Från den litteratur som har undersökts har en lägre artdiversitet bland pollinatörer hittats på gröna tak jämfört med på marken. Anledningen till detta kan vara en begränsad artdiversitet inom vegetationen på taken. Det skulle även kunna bero på att flygande insekter inte hittar upp till taken i full utsträckning. De studier som undersökts har emellertid utförts i urbana sammanhang och studier på rurala platser skulle behövas för att fastställa om samma problem finns på landsbygden.

Växtlistan består av blommande växter samt gräs. Detta är för att erbjuda näring och habitat åt pollinatörer. Genom att använda blommande växter på tak i rurala Skåne kan pollinatörer använda taken för nektar. För att gynna den biologiska mångfalden hos växter skulle växtval på tak kunna utgöra rödlistade arter från Skåne. Växtlistan var först tänkt att uteslutande bestå av rödlistade inhemska arter. Detta var dock svårt att genomföra i en litteraturstudie då det saknas litteratur som undersöker vilka av dessa arter trivs på tak. Listan använder istället arter som förekommer vilt i Sverige inom växtzon 1, varav 3 arter är rödlistade. Flera arter härstammar emellertid från andra delar av världen och är introducerade i Sverige av människan. För att gynna en bred artvarietet bland pollinatörer kan det emellertid vara bäst att fokusera växtvalet till arter med lokal härkomst. Detta då lokala faunan har formats efter de förutsättningar som finns lokalt i form av flora, och kan ha svårt att överleva utan den. Först krävs emellertid mer forskning som fastställer vilka inhemska arter som trivs på extensiva tak. Bakom solpanelerna kan växter som kräver skydd från vind och sol växa med fördel, det är dock viktigt att de inte skuggar solpanelerna. De flesta arter som rekommenderas för gröna tak är solkrävande, då de flesta tak är väldigt utsatta för sol. Detta blir tydligt i växtlistan som endast visar på två arter som klassas skuggtåliga. Många av arterna i växtlistan trivs emellertid i halvskugga, och kan därför tänkas trivas bakom solpaneler som erbjuder skugga under delar av dygnet.

En brist i växtlistan är att de flesta arterna rekommenderas för ett medium som är 15 cm djupt. Om djupet på medium ska varieras där maximalt djup är 15 cm riskerar därför många arter få svårare att överleva i de tunnare delarna. Där lagret är tunt kan *Sedum*-arter vara lämpliga att använda. Många *Sedum*-arter erbjuder inte lika höga värden för biologisk mångfald som örter, val av art bör därför ske med omtanke. Ett exempel är *Phedimus* som Haaland (2018) fann populär bland pollinatörer.

Andra användningsområden som har hittats för gröna tak utöver ökad biologisk mångfald är till stor del irrelevanta för applicering utanför städer. Det huvudsakliga argumentet för gröna tak är dagvattenhantering. Dagvattenhantering är ett problem i städer som består av mycket hårdgjorda ytor, eftersom landsbygden inte har mycket hårdgjorda ytor bör detta inte vara något påtagligt problem. Urbana värmeöar är ett problem som finns i städer och därför inte relevant för landsbygden. Vidare är Sverige ett ganska kallt land och varmare städer bör därför inte vara något större problem i dagsläget. Filtrering av luft och vatten kan vara fördelaktigt även på landsbygden, men i mindre utsträckning än städer då det sällan finns brist på annan växtlighet i rurala områden, som erbjuder samma tjänst.

Produktutveckling inom solenergi tros leda till att solpaneler kommer finnas tillgängliga i olika utformningar i framtiden. En speciellt intressant teknik är ljusgenomsläppliga solpaneler som eventuellt skulle kunna placeras ovanför eller framför växter. Denna teknik absorberar emellertid ljus inom ett visst spektrum och därför bör det undersökas hur avsaknad av givna ljusspektrum påverkar växter. Med denna teknik kan det tänkas att

gynnsamma klimat för växter som trivs i halvskugga skapas. En möjlig utformning på *biosolar roofs* i framtiden kan vara ett heltäckande lager av ljusgenomsläppliga solpaneler ovanför växtligheten. Detta skulle utnyttja maximalt av takytan för energiproduktion. Stassen<sup>3</sup> tror även att detta är ett möjligt scenario.

En utmaning vid anläggning av *biosolar roofs* på befintliga tak är viktpåfrestningar, dels från komponenter av det gröna taket, men även rörliga vikter som vatten och snö. Därtill adderar solpanelerna ytterligare vikt. För stora taktytor kan extensiva tak vara lämpliga eftersom att de är billigare och enklare att anlägga samt erbjuder lägre driftskostnader. Dessutom väger extensiva tak mindre vilket innebär att fler tak klarar av den ökade vikten. Slutligen brukar extensiva tak inte utformas för mänskligt bruk, vilket innebär att växter och djur inte störs av mänsklig rörelse på taken.

Fastigheter som används för verksamheter på skånska landsbygden kan vara lämpliga för att anlägga *biosolar roofs*, då många av de här byggnaderna bör vara av lägre höjd än byggnader i städer, samt erbjuda stora taktytor. Tak som ligger närmare marken skulle kunna leda till att fler pollinationer hittar till taken, men för att fastställa detta krävs studier som undersöker huruvida takhöjd är en anledning till att gröna tak inte besöks i full utsträckning av pollinatörer. Stora taktytor innebär att en större grönyta med fler växtarter kan utformas, samt gott om utrymme för solpaneler.

Mycket talar för att *biosolar roofs* skulle kunna användas som en metod för att uppnå Länsstyrelsen Skånes vision om ett artrikare Skåne. Det är dock viktigt att använda andra metoder också, eftersom det finns begränsningar i vilka växtarter som trivs på tak. Dessutom behövs fler studier utföras som undersöker hur väl taken fungerar för artspridning för såväl växter som djur. Asp (2014) menar att enstaka tak har låga värden för att skapa habitat för insekter men genom en struktur av närliggande tak kan en grön korridor skapas där olika tak komplimenterar varandra i utbud av olika habitat. För att gå vidare med Länsstyrelsens vision skulle en inventering av lämpliga fastigheter kunna utföras för att undersöka hur en struktur av gröna korridorer kan skapas, där gröna tak är en del av strukturen. Ifall detta skulle förverkligas är kanske den största frågan: Hur kan fastighetsägarna övertygas att installera *biosolar roofs*? Om fastighetsägarna skulle göra en ekonomisk vinst från installation av *biosolar roofs* borde det bli mer attraktivt. En möjlig strategi vore att erbjuda ekonomiska bidrag till fastighetsägare som installerar *biosolar roofs*. Det vore även fördelaktigt att informera fastighetsägare om den ekonomiska lönsamheten i att omge solpaneler med växtlighet som Hui & Chan (2011) nämner. Hui & Chan (2011) utförde emellertid sin studie i Kina, det är därför osäkert om deras argument för ekonomisk vinst från att kombinera solpaneler med gröna tak stämmer i Sverige. Men om solenergi i Sverige når priser som kan konkurrera med andra energikällor har *biosolar roofs* verkligen potential att implementeras på en större skala.

*Biosolar roofs* är fortfarande ett nytt ämne som behöver evalueras genom forskning för att få en bättre förståelse för takens potential och begränsningar, Nash *et al.* (2016) anser även att det finns en brist i kunskaper kring hur solpaneler och växtlighet samverkar på grund av begränsad forskning inom området.

#### 4.1. Framtida studier

Framtida studier skulle kunna ta fram fler skuggtåliga växter som trivs i de skuggiga lägena bakom solpaneler.

Växtlistan (*tabell 1*) bygger på växtlistan i (Snodgrass & Snodgrass, 2006 s. 89-179) med anpassning för svenskt klimat i växtzon 1. Listan skulle kunna göras längre med bredare

<sup>3</sup> Arno Stassen, Sol Voltaics, ansvarig för Product marketing. Intervju: 2018-05-09

källmaterial, framför allt skulle listan kunna kompletteras med geofyter och *Sedum*-arter som *tabell 1* inte berört på grund av tidsbrist.

Det vore intressant och aktuellt att undersöka vilka rödlistade växtarter som trivs på gröna tak. Vidare kan studier undersöka hur väl gröna tak fungerar som spridningskorridorer för de här arterna, om alls.

För att bättre förstå hur *biosolar roofs* kan designas för att gynna pollinatörer behövs mer forskning kring pollinatörers användning av gröna tak. Vad avgör huruvida pollinatörerna hittar till taken?

Slutligen kan vidare studier behandla hur växter samspelar med nya produkter inom solenergi, framför allt transparenta paneler. Hur blir klimatet bakom transparenta paneler och vilka arter trivs här?

## 5. Slutsatser

Solpaneler och gröna tak kan med fördel användas tillsammans där både solpanelerna och växterna kan dra nytta av varandra. Solpanelerna producerar mer energi eftersom växterna ger en kylande effekt. Panelerna skapar ett mer varierat habitat på taken vilket erbjuder nya livsmiljöer där fler arter kan trivas. En större variation av habitat antyder att *biosolar roofs* kan vara bättre lämpade än konventionella gröna tak för artrika planteringar.

Pollinatörer gynnas av blommande växter på gröna tak, men har visats besöka gröna tak i begränsad utsträckning. För att ytterligare gynna djurliv kan även dött virke och stenar placeras på taken. Insekter och fåglar använder gröna tak, men det behövs mer forskning för att bättre förstå vilka arter som använder taken och hur fler arter kan lockas till taken.

Det är i dagsläget dyrt med solenergi, men utvecklingen går mot lägre priser och effektivare produkter. Därför tros solenergi bli mer konkurrenskraftigt i framtiden, vilket talar för att *biosolar roofs* kommer bli mer attraktivt.

Jag utgick från en växtlista som beskriver arter som lämpar sig för takplanteringar och skapade därefter en egen växtlista med arter som trivs i skånska klimat. Listan kan användas för takplanteringar i Skåne för att gynna biologisk mångfald.

*Biosolar roofs* funktion som spridningskorridorer för hotad flora behöver undersökas vidare i framtida forskning. Arternas trivsel och spridningsförmåga mellan olika tak och omgivning behöver undersökas. Om detta visar sig vara en fungerande metod kan det implementeras som en del av Länsstyrelsen Skånes strategi för spridningskorridorer och öar i det skånska landskapet.

Uppsatsen ger ett underlag som kan användas för framtida studier kring *biosolar roofs* i rurala sammanhang.

## Källförteckning

- Anderberg, A. & Anderberg, A.-L. *Den virtuella floran - Naturhistoriska riksmuseet*. (2017). Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html>. [2018-04-25].
- Asp, K. (2014). *Biosolar Roofs – gröna tak version 2.0 : en plats för biologisk mångfald, solpaneler och pollinatörer*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Lanskapingenjörprogrammet. Tillgänglig: [https://slub-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?vid=SLUB\\_V1&search\\_scope=default\\_scope&tab=default\\_tab&docid=SLUB\\_EPSILON\\_STUD6713&lang=sv\\_SE&context=L&adaptor=Loca1%20Search%20Engine&query=any,contains,biosolar&sortby=rank&offset=0](https://slub-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?vid=SLUB_V1&search_scope=default_scope&tab=default_tab&docid=SLUB_EPSILON_STUD6713&lang=sv_SE&context=L&adaptor=Loca1%20Search%20Engine&query=any,contains,biosolar&sortby=rank&offset=0). [2018-03-28].
- Biosolarroof. *BioSolarRoof - Pilot in Sweden*. (u.å.). Tillgänglig: <http://www.biosolarroof.com/project/the-pilot/pilot-in-sweden.html>. [2018-05-18].
- Burghardt, K. T., Tallamy, D. W. & Gregory Shriver, W. (2009). *Impact of Native Plants on Bird and Butterfly Biodiversity in Suburban Landscapes*. *Conservation Biology*, 23(1), ss 219–224. Tillgänglig: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1523-1739.2008.01076.x>. [2018-04-25].
- Bäckstedt, E. (2016). *Skötselbeskrivning för naturmark: en jämförelse mellan tätort och landsbygd = Land maintenance descriptions for nature areas : an urban versus rural environments comparison*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: [https://stud.epsilon.slu.se/9179/1/backstedt\\_e\\_161110.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/9179/1/backstedt_e_161110.pdf). [2018-05-02].
- Catalano, C., Laudicina, V. A., Badalucco, L. & Guarino, R. (2018). Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? *Ecological Engineering*, 115, ss 15–26. Tillgänglig: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925857418300065>. [2018-04-13].
- Chen, C.-C., Dou, L., Zhu, R., Chung, C.-H., Song, T.-B., Zheng, Y. B., Hawks, S., Li, G., Weiss, P. S. & Yang, Y. (2012). Visibly Transparent Polymer Solar Cells Produced by Solution Processing. *ACS Nano*, 6(8), ss 7185–7190. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1021/nn3029327>. [2018-04-26].
- CivicSolar. *How Much do Solar Panels Weigh?* (2015-06-22) (CivicSolar, Inc.). Tillgänglig: <https://www.civicsolar.com/support/installer/articles/how-much-do-solar-panels-weigh>. [2018-04-13].
- Cortet, J., Vauflery, A. G.-D., Poinot-Balaguer, N., Gomot, L., Texier, C. & Cluzeau, D. (1999). The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. *European Journal of Soil Biology*, 35(3), ss 115–134. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556300001163>. [2018-04-18].
- Czemieli Berndtsson, J. (2010). Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering*, 36(4), ss 351–360. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410000029>. [2018-04-23].
- Dicks, L. V., Viana, B., Bommarco, R., Brosi, B., Arizmendi, M. del C., Cunningham, S. A., Galetto, L., Hill, R., Lopes, A. V., Pires, C., Taki, H. & Potts, S. G. (2016). Ten policies for pollinators. *Science*, 354(6315), ss 975–976. Tillgänglig: <http://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aai9226>. [2018-03-28].
- Douhan, J. (2007). *Solenergi: en lönsam investering för ett lantbruk? = Solar energy : a profitable investment for a farmer?* Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för ekonomi. Tillgänglig: [https://stud.epsilon.slu.se/10877/1/douhan\\_j\\_rejstrand\\_h\\_170921.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/10877/1/douhan_j_rejstrand_h_170921.pdf). [2018-04-26].
- Dushenkov, V., Kumar, P. B. A. N., Motto, H. & Raskin, I. (1995). Rhizofiltration: The Use of Plants to Remove Heavy Metals from Aqueous Streams. *Environmental Science & Technology*, 29(5), ss 1239–1245. Tillgänglig: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es00005a015>. [2018-04-23].
- Därnhardt, J., Hedlund, K., Birkhofer, K., Jörgensen, H. B., Brady, M., Brönmark, C., Lindström, S., Nilsson, L., Olsson, O., Rundlöf, M., Stjernman, M. & Smith, H. G. (2013). *Ekosystemtjänster i det skånska jordbrukslandskapet*. Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet. (CEC Syntes Nr 01). Tillgänglig: <http://portal.research.lu.se/portal/files/5658010/7763814.pdf> [2018-05-02]
- Emanuelsson, U., Björklund, M., Wremp, A. M., Bodegård, J., Ebenhard, T., Marissink, M. & Lisberg-Jensen, E. (2008). Centrum för biologisk mångfald. *Biodiverse*, 4. Tillgänglig: [http://www.biodiverse.se/app/uploads/2011/08/08\\_4.pdf](http://www.biodiverse.se/app/uploads/2011/08/08_4.pdf) [2018-04-23]

- Emilsson, T., Berndtsson, J. C., Mattsson, J. E. & Rolf, K. (2007). Effect of using conventional and controlled release fertiliser on nutrient runoff from various vegetated roof systems. *Ecological Engineering: the Journal of Ecotechnology*, 29(3), ss 260–271. Tillgänglig: [http://portal.research.lu.se/portal/en/publications/effect-of-using-conventional-and-controlled-release-fertiliser-on-nutrient-runoff-from-various-vegetated-roof-systems\(87245c94-faff-409a-96eb-e38a8ff225db\).html](http://portal.research.lu.se/portal/en/publications/effect-of-using-conventional-and-controlled-release-fertiliser-on-nutrient-runoff-from-various-vegetated-roof-systems(87245c94-faff-409a-96eb-e38a8ff225db).html). [2018-04-23].
- European Network on Invasive Alien Species. *NOBANIS*. (u.å.). Tillgänglig: <http://www.NOBANIS.org>. [2018-04-25].
- Getter, K. L. & Rowe, D. B. (2006). The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. *HortScience*, 41(5), ss 1276–1285. Tillgänglig: <http://hortsci.ashspublishings.org/content/41/5/1276>. [2018-04-16].
- Green Roof Organisation (2014). *The GRO Green Roof Code - Green Roof Code of Best Practice for the UK 2014*. Sheffield: Groundwork Sheffield.
- Gregoire, B. G. & Clausen, J. C. (2011). Effect of a modular extensive green roof on stormwater runoff and water quality. *Ecological Engineering*, 37(6), ss 963–969. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857411000693>. [2018-04-23].
- Haaland, C. (2018). *Insekter på gröna tak - Ett experiment med time lapse kameror*. Movium. (163:16) Tillgänglig: [https://www.researchgate.net/publication/324451553\\_Insekter\\_pa\\_grona\\_tak\\_-\\_Ett\\_experiment\\_med\\_time\\_lapse\\_kameror](https://www.researchgate.net/publication/324451553_Insekter_pa_grona_tak_-_Ett_experiment_med_time_lapse_kameror).
- Hui, S. C. M. & Chan, S. C. (2011). *Integration of green roof and solar photovoltaic systems*. Kowloon Shangri-la Hotel, Hong Kong, 22 November, 2011, Kina. Tillgänglig: [https://www.researchgate.net/publication/281901499\\_Integration\\_of\\_green\\_roof\\_and\\_solar\\_photovoltaic\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/281901499_Integration_of_green_roof_and_solar_photovoltaic_systems) [2018-04-16].
- Håkansson, E. (2016). *Tillgången på födoresurser för pollinerande insekter i det skånska odlingslandskapet = The availability of food resources for pollinating insects in Skånes agricultural landscape*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Trädgårsingenjörsprogrammet -odling. Tillgänglig: [https://stud.epsilon.slu.se/8969/1/hakansson\\_e\\_160425.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/8969/1/hakansson_e_160425.pdf). [2018-05-02].
- International Energy Agency. *Renewable energy*. (u.å.). Tillgänglig: <https://www.iea.org/about/faqs/renewableenergy/>. [2018-05-03].
- Jacobson, A. (2017). *Hur kan situationen för odlingslandskapet förbättras? / Artdatabanken*. Tillgänglig: <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/naturtyper/odlingslandskap/hur-kan-situationen-for-odlingslandskapet-forbattas/>. [2018-05-02].
- Jacobson, M. Z. & Jadhav, V. (2018). World estimates of PV optimal tilt angles and ratios of sunlight incident upon tilted and tracked PV panels relative to horizontal panels. *Solar Energy*, 169, ss 55–66. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X1830375X>. [2018-04-26].
- Joimel, S., Grard, B., Auclerc, A., Hedde, M., Le Doaré, N., Salmon, S. & Chenu, C. (2018). Are Collembola “flying” onto green roofs? *Ecological Engineering*, 111, ss 117–124. Tillgänglig: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925857417306353>. [2018-04-16].
- Jordbruksverket (2018). *Export och import av livsmedel*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/omjordbruksverket/statistik/statistikomr/utrikeshandel/basfaktaomsverigeshandelmedlivsmedel.4.116e9b9d159b31e6cb943e47.html>. [2018-04-28].
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608), ss 303–313. Tillgänglig: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/274/1608/303>. [2018-05-02].
- Kluser, S. & Peduzzi, P. (2007). Global Pollinator Decline: A Literature Review. *United Nations Environment Programme 2007*. Tillgänglig: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:32258>. [2018-04-23].
- Ksiazek, K., Fant, J. & Skogen, K. (2012). An assessment of pollen limitation on Chicago green roofs. *Landscape and Urban Planning*, 107(4), ss 401–408. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204612002198>. [2018-04-19].

- Käck, C. (2016). *Vegeterade tak och deras påverkan på biologisk mångfald i urban miljö : en studie i hur vegeterade tak kan utformas för att maximera det biologiska värdet*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Trädgårdsingenjörsprogrammet - odling. Tillgänglig: [https://slub-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?vid=SLUB\\_V1&search\\_scope=default\\_scope&tab=default\\_tab&docid=SLUB\\_EPSILON\\_STUD8994&lang=sv\\_SE&context=L&adaptor=Local%20Search%20Engine&query=any,contains,pollinat%C3%B6rer%20odling&sortBy=rank&offset=0](https://slub-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?vid=SLUB_V1&search_scope=default_scope&tab=default_tab&docid=SLUB_EPSILON_STUD8994&lang=sv_SE&context=L&adaptor=Local%20Search%20Engine&query=any,contains,pollinat%C3%B6rer%20odling&sortBy=rank&offset=0). [2018-03-28].
- Köhler, M., Schmidt, M., Laar, M., Wachsmann, U. & Krauter, S. (2012). Photovoltaic Panels on greened roofs. s 8. Tillgänglig: [https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/photovoltaic\\_kohler.pdf](https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/photovoltaic_kohler.pdf) [2018-05-15]
- Larsson, A. & Germundsson, L. (2012). *Mål och metoder för hushållning med god jordbruksmark inom kommunal planering*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet (Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap) Tillgänglig: <https://pub.epsilon.slu.se/8760/>. [2018-04-23].
- Levallius, J. (2005) *Green roofs on municipal buildings in Lund : modeling potential environmental benefits*. Lund: Lunds universitet, Institutionen för naturgeografi och ekosystemvetenskap. Tillgänglig: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/1963098> [2018-05-31]
- Lewis, N. S. (2007). Toward Cost-Effective Solar Energy Use. *Science*, 315(5813), ss 798–801. Tillgänglig: <http://science.sciencemag.org/content/315/5813/798>. [2018-04-26].
- Lewis, N. S. & Crabtree, G. (2005). *Basic Research Needs for Solar Energy Utilization: report of the Basic Energy Sciences Workshop on Solar Energy Utilization, April 18-21, 2005*. (Lewis, N. S., Crabtree, G., Nozik, A. J., Wasielewski, M. R., & Alivisatos, P., Eds) Washington, DC: US Department of Energy, Office of Basic Energy Science. Tillgänglig: <http://resolver.caltech.edu/CaltechAUTHORS:LEWsolarenergyp05>. [2018-04-26].
- Lindher, F. (2015). *Granskningsrapport – Klimatsäkrat Malmö: Kraftigt skyfall med risk för översvämning*. Malmö: Stadsrevisionen. Tillgänglig: <http://malmo.se/download/18.5f3af0e314e7254d70e6adda/1491304217217/RAPP+KOLL+150923+Klimats%C3%A4krat+Malm%C3%B6.pdf> [2018-04-11].
- Livingroofs Enterprises Ltd (2016). Green Roofs and Solar Power – Biosolar Roofs are Smart Green Infrastructure. *Livingroofs Enterprises Ltd*. Tillgänglig: <https://livingroofs.org/green-roofs-solar-power/>. [2018-05-04].
- Lunt, R. R. & Bulovic, V. (2011). Transparent, near-infrared organic photovoltaic solar cells for window and energy-scavenging applications. *Applied Physics Letters*, 98(11), s 113305. Tillgänglig: <http://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3567516>. [2018-04-26].
- Lye, G., Park, K., Osborne, J., Holland, J. & Goulson, D. (2009). Assessing the value of Rural Stewardship schemes for providing foraging resources and nesting habitat for bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae). *Biological Conservation*, 142(10), ss 2023–2032. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320709001670>. [2018-05-18].
- Länsstyrelsen Skåne (u.å.). *Jord- och skogsklassificeringen i Skåne*. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se:80/skane/Sv/lantbruk-och-landsbygd/lantbruk/jordbruksfastigheter/Pages/jord--och-skogsklassificeringen-i-skane.aspx>. [2018-05-03].
- Länsstyrelsen Skåne (2001). *Skånes värdefulla jordbruksmark - tätortsexpansion och utbyggnad av infrastruktur på högt klassad åkermark - från 1960 till nutid*. (Skåne i utveckling 2001:45). Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/2001/2001Skanesvardefullajordbruksmark.pdf> [2018-05-09].
- Länsstyrelsen Skåne (2014). *Vägen till ett biologiskt rikare Skåne*. Malmö: Miljöavdelningen. (2014:22). Tillgänglig: [http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/djur-och-natur/Projekt%20inom%20djur%20och%20natur/Naturv%C3%A5rdsstrategin/Dialogm%C3%B6ten/Remiss/Naturv%C3%A5rdsstrategi%20remiss\\_small.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/djur-och-natur/Projekt%20inom%20djur%20och%20natur/Naturv%C3%A5rdsstrategin/Dialogm%C3%B6ten/Remiss/Naturv%C3%A5rdsstrategi%20remiss_small.pdf) [2018-04-04].
- Länsstyrelsen Skåne (2016). *Bostadsmarknadsanalys för Skåne 2016*. (2016:24). Tillgänglig:

- <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/2016/Bostadsmarknadsanalys-for-Skane-2016.pdf> [2018-04-28].
- MacIvor, J. S. & Lundholm, J. (2011). Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecological Engineering*, 37(3), ss 407–417. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410002910>. [2018-04-16].
- McGeoch, M. A. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*, 73(2), ss 181–201. Tillgänglig: <https://www.cambridge.org/core/journals/biological-reviews/article/selection-testing-and-application-of-terrestrial-insects-as-bioindicators/614227BFB10F2FA5AE2E913F07D97F1B>. [2018-04-23].
- NASA (2017). *NASA, NOAA Data Show 2016 Warmest Year on Record Globally*. Tillgänglig: <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20170118/>. [2018-04-12].
- Nash, C., Clough, J., Gedge, D., Lindsay, R., Newport, D., Ciupala, M. A. & Connop, S. (2016). Initial insights on the biodiversity potential of biosolar roofs: a London Olympic Park green roof case study. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 62(1–2), ss 74–87. Tillgänglig: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15659801.2015.1045791>. [2018-03-28].
- Naturvårdsverket (2016). *Ett rikt växt- och djurliv*. Tillgänglig: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/16-Ett-rikt-vaxt--och-djurliv/>. [2018-04-04].
- Peck, S. W. (2008). *Award-winning green roofs: green roofs for healthy cities*. Atglen: Schiffer Publishing Ltd. ISBN 978-0-7643-3022-3.
- Pettersson, A. S., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T. & Capener, C.-M. (2017). *Grönatakhåndboken*. Tillgänglig: <http://gronatakhåndboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronatakhåndboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf>. [2018-05-02].
- PowersmartSolar (u.å.). *How heavy are solar panels when mounted on the roof? Do they impact the roof structure or roof warranties?* Tillgänglig: <http://powersmartsolar.co.nz/how-heavy-are-solar-panels-when-mounted-on-the-roof-do-the-impact-the-roof-structure-or-roof-warranties>. [2018-04-13].
- Ranjan, S., Balaji, S., Panella, R. A. & Ydstie, B. E. (2011). Silicon solar cell production. *Computers & Chemical Engineering*, 35(8), ss 1439–1453. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009813541100161X>. [2018-04-26].
- Remor Solar (u.å.). *Solar mounting solutions - flat roof system*. [Broschyr] Recz, Polen: Remor Solar. Tillgänglig: <http://remorsolar.com/wp-content/themes/remor/pdf/en/Flatroofs.pdf>. [2018-04-13].
- Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Parshall, L., Chopping, M., Pope, G. & Goldberg, R. (2005). Characterizing the urban heat island in current and future climates in New Jersey. *Environmental Hazards*, 6(1), ss 51–62. Tillgänglig: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.hazards.2004.12.001>. [2018-04-12].
- Rydlinge, O. & Widetun, J. (2014) *Gröna tak som en metod för dagvattenhantering i Norrbotten*. Luleå: Luleå tekniska universitet, institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser. Tillgänglig: <http://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1027020/FULLTEXT02.pdf> [2018-05-31].
- Rumble, H. & Gange, A. C. (2013). Soil microarthropod community dynamics in extensive green roofs. *Ecological Engineering*, 57, ss 197–204. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413001304>. [2018-04-18].
- Schrader, S. & Böning, M. (2006). Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on Collembolans. *Pedobiologia*, 50(4), ss 347–356. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031405606000400>. [2018-04-18].
- Sidén, G. (2015). *Förnybar energi*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-10886-5.
- Snodgrass, E. C. & Snodgrass, L. L. (2006). *Green Roof Plants - A Resource and Planting Guide*. Portland: Timber Press, Inc. ISBN 978-0-88192-787-0.
- Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J. & Wiencke, M. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 6(1), ss 39–49. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464286705000045>. [2018-04-12].



- Statistiska centralbyrån (u.å). *Statistikdatabasen - Lägenheter i nybyggda hus efter region, hustyp, tabellinnehåll och kvartal*. Tillgänglig: [http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_BO\\_BO0101\\_BO0101A/LagenhetNyKv16/table/tableViewLayout1/?rxid=300d239d-1f7b-41b3-bda3-40c604fb4f36](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BO_BO0101_BO0101A/LagenhetNyKv16/table/tableViewLayout1/?rxid=300d239d-1f7b-41b3-bda3-40c604fb4f36). [2018-04-28].
- Statistiska centralbyrån (2016). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2015 och befolkningsförändringar 2015*. Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/pong/tabell-och-diagram/helarsstatistik--kommun-lan-och-riket/folkmangd-i-riket-lan-och-kommuner-31-december-2015-och-befolkningsforandringar-2015/>. [2018-04-28].
- Statistiska centralbyrån (2017). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2016 och befolkningsförändringar 2016*. Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/pong/tabell-och-diagram/helarsstatistik--kommun-lan-och-riket/folkmangd-i-riket-lan-och-kommuner-31-december-och-befolkningsforandringar/>. [2018-04-28].
- Statistiska centralbyrån (2018). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2017 och befolkningsförändringar 2017*. Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/pong/tabell-och-diagram/helarsstatistik--kommun-lan-och-riket/folkmangd-i-riket-lan-och-kommuner-31-december-2017-och-befolkningsforandringar-2017/>. [2018-04-28].
- Sveriges Lantbruksuniversitet (u.å). *Artfakta, ArtDatabanken*. Tillgänglig: <https://artfakta.artdatabanken.se/>. [2018-04-16].
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2017). *Biologisk mångfald*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-biologisk-mangfald-cbm/biologisk-mangfald/>. [2018-04-23].
- Tjärnlund, N. J. (2012). *Nanotrådar kan lösa världens energiproblem*. Tillgänglig: <https://kaw.wallenberg.org/forskning/nanotradar-kan-losa-varldens-energiproblem>. [2018-04-26].
- Tonietto, R., Fant, J., Ascher, J., Ellis, K. & Larkin, D. (2011). A comparison of bee communities of Chicago green roofs, parks and prairies. *Landscape and Urban Planning*, 103(1), ss 102–108. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611002350>. [2018-04-19].
- Wallentin, J., Anttu, N., Asoli, D., Huffman, M., Åberg, I., Magnusson, M. H., Siefer, G., Fuss-Kailuweit, P., Dimroth, F., Witzigmann, B., Xu, H. Q., Samuelson, L., Deppert, K. & Borgström, M. T. (2013). InP Nanowire Array Solar Cells Achieving 13.8% Efficiency by Exceeding the Ray Optics Limit. *Science*, 339(6123), ss 1057–1060. Tillgänglig: <http://science.sciencemag.org/content/339/6123/1057>. [2018-04-26].
- Yang, J., Yu, Q. & Gong, P. (2008). Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*, 42(31), ss 7266–7273. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008006262>. [2018-05-22].
- Zhang, Q., Miao, L., Wang, X., Liu, D., Zhu, L., Zhou, B., Sun, J. & Liu, J. (2015). The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. *Landscape and Urban Planning*, 144, ss 142–150. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204615001887>. [2018-04-23].

# Bilagor

## Bilaga 1. Intervjuguide vid intervju med Stassen, A.

1. **Introduktion till mitt projekt:** Bakgrund och frågeställning.
2. **Introduktion till Sol Voltaics och Stassen, A.**
  - a. *What does Sol Voltaics do?*
  - b. *Could you tell me about your background?*
  - c. *What's your role in the company?*
3. **Dagens marknad för solceller. Jämförelse med resultat från Douhan (2007)**
  - a. *Has the prices changed in Sweden for PV panels since 2007?*
    - i. *Why?*
  - b. *Has there been an increase in the efficiency of PV panels since 2007?*
  - c. *Can solar power offer a competitive price today?*
4. **Solcellers förlust av effekt från värme.**
  - a. *Will Sol Voltaics products have the same issue in losing efficiency from heating as conventional solar cells do?*
5. **Produktionskostnader för solceller.**
  - a. *How does the prices for manufacturing by your company compare to other competitors on the market?*
6. **Transparanta solpaneler**
  - a. *What do you think of the transparent PV panels currently being developed?*
    - i. *Are you aware of any mayor flaws or challenges in these products?*
7. **Framtidens solenergi**
  - a. *How do you believe the future products will be designed for harvesting solar energy?*
  - b. *Do you think they will be implemented differently from today?*