

RAPPORT

Movium Partnerskap



Christine Haaland
Insekter på gröna tak-
Ett experiment med time lapse kameror

Projekt 163 16 Gröna tak – en bra biotop för insekter?

Denna studie har genomförts i ett samarbete mellan Malmö stad och Sveriges Lantbruksuniversitet. Scandinavian Green Roof Institute, Malmö, var också medverkande genom praktisk hjälp och genom att delge viktig information kring till exempel hur de olika taken har anlagts. Projektet samfinansierades delvis av projektet BiodiverCity fas 3, där Vinnova är finansär.

Medverkande i studien var Annika Kruuse, Malmö stad, som koordinator för BiodiverCity projektet, Jonatan Malmberg och John Block från Scandinavian Green Roof Institute, samt Tobias Emilsson och Ann-Mari Fransson från SLU, båda vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning. Ann-Mari Fransson är koordinator för BiodiverCity projektet på SLU och skapade därmed förutsättningar för att studien kunde genomföras.



Malmö stad



Detta projekt är genomfört inom ramen för Movium Partnerskap

Movium partnerskap erbjuder möjligheter för samarbete och erfarenhetsutbyte. Med Movium Partnerskap ökar organisationen personalens kompetens, medverkar till branschens utveckling, får kontaktytor med SLU, Movium och branschen och har möjlighet att delta i forskningsprojekt och gemensamma aktiviteter.

Kontaktpersonen och anslutna användare får alla Moviums prenumerationstjänster, rabatt på Moviums kurser, seminarier och konferenser. De erbjuds också tillfällen för erfarenhetsutbyte och breddar sitt kontaktnät genom att delta vid nätverksträffar.

Nätverket Movium Partnerskap bidrar till en process där bransch och forskare vid SLU delar omvärldsbevakning och inspirerar varandra i kreativa samtal om aktuella frågor ca sex gånger per år.

Partnerskapets forskningsprojekt har som mål att utveckla kunskap som är relevant för både universitet och bransch. Movium Partnerskap bekostar maximalt 50 procent av beviljade forskningsprojekt, resterande står en eller era partners för. Ansökan sker via Moviums hemsida två gånger per år och görs av en forskare knuten till LTV-fakulteten vid SLU och minst en partner. Exempel på aktiviteter är kunskapsammansättningar, seminarier, workshops och konferenser.

Anders Rasmusson
Movium Partnerskap



Innehåll

Sammanfattning.....	5
Bakgrund.....	7
Introduktion.....	8
Material & metoder.....	10
Resultat.....	15
Diskussion.....	25
Tack!.....	27
Referenser.....	28

Fotografierna i rapporten är tagna av Christine Haaland.

Sammanfattning

Denna studie undersökte förekomsten av insekter på gröna tak i Malmö. Studien är en del av projektet BiodiverCity. Inom detta projekt anlades en rad grönstrukturer i mer tätbebyggda områden i Malmö med syftet att öka den biologiska mångfalden och därmed bidra till en grönare och mer attraktiv stad. Att studera insekter på gröna tak ingår som en del av utvärderingen av projektet. Insekter studerades på nio tak i Malmö med 10 time lapse kameror (på ett tak installerades 2 kameror på olika delar av taket). En time lapse kamera tar ett visst antal bilder i fasta tidsintervaller under en viss tidsperiod och sätter bilderna ihop till en film (till exempel 1 bild per minut under en dag). Kamerorna användes för att testa metoden för insektobservationer, särskilt med tanke på att tillgängligheten till gröna tak delvis är begränsad. Användning av kameror skulle möjliggöra en jämförelse av olika tak vid samma tidsperioder och vid bra väderförhållande. Det är inte känt om metoden har använts i detta syfte på gröna tak tidigare och skulle därför också testas som sådan. Syftet med studien var att kunna bidra med kunskap till anläggande av gröna tak för att främja biologisk mångfald av insekter. Det var två typer av gröna tak som studerades: biotoptak och *Sedum*-tak. Biotoptak har en artrikare vegetation, till exempel ängsvegetation. Arbetshypotesen innan starten av experimentet var att man på biotoptak skulle göra fler insektobservationer och av flera arter än på *Sedum*-tak, och att den skillnaden skulle kunna kvantifieras.

Studien genomfördes under perioden juni till augusti 2017. De 10 kamerorna var i drift i 5 omgångar under ca 10 dagar per omgång. Vid 5 tillfällen var någon av kamerorna ur drift av olika anledningar. Under den tid kamerorna var i drift var de inställda på att ta en bild var 10:e sekund. Det material som analyserades var 1 timme verklig tid per kamera och omgång, det vill säga 360 efterföljande bilder som 8-10 kameror tagit vid 5 olika tidpunkter under försöksperioden. Dessutom analyserades 5 minuters sekvenser tagna av en kamera under en dag när det var ljus.

Analysen av bilderna visade att 3528 insekter kunde observeras på bild. Det är viktigt att notera att metoden inte skiljer mellan samma eller olika individer, dvs samma individ kan ha registrerats flera gånger till exempel på efterföljande bildsekvenser. Av dessa insektobservationer var 2240 (63%) humlor, 241 (7%) bin, 102 (3%) blomflugor, 12 fjärilar (0%) och 933 (26%) individer som inte kunde identifieras. Identifiering till artsnivå var oftast inte möjligt, men vissa humlor kunde identifieras som stenhumlor och liknande arter ($n=806$) eller jordhumlor ($n=41$) och liknande arter. Arbetshypotesen kunde inte bekräftas i och med att 2829 (80%) insektobservationer på bild var tagna av kameror som var installerade på *Sedum*-tak och 699 (20%) var tagna av kameror som var installerade på biotoptak. *Phedimus* (en fetbladsväxtart) var med marginal den mest attraktiva växten, 92% av alla insektobservationer gjordes på *Phedimus* (på *Sedum* tak och vid ett tillfälle på en biotoptak tak där bara *Phedimus* blommade i slutet av säsongen). Artdiversiteten är svårt att bedöma i och med att en identifiering till artsnivå ofta inte var möjligt. Det verkade dock så att få olika humlearter observerades där stenhumlor (och liknande arter) var absolut dominerande. Fjärilar observerades bara vid två olika tillfällen på två olika tak. De bin som observerades såg för det mesta ut som honungsbin och inte solitärbin, men artbestämdes inte. Blomflugor observerades nästan enbart i juli och då nästan i lika stor

omfattning på biotoptak som på *Sedum*-tak. Det var möjligt att se att det handlade om olika arter blomflugor, men inte om vilka. Analysen av kamerabilder tagna över en dag (5 minuters sekvens per timme) indikerar att det kan finnas olika aktivitetsmönster för olika insektgrupper.

För anläggande av gröna tak kan man dra slutsatsen att *Phedimus* är mycket mer attraktiv för de insektgrupper som observerades under experimentet än andra *Sedum*-arter.

Phedimus verkar vara en mycket attraktiv näringsväxt för till exempel stenhumlor och också honungsbin. Blåeld som växer på biotoptak visade sig vara särskilt attraktiv för till exempel jordhumlor (och liknande arter) samt blomflugor. Artdiversiteten för insekter på de observerade taken verkar inte vara särskild hög, enligt vad som gick att bedöma med vald metod. För att uppnå störst möjlig mångfald på gröna tak är det viktigt att kombinera olika taktyper. Om man väljer ett *Sedum*-tak är ett tak med tjockare jordlager och som då inkluderar *Phedimus* är att föredra framför *Sedum*-tak med tunt jordlager med bara arter så som *Sedum album*.

Bakgrund

Denna studie genomfördes som en del av projektet BiodiverCity som är ett Vinnova finansierat projekt. Projektet har pågått i 3 faser under perioden 2011-2018 i Malmö och har som mål ”att utveckla produkter, tjänster och processer som främjar och ökar stadens biologiska mångfald. [...] Visionen är en grönare, mer attraktiv och hälsosam stad.” (Andersson 2017). Involverade aktörer är Malmö stad (projektledning), Sveriges lantbruksuniversitet, forskningsinstitutet IVL, Region Skåne, arkitektkontor, bostads- och fastighetsbolag, konsulter och entreprenörer.

Inom projektet anlades olika typer av grönstrukturer så som biotoper i parker och bostadsgårdar, gröna tak och gröna väggar. Fas 3 av projektet hade som mål att utvärdera hur processen att anlägga grönstrukturer för att öka den biologiska mångfalden har fungerat. I utvärderingen av de ekologiska aspekterna ingick en uppföljning av vegetationsutveckling av de sådda och planterade växterna samt en inventering av humlor och fjärilar i vissa grönstrukturer (Haaland 2017). Inventeringen av humlor och fjärilar gjordes 2016 i utvalda grönstrukturer som anlades inom BiodiverCity projektet och andra grönstrukturer i samma områden för jämförelse (Haaland 2017). Vid inventeringen av gröna tak uppstod dock problem kring tillgängligheten. Vid ett projektmöte uttalades idén att man kunde testa inventering av insekter på gröna tak med hjälp av kameror. Detta ansågs som en idé värd att undersöka och därför ansöktes om partnerskapsmedel för att detta kunna genomföra projektet.

Projektet planerades för 2018 och genomfördes också det året. Det kan tilläggas att den experimentella karaktären av studien, som inte hade testats tidigare angående insekter av någon som var involverad i projektet, innebär vissa utmaningar. Samtidigt blev det mycket spännande att genomföra ett projekt, där man fick testa sig fram och där genomförande samt resultat inte var givna.



Figur 1: Grönt tak, Koggen, Västra hamn, Malmö; anlades inom BiodiverCity projektet

Introduktion

Urban ekologi och urban biologisk mångfald är ett ämne som har fått mer och mer uppmärksamhet under de senaste åren (till exempel Forman 2016), bland annat genom lansering av ekosystemtjänstkonceptet. Inom detta koncept ses biologisk mångfald som en viktig faktor för människans liv och välbefinnande vilket har drivit på intresset för så kallade gröna lösningar (Lafortezza et al. in press). Kravet på hållbarhet och resiliens i stadsplanering och vid byggande av nya bostäder, har bidragit till att beslutfattare och andra aktörer försöker främja gröna lösningar vid nybyggnation (Gibbs & O'Neill 2015). Samtidig finns det också inom branschen ett önskemål att utveckla kompetens och profilering inom området, vilket kan till exempel ses i deltagandet i olika miljöcertifieringar. Det har visat sig att samarbete mellan olika aktörer som praktiker och forskare erbjuder goda möjligheter för att utveckla och skapa gröna lösningar för en mer hållbar stads- och bostadsbyggnad (Preller et al. 2017). Detta är också ett av resultaten från BiodiverCity projektet (Andersson 2017).

Gröna tak har många positiva funktioner: vattenreglering (genom att reducera avrinning), klimatreglering, reducera buller och förbättra luftkvalitet (genom vegetation), bidra med estetiska kvaliteter samt skapa gröna rum för rekreation och avkoppling (Pettersson et al. 2017). Dessutom kan gröna tak vara en biotop för djur och växtarter (Lepczyk et al. 2017).

Djurgrupper som har undersökts på gröna tak är till exempel fåglar, spindlar, samt olika insektgrupper så som skallbaggar och bin (en översikt finns i Williams et al. 2014). Det man kan konkludera är att gröna tak kan vara en bra biotop för vissa djurarter. I vissa fall skiljer sig artsammansättningen på taken och andra grönområden i närheten inte så mycket (MacIvor & Lundholm 2011). Bin är en av de insektergrupper som har studerats mest (till exempel Colla et al. 2009; Ksiazek et al. 2012; Braaker et al. 2014). Det är få studier som har gjorts specifikt om fjärilar på gröna tak och flera av dessa har gjorts i tropiska regioner (Lee & Lin 2015; Sonnay & Pellet 2016; Wang et al. 2017). Nagase et al. (2013) undersökte fjärilar i olika miljöer där också gröna tak omfattades. Däremot finns det en del studier som omfattar olika insektgrupper och där fjärilar ingår som en grupp av flera (Benvenuti 2014). Faktorer som kan påverka artdiversitet och antal arter på gröna tak är till exempel hur högt taken befinner sig, storleken på taken, åldern på taken, typ av vegetation, tillgång till nektar och konnektivitet (Madre et al. 2013; Benvenuti 2014; Braaker et al. 2014; Lee & Lin 2015).

I Sverige verkar gröna tak inte vara väl undersökta angående djurarter. Lundberg (2014) sammanställde en artlista för djurarter på gröna tak i Stockholm inom ett masterarbete vid Uppsala universitet. Bland insekterna hittades arter som jordhumla, stenhumla, honungsbin, citronfjäril och svingelgräsfjäril samt individer från gruppen blomflugor. Ekologigruppen undersökte ett grönt tak i Stockholm under 2016. Man hittade över 6000 individer av humlor och bin på en dag (Ekologigruppen 2016). De arter som hittades oftast var jordhumlor, stenhumlor och honungsbin (Ekologigruppen 2016).

Att använda kameran i syftet att observera insekter, särskilt besök på blommor, har gjorts tidigare och också utomhus (till exempel Suetsugu & Hayamizu 2014; Edwards et al. 2015; Nakase & Suetsugu 2016; Steen 2016). Syftet med dessa studier är ofta att studera vilka insekter som pollinerar eller besöker en viss växt och med vilken frekvens. Att använda kameror på gröna tak för att studera insekter har, enligt vad författaren ha erfårit, inte gjorts tidigare.

Målet med den här studien var att studera insekter på olika gröna tak i Malmö. Taken som undersöktes var främst biotoptak som anlades inom BiodiverCity projektet samt *Sedum*-tak i

jämförande syfte. Insektgrupper som var i fokus var humlor och fjärilar, men också bin och blomflugor var potentiellt av interesse. Det som främst var av interesse att undersöka var vilka insekter som använder gröna tak, hur många insekter som kan observeras och vilka växter de besöker. Arbetshypotesen var att det skulle observeras fler insekter på biotoptak än på *Sedum*-tak. Målet med studien var också att testa time lapse kameror som metod för att studera insekter på gröna tak. Studiens syfte var att kunna bidra med kunskap kring insekters användande av gröna tak som biotop, samt att studera skillnader mellan *Sedum*-tak och biotoptak med en mer varierande växtlighet. Denna kunskap ska kunna användas för att anlägga gröna tak med syftet att öka den biologiska mångfalden.



Figur 2: Insekter på *Phedimus*. Grönt tak, Koggen, 6. våning, Malmö; exempel på bild tagen med time lapse kamera under experimentet

Material & Metoder

Val av kamera och tillbehör

Val av kamera och tillhörande teknik visade sig vara mer komplicerat än förväntat. Planen var att undersöka 10 tak samtidigt, det vill säga det behövdes 10 kameror samt tillbehör. I och med att tillgängligheten av taken upplevdes som en begränsande faktor, var utgångspunkten en lösning där takbesök i princip bara var nödvändig för installation och demontering av kamerorna. Detta hade involverat en lösning med solpaneler som strömkälla samt att arbeta med rörelsedetektorer som bara tar och lagrar foton vid besök av insekter i den undersökta vegetationen. I början av projektet diskuterades också lösningar där foton kunde sändas via wifi till en dator och att man därmed hade en viss möjlighet till översyn, en kontroll på att kamerorna var i drift och fungerade under experimentets gång.

Det visade sig dock att lösningen med solpanel var för dyr och att lösningar med att skicka foton via wifi inte gick att genomföra eftersom denna funktion inte kunde väljas till den kameratyp som slutligen valdes för att genomföra studien. Vid valet av kamera var olika "wildlife" kameror som erbjuds på marknaden i fokus. Dessa kan ofta användas utomhus och några har rörelsedetektorer. En kamera av typ MINOX DTC 1100 köptes in och testades, men det visade sig att bildkvaliteten var för dålig samt att rörelsedetektorn inte fungerade för små objekt som insekter. Därför övergavs tanken att använda en kamera med rörelsedetektor. Det som visade sig vara den största utmaningen var att hitta en kamera som passade för budgeten, kunde vara utomhus, men ändå kunde leverera en någorlunda bra bildkvalitet. Att kameran inte skulle vara för dyr var inte bara en budget fråga, men det är också en fråga om hur dyr utrustning som skulle lämnas utomhus mer eller mindre tillgänglig för andra. Därmed föll dyra systemkameror bort.

Till slut köptes, efter test, 10 time lapse kameror av typen Brinno TLC-200 Pro HDR med tillhörande vattentät skal. En liknande kamera användes i Edwards et al. (2015) studie. Fördelen var att det var en kamera som var lätt att använda, som kunde användas utomhus över längre tid utan problem (enligt bedömningar som var tillgängliga). Även om bildkvaliteten inte alls skulle motsvara en systemkamera, så hade kameran i alla fall fördelen att den kunde ta bilder på förhållsvis nära avstånd. De allra flesta wildlife kamerors har inte den möjligheten eftersom de är konstruerade att ta bilder på fåglar och vilt på lite längre avstånd. I stället för solpanel valdes en vanlig batterilösning. Tagna bilder lagrades på ett minneskort, 32 GB var maximum kapacitet som kunde användas vid vald kameratyp. Idén med en rörelsedetektor förkastades. Det blev tydligt att detta hade inneburit att den vegetation som var involverad då måste fixeras på grund av att den rör sig i vinden.

Installation av kameror på gröna tak

Det var planerat att installera 5 kameror på *Sedum* tak och 5 på biotoptak med mer varierad vegetation. Tak som valdes är listade i Tabell 1 och Figur 3 visar kamerorna placerade på taken. Detta gjordes också i princip, med ett undantag. På ett tak installerades två kameror, en riktad mot *Sedum* vegetation och en riktad mot ängsvegetation (Augustenborg torg). På ett tak som dominerades av torrängsvegetation, men som hade en liten del med *Phedimus* (en fetbladsväxtart), riktades kameran vid 4 registreingsomgångar mot ängsvegetation. I augusti, när vegetationen var överblommad, riktades kameran mot den sista blommande vegetationen som var *Phedimus* (Koggen).

Tabell 1: Lokalisering av kameror för registrering av insekter på olika gröna tak i Malmö (se också Figur 3). Enkel *Sedum* tak betyder en tunnare jordmån, dominerande av *Sedum album* och liknande arter, enstaka tuvor av *Phedimus* kan förekomma. Avancerat *Sedum* tak betyder att det finns delar med tjockare jordmån och inkluderar högre andel arter som till exempel *Phedimus spec.* Kamera 3 och 4 installerades på samma tak.

Kamera nummer	Lokalitet	Höjd	Typ av tak
1	Gröna tak institut	1. våning	Biotoptak (örtvegetation)
2	Gröna tak institut	1. våning	<i>Sedum</i> tak (enkel)
3	Augustenbor torg	1. våning	Biotoptakdel (äng)
4	Augustenbor torg	1. våning	<i>Sedum</i> takdel (enkel)
5	Koggen (rosa tak)	6. våning	Biotoptak (äng)
6	Koggen, innergård ¹⁾	1. våning	<i>Sedum</i> tak (enkel)
7	Södervärmskola	2. våning	<i>Sedum</i> tak (avancerat)
8	Koggen (blå tak)	6. våning	Biotoptak (äng)
9	Gröna tak institut	2. våning	<i>Sedum</i> tak (avancerat)
10	OHOJ innergård	1. våning	Biotoptak (äng)

¹⁾ Här placerades kameran först på fel tak i innergården (ej tillhörande MKB som var samarbetspartner i BiodiverCity projektet, men en annan fastighet). Den blev nedmonterad av en fastighetsskötare och var ur drift en period och installerades, efteråt, på taket bredvid på samma innergård. Båda taken var *Sedum* tak av den enklare varianten. Avståndet mellan taken var mindre än 10 meter.

Kameran sattes i sina vattentäta skal och monterades på en tripod (Hama eller Velbon) vid mellan 35 och 45 cm höjd beroende på vegetationstyp. Tripoden fixerades genom att lägga järnrör över de nedersta plastdelarna av tripoden. Kameran riktades för det mesta nedåt mot vegetationen men i vissa fall där vegetationen var högre mer rakt fram, men aldrig uppåt. I och med variationen i vegetationen kunde en fast storlek på det område kameran riktades emot inte väljas. Området som registrerades varierade för det mesta mellan 0.35m² och 0.52m², men var för två kameror 0.8m² respektive 0.95m². I de senare fallen handlade det om högre ängsvegetation. I och med att fokusområdena till kamerorna var ungefär den samma, så har storleken av det område som kan omfattas av kameran inte så stor betydelse. Vi analysen kan bara en del av området på fotot ses skarpt.

Figur 3: Kameror på gröna tak i Malmö. Kamera 1-10 vid olika tidpunkter under experimentet; GTI = Gröna tak institut (Green roof institute)



Kamera 1. Biotoptak, GTI



Kamera 2. *Sedum* tak, GTI



Kamera 3. Del av biotoptak, Augustenborg torg



Kamera 4. Del av *Sedum* tak, Augustenborg torg



Kamera 5. Biotoptak, Koggen



Kamera 6. *Sedum* tak, Koggen



Kamera 7. *Sedum* tak m. *Phedimus*, Södervärn skola



Kamera 8. Biotoptak, Koggen



Kamera 9. *Sedum* tak med *Phedimus*, GTI



Kamera 10. Biotoptak, OHOJ

Fotografering

Nio kameror installerades under tiden 8-12 juni 2017. Den sista kameran installerades först den 22 juni (kamera 10, OHOJ) på grund av praktiska omständigheter, därför missades här den första registreringsomgången. Kamerorna monterades ned i slutet av augusti/början av september. Kamerorna ställdes in att ta foton med ett intervall på 10 sekunder. Det finns olika fotograferingsintervall i litteraturen, till exempel använde Edward et al. (2015) var 3e sekund, medan Suetsugu & Hayamizu (2014) valde var 45e sekund. 10 sekunder ansågs som en lämplig kompromiss mellan lagringsmöjligheten av bilder på minneskortet samt att inte missa för många möjliga insektbesök. Med ett minneskort av 32MB kunde kameran ta bilder i ca 10 dagar. Sen behövdes minneskortet bytas. Batterierna byttes då alltid samtidigt. Kamerorna var inte i drift under hela perioden juni-augusti, utan under 5 omgångar (Tabell 2), detta berodde på att minneskortbytet inte alltid skedde efter 10 dagar. Dessutom kunde sällan alla minneskort bytas samma dag på grund av logistiska skäl. Kamerornas position flyttades inom taket (upp till några få meter) om vegetationen var överblommad vid ett minneskortbyte. Kameran flyttades då till ett område med blommande vegetation.

Tabell 2: Fotograferingstider för kameror som användes vid registrering av insekter på gröna tak i Malmö.

Registrerings- omgång	1	2	3	4	5
Tidsperiod då någon kamera var i drift	8-21 juni	22 juni-2juli	18-28juli	27juli-9 augusti	10-20 augusti

Analys

Bildmaterialet kunde inte analyseras i sin helhet, utan ett urval fick göras. Totalt finns ca. 500 timmar bildmaterial tillgängligt. Brinno TLC-200 Pro sätter som time lapse kamera automatisk samman de tagna foton till en film, detta är inget man kan ändra på, men man kan variera visningshastigheten. Den ställdes i detta fall på 1s per bild, vilket är den lägsta hastighet man kan välja. För att göra ett lämpligt urval för analysen, laddades klimatdata för Malmö respektive Lund ned från SMHIs hemsida (www.smhi.se). De faktorer som beaktades var lufttemperatur (för varje hel timme) och nederbörd (dygnsnederbörd); dessa data fanns för Malmö. Solsken i sekunder per timme fanns för Lund. För den första analysen valdes för varje fotograferingsomgång en timme under en dag med högre temperatur (minimum 19° C), ingen nederbörd under den valda timmen och mycket solsken (mer än 3000 sekunder per timma; med ett undantag vid hög temperatur över

23° C) och när alla eller nästan alla kameror samtidigt var i drift. Tiden på dygnet varierades även mellan omgångarna. Tider kan ses i Tabell 3.

Tabell 3: Vald tid för analys av filmmaterial under en timme på en dag per registreringsomgång av insekter på gröna tak i Malmö.

	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3	Omgång 4	Omgång 5
Datum	14 juni	28 juni	20 juli	1 augusti	13 augusti
Tid	14.00-15.00	13.00-14.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00
Nederbörd (Malmö)	ingen nederbörd hela dagen	ingen nederbörd hela dagen	ingen nederbörd under vald timma	ingen nederbörd under vald timma	ingen nederbörd under vald timma
Temperatur (Malmö)	20.3 grader	19.7 grader	20.4 grader	23.4 grader	19.5 grader
Solsken s/t (Lund)	3047	3600	3551	1302	3120
Antal kameror i drift	9 ¹⁾	8 ²⁾	8 ³⁾	10	10

¹⁾ Kameran på OHOJ var inte installerad ännu

²⁾ En kamera var demonterad av en fastighetsskötare och en kamera var ur funktion (orsak ej känd)

³⁾ En kamera var demonterad av en fastighetsskötare och en kamera var inte tillgänglig på grund av ett trasigt fönsterhandtag, ända tillgång till taket (inget byte av batteri och minneskort möjligt)

För den andra analysen valdes en specifik dag, den 22 juli, då analyser gjordes under 5 min vid varje hel timme för en kamera (kamera 1). Dagen valdes därför att det var bra väderförhållanden och att den var i mitten av den undersökte säsongen.

Filmen analyserades i programmet VLC media player. Här kunde visningshastigheten anpassas, det vill säga reduceras. Filmen spelades upp och när en eller flera insekter på fotot observerades, stoppades filmen och observationen registrerades i en Excelfil samtidigt med uppgifter om tid. Identifieringen kunde ofta bara göras till grupp-nivå (humla, bin, blomfluga) eller insekten kunde inte identifieras alls. En humla identifierades som stenhumla eller liknande art (inkluderar till exempel stensnylthumla, gräshumla), när bakkroppen var orange och resten av kroppen svart (förutom smal gul krage för stenhumlahanar). För att klassas som jordhumla eller liknande art (inkluderar till exempel mörk och ljus jordhumla, kragjordhumla, skogsjordhumla och blålockshumla) måste en gul krage samt åtskilda gula och vita band på bakkroppen kunna ses på fotot. Många gånger kunde man anta att det rörde sig om en jordhumla, men kunde inte alla 3 band ses så klassades humlan som oidentifierad humla. Även om många humlor inte kunde identifieras till artsnivå på bilderna, så var det få arter där man eventuell kunde anta att dessa inte var en stenhumla (eller liknande art) eller en jordhumla (eller liknande art).

Varje bild analyserades för sig, det gjordes inga försök att skilja mellan samma och olika individer mellan efterföljande bildsekvenser på filmen. I många fall kan det nog antas att samma individ räknades flera gånger. Oftast flyttade en insekt sig från en blomma till en annan mellan fotona dvs under de 10s som förflöt mellan fotograferingarna, men verkade stanna kvar i bilden på flera foton eftervarandra. Vid få tillfällen (3 gånger) där en mindre insekt satt kvar på samma blomma, i samma position bild efter bild under långa perioder, räknades insekten bara en gång.

Resultat

Kamerornas funktion

Det som var mycket positivt att notera var att kamerorna i stort sett var i drift under hela försöksperioden. Kamerorna välte eller skadades inte trots delvis kraftiga sommaroväder. Kamerorna fungerade bra under försöksperioden (kamerorna var utomhus ca. 3 månader), även om de besöktes endast 4 gånger under försöksperioden. Vid starten av projektet konstaterades att det finns en viss risk att installera kameror med tillbehör av ett värde på ca. 4000 kr utomhus på tak. Den enda kameran som nedmonterades var av en fastighetskötare på grund av klagomål från boende. Men denna kamera kunde sättas på plats igen på taket bredvid efter en tid. Under hela perioden var det endast två kameror som slutade fungera under en registreringsomgång. Anledningen till detta är oklart. En kamera som var installerad på gröna tak institutet vändes av en besökare i slutet av undersökningsperioden.

Det var två faktorer som påverkade analysen av bildmaterialet (förutom själva bildkvaliteten vid fotograferingen). Det ena var imma på insidan av det vattentäta skalet fram för linsen. Detta uppstod få gånger antagligen efter regn, så detta påverkade analysen bara få gånger och under kort tid under de valda timmar som analyserades. Det andra var ett problem att information om tiden inte kunde avläsas vid analysen. Detta problem skedde upprepade gånger med olika kameror och det verkar som att problemet uppstår i skarpt solljus efter till exempel en tid av skugga, alltså vid starka kontrastskillnader. I och med att fotograferingen fungerade kunde analysen ändå genomföras. Exakt tidsangivelse kunde bli problematisk, men problemet löstes delvis genom att antalet bilder räknades (1 bild per 10e sekund).

Bildkvaliten, identifikation av insekter och analystid

Bildkvaliten var ofta inte optimal om man till exempel jämför med bilder som tas med en systemkamera och autofokus. Området med skarpt fokus är inte stort och vid några tillfällen var inga områden riktigt skarpa. Humlor gick nästan alltid att identifiera som sådana på grund av deras storlek och svarta kroppsfärg. Det samma gäller för fjärilar, dessa kunde lätt identifieras som fjärilar de mycket få gånger de kunde ses. För bin och blomflugor däremot, var det ibland svårt att avgöra och dessa blev, vid osäkerhet, klassad som oidentifierbar. Små insekter, mindre än bin, observerades sällan och kunde aldrig identifieras inte ens till ordningsnivå. Trots dessa tillkortakommanden kunde många blombesökande insekter klassas som humlor, bin och blomflugor. Humlor kunde i viss omfattning också klassas som jordhumlor eller liknande arter samt stenhumlor och liknande arter.

Analystiden av fotomaterialet var mycket beroende på hur många insekter observerades. Observerades inga insekter tog det mellan 10 och 15 minuter att analysera de 360 bildsekvenserna (6 bilder per minut under en timme). Observerades många insekter tog det mellan 3 och 4 timmar att analysera samma antal bildsekvenser.

Analys av bildmaterial – med metoden 1 timme på en specifik dag för varje omgång

Vid denna analys observerades totalt 3528 insekter (observationer betyder inte olika individer) (Tabell 4). 699 (20%) observationer gjordes på biotoptak och 2829 (80%) på *Sedum* tak. Under försöksperioden var två kameror ur drift under en registreringsomgång på biotoptak och tre kameror på *Sedum* tak. Antalet insektobservationer som gjordes på bilder där kameran var riktad mot *Phedimus* spec. är hela 3206 (91%) vilket kan relateras till att den period där kamerorna var

riktade mot *Phedimus* var 40% av den totala registreringstiden. På bilder där kameran var riktat mot andra *Sedum* arter, så som *Sedum album*, observerades 53 insekter (2%; fotograferings tiden när kameror var riktade mot *Sedum* arter var 11%).

Tabell 4: Antal observerade insekter under undersökningsperioden på olika gröna tak i Malmö. GTI= Gröna tak institut. v.= våning, B= biotoptak (eller takdel), S=Sedum tak (eller takdel), S*= avancerad *Sedum* tak med tjockare jordlager; i.d.=inte i drift.

Kamera nummer	Plats	Typ	14-juni	28-juni	20-juli	01-aug	13-aug	Summa
1	GTI (1.v.)	B	8	29	20	44	11	112
3	Augustenborg torg (samma tak som # 4) (1.v.)	B	2	9	56	5	9	81
5	Koggen (6.v.)	B	0	1	18	6	430 ²⁾	455
8	Koggen (6.v.)	B	21	0	i.d.	0	0	21
10	OHOJ (1.v.)	B	i.d.	12	11	5	2	30
Summa B			31	51	105	60	452	699
2	GTI (1.v.)	S	236 ¹⁾	51	1	86	377	751
4	Augustenborg torg (samma tak som #3) (1.v.)	S	0	i.d.	1	41	12	54
6	Koggen, innergård (1.v.)	S	74	i.d.	i.d.	27	53	154
7	Södervärn skola (2.v.)	S*	52	184	213	309	190	948
9	GTI (2.v.)	S*	0	106	182	375	259	922
Summa S			362	341	397	838	891	2829
Summa B+S			393	392	502	898	1343	3528

¹⁾ Kursiv betyder att kameran var riktat mot *Phedimus spec.*

²⁾ Vid sista omgången var nästan all vegetation överblommad, kameran riktades då mot den enda blommande växtligheten, som var *Phedimus spec.*

Det var intressant att notera att antalet observerade insekter ökade under perioden juni till augusti, detta påverkas bara delvis av att kameror var ur funktion. Det var ett överraskande resultat, därför att det förväntades att flest insekter skulle observeras i juli.

De flesta insekter på bild blir identifierad som humlor (n= 2240; 63%; Tabell 5). Humlor kunde ibland identifieras som jordhumlor och liknande arter, stenhumlor och liknande arter, samt hushumlor vid ett tillfälle. Bin observerades 241 (7%) gånger på bilderna. Det gick inte att artbestämma bin, men alla bin som identifierades som sådana, liknade honungsbin. Blomflugor observerades på 3% av bilderna (n=102). Det var tydligt att det handlade om flera olika arter. Fjärilar observerades bara vid två tillfällen (på flera foton eftervarandra). Det var två vitvingar (samtida på fotot) och ett påfågelläga.

Tabell 5: Olika insektsgrupper på gröna tak i Malmö.

	Biotoptak (n=5)	Sedum tak (n=5)	Summa	%
Humlor	494 ¹⁾	1746	2240	63%
Bin	50 ²⁾	191	241	7%
Blomflugor	50	52	102	3%
Fjärilar	4	8	12	0%
Inte identifierad	101	832	933	26%
Summa	699	2829	3528	100%

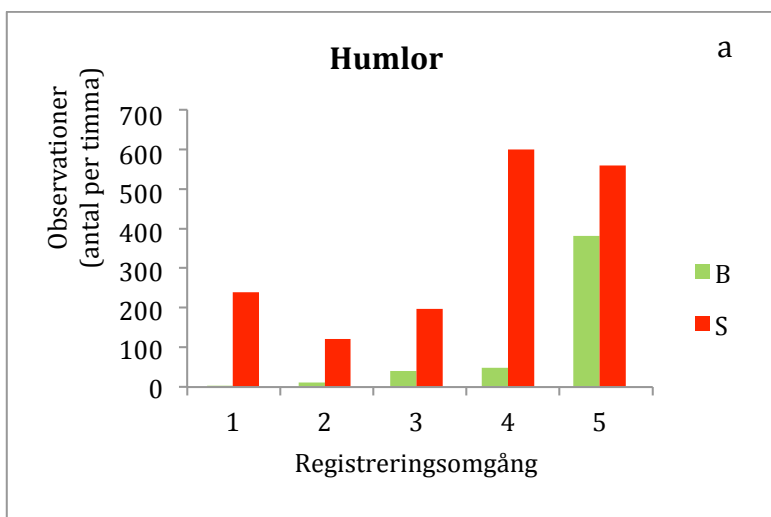
¹⁾ 368 av dessa observerades vid sista tillfället på *Phedimus* spec.

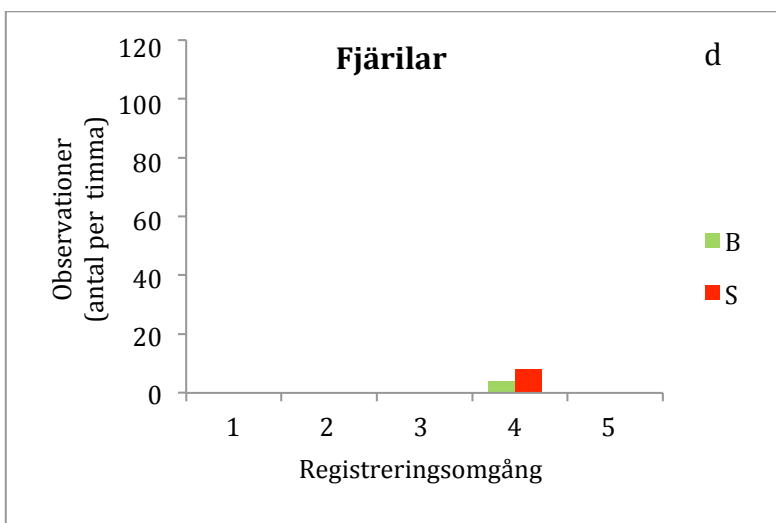
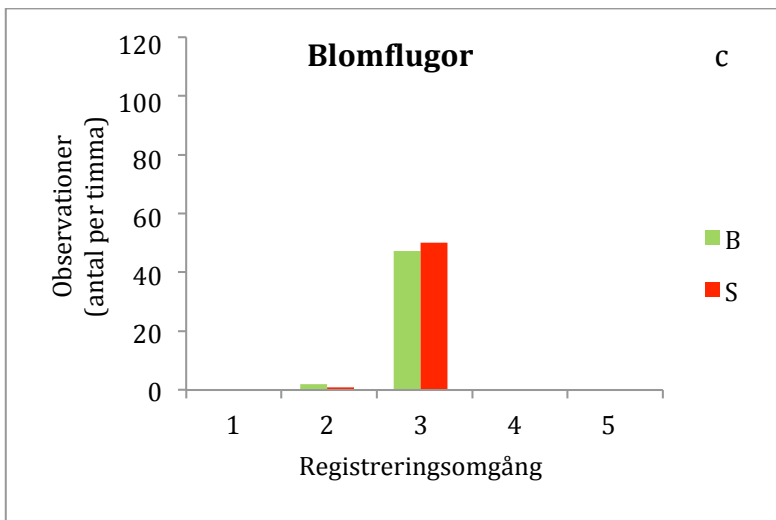
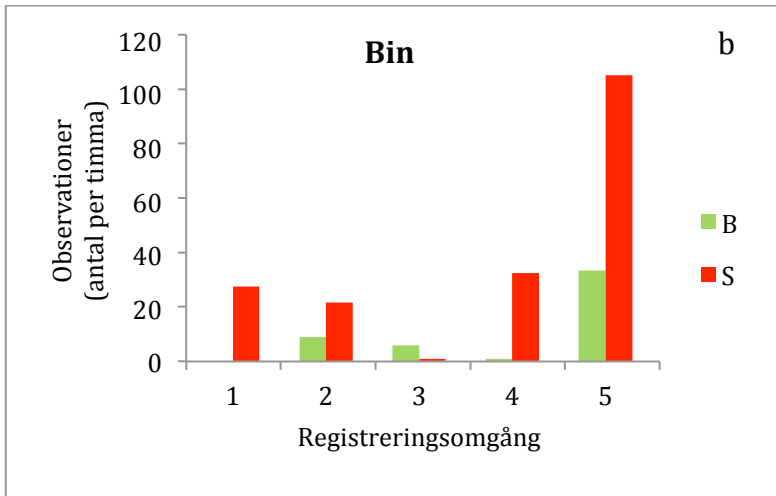
²⁾ 33 av dessa observerades vid sista tillfället på *Phedimus* spec.

Antal observationer som gjordes för de olika insektgrupperna på foton varierade inom undersökningsperioden. För humlor och bin gjordes mest observationer i augusti, för blomflugor nästan enbart i juli (Figur 4).

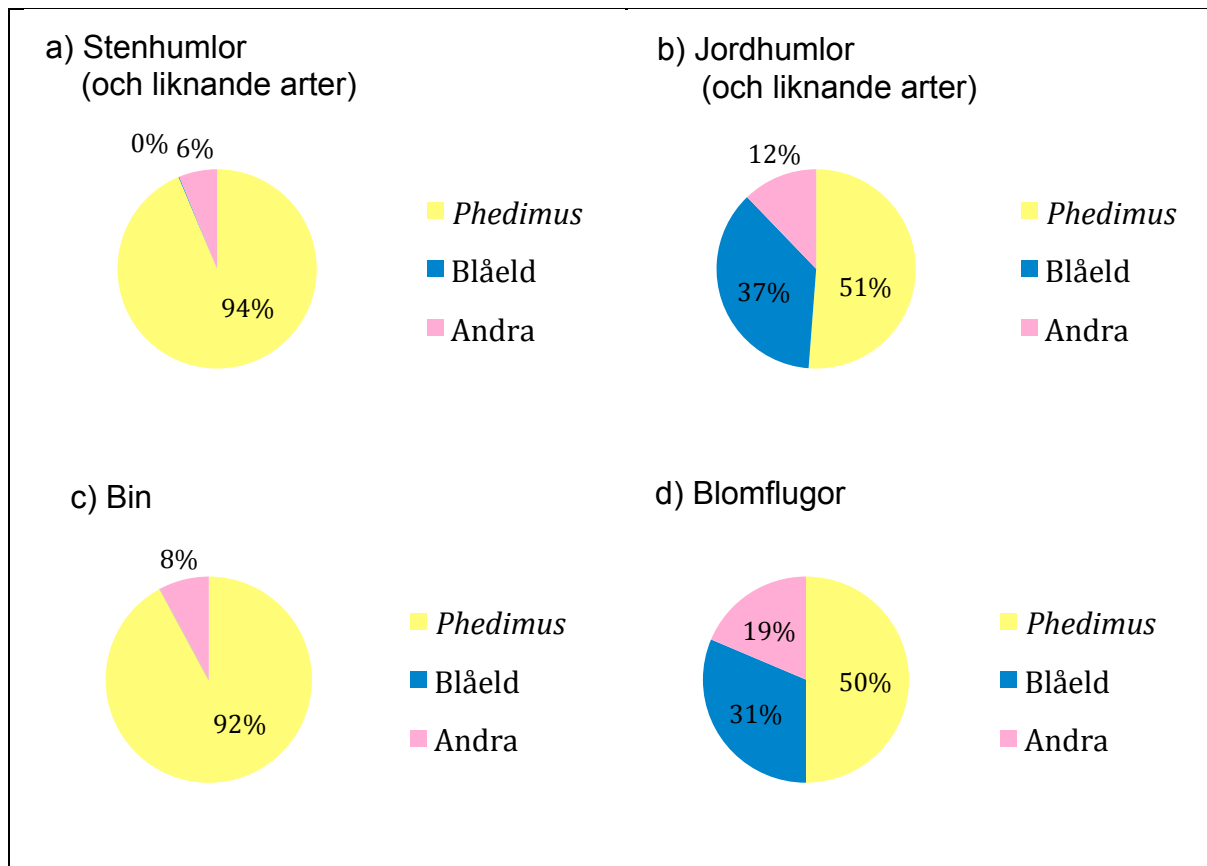
Av de 2240 humlor som observerades identifierades 806 som stenhumlor och liknande arter och 41 som jordhumlor och liknande arter samt 4 gånger observerades hushumlor (alla på samma tak vid samma tillfälle, OHOJ).

Figur 4: Antal observationer på foton (analys av en timme verklig tid) för humlor, bin, blomflugor och fjärilar på gröna tak i Malmö vid olika registreringsomgångar under sommaren 2017. B=biotoptak, S=Sedum tak. Observerar att skalan för den lodräta axeln för humlor är en annan än för de andra tre grupper; a) humlor, b) bin; c) blomflugor; d) fjärilar





Analysen av vilka blommor som besöktes av de olika insekterna visar en tydlig skillnad mellan olika grupper (Figur 5). Stenhumlor (och liknande arter) besökte i huvudsak *Phedimus* (94%). Jordhumlor (och liknande arter) kunde ses i lika stor utsträckning på andra blommor än *Phedimus*, särskild på blåeld (37%). Blomflugor besökte blommor i ett liknande mönster som jordhumlor, där hälften av besöken observerades på *Phedimus* och andra hälften på andra blommor, men då mest på blåeld. Det är viktigt att beakta att det fanns en sned fördelning av kameror riktade mot vegetationen. Av de 45 timmars material som analyserades, var 18 timmar (eller 40% av tiden) riktat mot *Phedimus* och 4 timmar (eller 9% av tiden) mot blåeld. Så både dessa växter har besökts oftare än vad man kan förvänta om alla växter hade besökts i relation till hur mycket de har fotograferats.



Figur 5: Observationer av a) stenhumlor (och liknande arter, $n=806$), b) jordhumlor (och liknande arter, $n=41$), c) bin ($n=241$) och d) blomflugor ($n=102$) på olika växter baserad på bildanalys på gröna tak i Malmö. Observera att observationstiden för olika växter är olika (*Phedimus* 40%, blåeld 9%, andra inkl. andra *Sedum* arter (51%))

Figur 6 visar exempel på foton gjorda inom experimentet med time lapse kameror.

Figur 6: Bilder tagna med time lapse kameror under experimentet



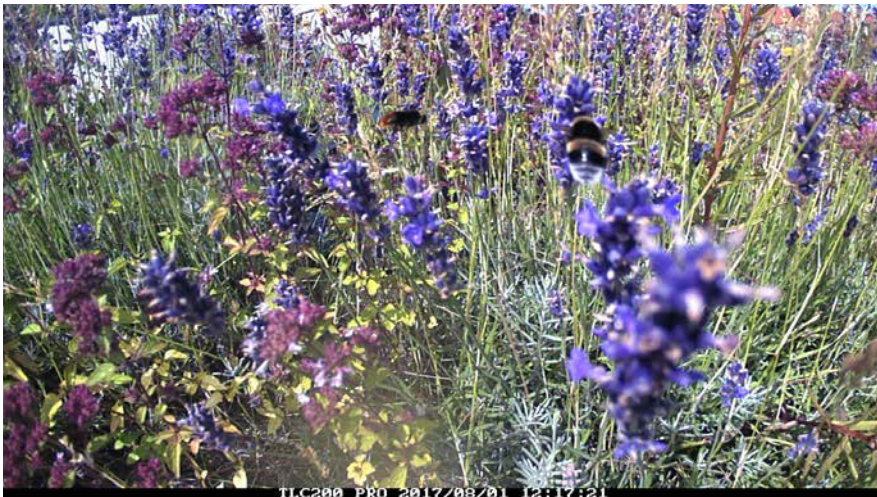
a) Humla på *Sedum album*



b) Humla flygande mot blåeld



c) Humla på harklöver



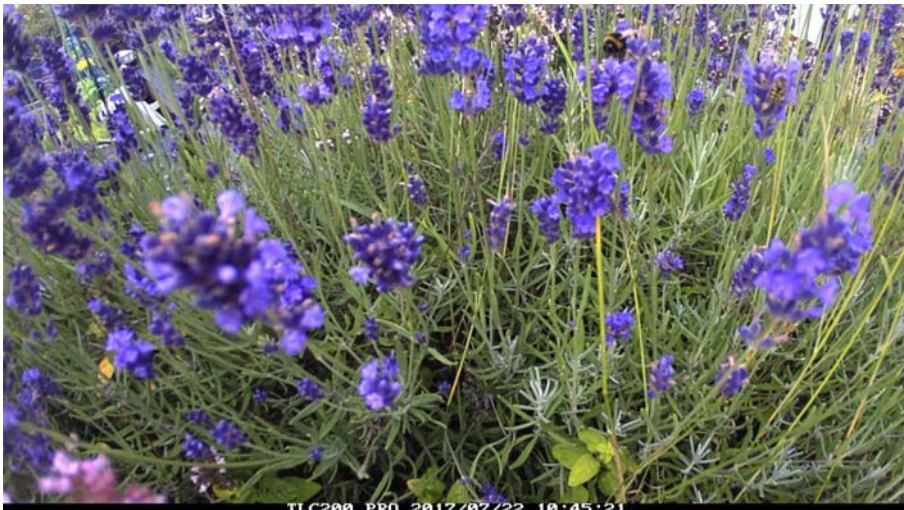
d) Stenhumla (eller liknande) och jordhumla (eller liknande) flygande mot lavendel



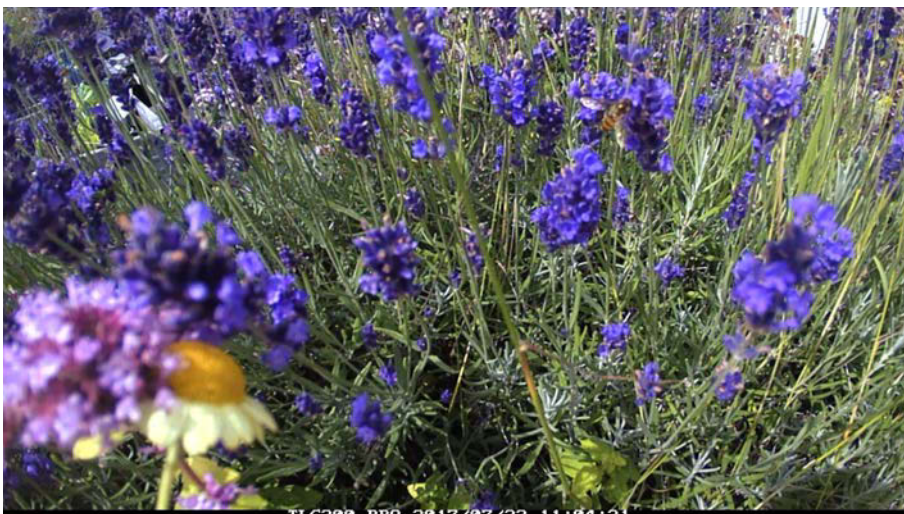
e) Bin på *Phedimus*



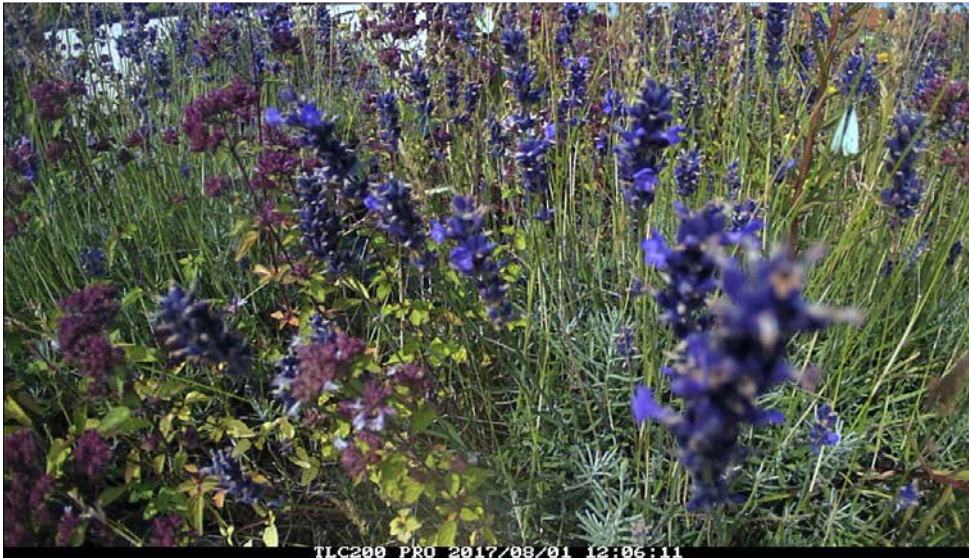
f) Stenhumla eller liknande på kungsmynta



g) Humla och blomfluga på lavendel



h) Blomfluga på lavendel



i) Vitvingar på lavendel

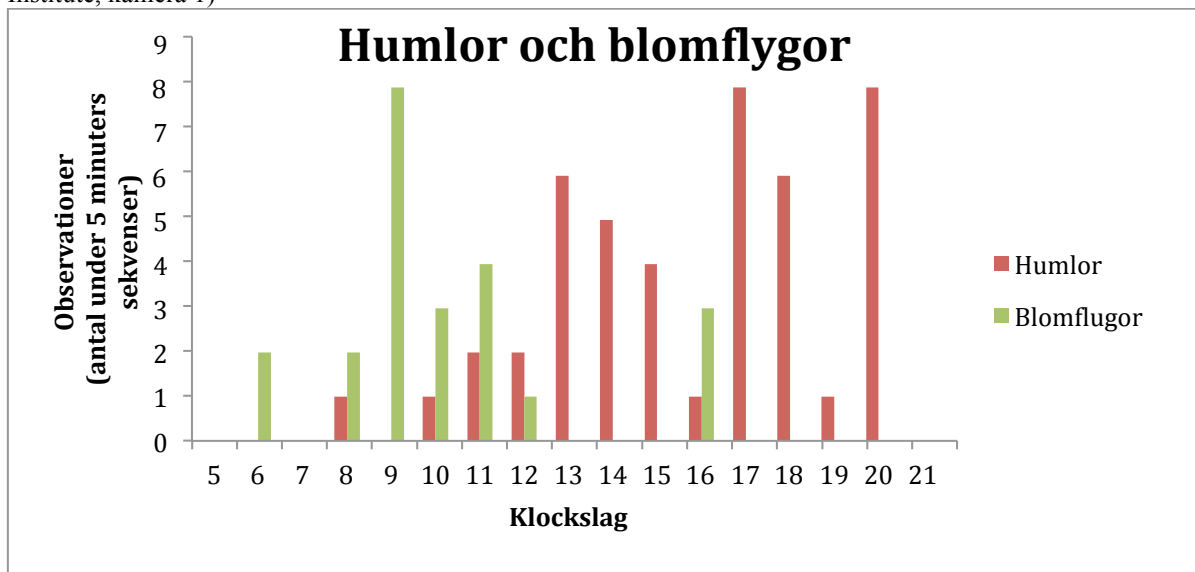


j) Hushumla flygande mot blåeld

Analys av bildmaterial – med metoden 5 minuter på varje heltimme för en dag (kamera 1)

Analysen av en dag (22 juli) uppdelad i 5-minuters-sekvenser på varje timma (kamera 1) visar att humlor och blomflugor hade olika aktivitetsmönster under dagen och på denna plats (Figur 7). Flera blomflugor observerades på förmiddagen, däremot sågs flera humlor på eftermiddagen än på förmiddagen. Humlorna var aktiva från kl 8 på morgonen och till kl 20 på kvällen. Blomflugor sågs mellan kl 6 på morgon och kl 16 på eftermiddagen. Totalt gjordes det 115 insektsobservationer under den dagen med kamera 1: 45 humlor, 23 blomflugor, 6 bin och 41 oidentifierade insekter.

Figur 7: Observationer av humlor ($n=45$) och blomflugor ($n=23$) på blommande lavendel och kungsmyntha, analys av 5 minuters sekvenser, en per hel timme, den 22 juli 2017 på ett grönt tak i Malmö (Green Roof Institute, kamera 1)



Diskussion

Metoddiskussion

Kamerorna fungerade över förväntan i det avseende att det var relativt få driftsstörningar och att kamerorna relativt lätt kunde fixeras på sin position samt också lätt kunde flyttas mellan olika positioner på samma tak. Det var också mycket positivt att fotograferingen med kamerorna bara i enstaka tillfällen stördes av utomstående. I efterhand kan man konstatera att vissa utmaningar som elförsörjning med solpanel, rörelsedetektor, trådlös wifi med möjlighet att skicka bilder digitalt under försöksperioden underskattades vid projektstart. Ändå kunde lösningar för dessa praktiska problem hittas som fungerade. Den utmaning som kanske är svårast att lösa är att fokusområde, bildskärpa och bildkvaliteten är beroende på kamerornas kostnad och att även med en större budget hade det varit problematiskt att lämna dyrare utrustning på de platser där kamerorna installerades. Den kompromiss som valdes här visar att en analys till artsnivå och delvis också gruppnivå ofta inte var möjligt. Ändå var de resultat som kunde erhållas med vald metod mycket intressanta att analysera.

Jämför man med andra studier så som Suetsugu och Hayamizu (2014) och Steen (2016) var det korta tidsperioder som kamerorna användes i dessa studier (5 nätter, respektive 5 omgångar med max 58 timmar). Edwards et al. (2015), som använde samma kameratyp som i den här studien, hade längre registreringsperioder – upp till en månad. Av det material som samlades in under den långa tid kamerorna var installerade i studien i Malmö har bara en mycket liten del kunnat analyseras. Den stora fördelen med metoden är att flera kameror kan vara i drift samtidigt och att till exempel en aktivitetsperiod på hela dagar kunde observeras. Analystiden kan överstiga själva inspelningstiden mångfaldigt. Så tidsvinster uppnås vid få observerade individer, vid många individer kan analystiden vara fyra gånger så lång jämfört med de metoder som används vid vanligt fältarbete, alltså observationer utan kamera.

Metoden och analysen är väl ägnad för att jämföra observationer mellan tak, men det går inte få fram information om hur många individer som syntes i och med att man inte kan veta om det är samma individ som fortfarande syns efter 10 sekunder eller en annan. I de alla flesta fall flyttade sig en individ från en blomma till en annan inom 10 sekunder, det vill säga det var bara i undantagsfall insekter med samma utseende var synliga på precis samma blomma på flera efterföljande bilder.

Diskussion av resultat

Resultaten var i flera avseenden oväntade. Det fanns en arbetshypotes att det antagligen var en skillnad mellan hur många observationer av humlor, fjärilar och blomflugor som gjordes på biotoptak och *Sedum*-tak, men att skillnaderna var så stora samt att det var mycket flera observationer på *Sedum*-tak var inte väntat. Det var inte heller väntat att skillnaden mellan olika *Sedum*-tak var så stora beroende på vilken *Sedum*-art som fanns på taket. Det var inte känt innan experimentet av författaren att *Phedimus* var den växtart som skulle visa sig att ha flest insektbesök. Innan experimentets start antogs också att de flesta observationer skulle göras i juli som i andra fältförsök som genomfördes med dessa insektgrupper, men så var inte fallet. Flest observationer gjordes i slutet av fältsäsongen, i augusti. Experimentet genomfördes på olika takhöjd och det antogs att det skulle vara färre insektsbesök på de högre taken. Även om det inte går att analysera detta statistiskt på grund av få tak som dessutom hade olika vegetation går det dock att konstatera att ett tak på 6e våningen hade flest observationer under en timma.

Det var intressant att blomflugor observerades i den omfattning de gjorde samt att det var olika aktivitetsmönster för olika insektgrupper (i alla fall för en kamera under en dag). Dessutom konstaterades att det var olika blomflugearter som syntes på bild. Fjärilar syntes sällan och frågan är om metoden är lämplig för insektgrupper som förekommer i så låg densitet. Bin kunde inte artbestämmas, men intrycket var att det i princip utelutande handlade om honungsbin. Humlorna var den insektgrupp som observerades oftast på bild, men endast tre arter kunde urskiljas. Gruppen stenhumlor (och arter som liknar den) var den absolut dominerande gruppen.

Sammantaget kan det konstateras att många observationer av insekter kunde göras under experimentets gång och det tillåter slutsatsen att gröna tak kan användas ofta eller regelbundet som näringsbiotop för humlor, blomflugor och bin. Artdiversiteten på taken bedöms som relativt låg, men kunde inte studeras tillräckligt med den valda metoden. Det finns dock indikationer att det handlar om ganska få arter som använder gröna tak, men i den typ av stadsmiljön som undersöktes är artdiversiteten av insekter generell inte särskilt hög (Haaland 2017). Däremot kan de gröna taken vara en viktig näringsbiotop. I vilken utsträckning beror på takens utformning. *Phedimus* attraherar många stenhumlor och blåeld är attraktiv för blomflugor och jordhumlor. Det är tydligt att tak som inkluderar *Phedimus* används oftare av humlor och bin än tak som inte inkluderar *Phedimus*. En humleart (hushumla) hittades bara på ett biotoptak. Det kan vara en indikation att vissa arter inte använder *Sedum*-tak utan bara biotoptak. Vid batteribytte på ett av de biotoptaken (OHOJ) sågs en stenhumla bygga bo i augusti. Det bevisar att gröna tak inte bara kan användas som näringsbiotop, men också som övervintringsplats.

Resultaten i denna studie kan inte direkt jämföras med andra studier, eftersom kameror inte har används för att studera insekter på gröna tak hittills (åtminstone är sådana i nuläget inte kända av författaren). Studier som har undersökt steklar på olika taktyper i Frankrike konstaterade att tak med ängsvegetation hade flera arter och individer än tak med *Sedum* vegetation (Madre et al. 2013). Av studien framgår det dock inte vilka *Sedum* arter som växte på taken. Några studier påpekar att det är framför allt vanliga arter som finns på gröna tak (till exempel Madre et al. 2013; Williams et al. 2014), men Sonnay och Pellet (2016) hittade också rödlistade insektarter på ett tak i Schweiz. Även Williams et al. (2014) drog slutsatsen att de flesta arter som hittas på gröna tak är generalister, men att undantag finns.

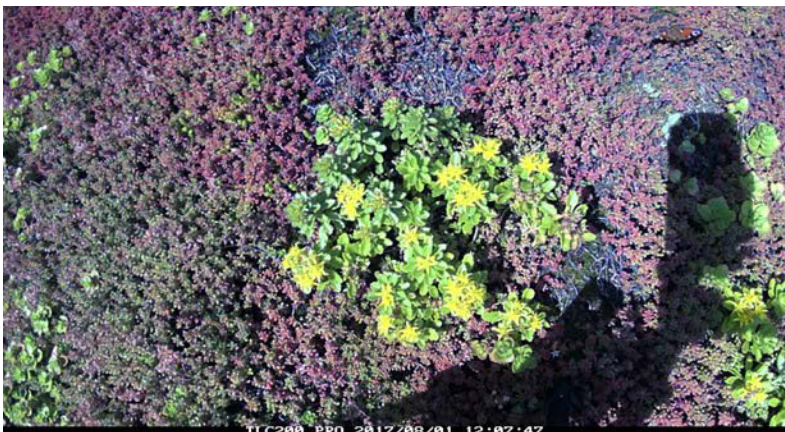
Slutsatser

För att anlägga gröna tak med syfte att gynna insekter kan man dra följande slutsatser av projektets resultat:

- *Phedimus* i artblandningen ökar antal insektsbesök avsevärt jämfört med om andra sedumarter används till exempel *Sedum album*; *Phedimus* har en lång blomningsperiod, vilket även det är gynnsamt i det här sammanhanget.
- *Phedimus* är attraktiv för insekter också på tak som ligger på 6e våningen.
- *Phedimus* får många besök av insekter, men det verkar som om det är få olika arter som gör besöken.
- För en ökad biologisk mångfald av insekter är det därför viktigt att variera taktyperna, biotoptak kan attrahera andra insektarter än *Sedum* tak med *Phedimus*

Tack!

Härmed vill jag tacka alla som har bidragit till att denna studie kunde genomföras samt har hjälpt med att färdigställa rapporten. Movium och Malmö stad tackar jag för finansiering och motfinansiering, det var jättegivande att kunna genomföra detta experiment! John Block och Jonatan Malmgren vid Scandinavian Green Roof Institute vill jag gärna tacka för all hjälp kring det praktiska, med värdefull information samt givande diskussioner. Tobias Emilsson har hjälpt till med val och test kring kamerorna. Ann-Mari Fransson, som är projektleder för BiodiverCity-projektet vid SLU, har alltid varit uppmuntrande och stötande genom projektet, samt har språkgranskat rapporten. Annika Kruise vid Malmö stad har inom BiodiverCity väsentligt bidragit med att sprida resultaten av projektet. Ann-Mari Fransson, Annika Kruise och Tobias Emilsson har kommenterat tidigare versioner av rapporten och därmed väsentligt bidragit till dess förbättring. Anna Peterson, kollega vid SLU, samt familjemedlemar har sett till att jag fick hjälp vid takbesök (som inte kunna genomföras ensamt) under semestertider. Tack för det med!



Figur 8: Påfågeloğa på *Sedum* tak

Referenser

Andersson J (Red.) (2017) Biologisk mångfald i den täta staden – tips och erfarenheter kring gröna lösningar

Benvenuti, S (2014) Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. *Landscape and Urban Planning* 124, 151–161

Braaker S, Ghazoul J, Obrist MK, Moretti M (2014) Habitat connectivity shapes urban arthropod communities - the key role of green roofs. *Ecology* 95, 1010–1021

Colla SR, Willis E, Packer L (2009) Can green roofs provide habitat for urban bees (Hymenoptera: Apidae)? *Cities and the Environment* 2 (1), article 4

Edwards J, Smith GP, McEntee MHF (2015) Long-term time-lapse video provides near complete records of floral visitation. *Journal of Pollination Ecology* 16, 91-100

Ekologigruppen (2016) Eko aktuellt. Nyhetsbrev från ekologigruppen, November 2016.
(<http://www.anpdm.com/newsletterweb/44475D427947415E4275404759/414050437441435A43734542594371>)

Forman RTT (2016) Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different? *Landscape Ecology* 31, 1653–1662

Gibbs D, O'Neill K (2015) Building a green economy? Sustainability transitions in the UK building sector. *Geoforum* 59, 133–141

Haaland C (2017) Fjärilar och humlor i grönstrukturer i Malmö – En utvärdering inom Vinnova projektet BiodiverCity (fas 3). Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Rapport 2017:7

Ksiazek K, Fant J, & Skogen K (2012) An assessment of pollen limitation on Chicago green roofs. *Landscape and Urban Planning* 107, 401-408

Lafortezza R, Chen J, van den Bosch Konijnendijk C, Randrup TB (in press) Nature-based solutions for resilient landscapes and cities. *Environmental research*

Lee L-H, Lin J-C (2015) Green roof performance towards good habitat for butterflies in the compact city. *International Journal of Biology* 7, 103-112

Lepczyk CA, Aronson MFJ, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, Macivor, JS (2017) Biodiversity in the city: Fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *Bioscience* 67, 799-807

Lundberg M (2014) Växter och djur på gröna tak i Stockholm. Examensarbete i biologi, masterexamen 30hp, Uppsala universitet, 29s.

MacIvor JS, Lundholm J (2011) Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban Ecosystems* 14, 225–241

- Madre F, Vergnes A, Machon N, Clergeau P (2013) A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering* 57, 109– 117
- Nagase, A, Kurashina, M, Nomura, M (2013) Planting design and vegetation management for promoting biodiversity at a university campus - example of butterfly. In: Wuzhong ZZ, Groening G, Drew RA (ed.) III International conference on landscape and urban horticulture. *Acta Horticulturae* 999, 229-234
- Nakase Y, Suetsugu K (2016) Technique to detect flower-visiting insects in video monitoring and time-lapse photography data. *Plant Species Biology* 31, 148–152
- Pettersson A, Malmberg J, Emilsson T, Jägerhök T, Capener C-M (2017) *Gröna tak handbok*. Vinnova.
- Preller B, Affolderbach J, Schulz C, Fastenrath S, Braun B (2017) Interactive knowledge generation in urban green building transitions. *The Professional Geographer* 69, 214-224
- Sonnay V, Pellet J (2016) Pollinators inventory on an urban green roof. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 95, 5-19
- Suetsugu K, Hayamizu M (2014) Moth floral visitors of the three rewarding *Platanthera orchids* revealed by interval photography with a digital camera. *Journal of Natural History* 48, 17-18
- Steen R (2016) Diel activity, frequency and visit duration of pollinators in focal plants: in situ automatic camera monitoring and data processing. *Methods in Ecology and Evolution*, 11 s. doi: 10.1111/2041-210X.12654
- Wang JW, Poh CH, Tan CYT, Lee VN, Jain A, Webb EL (2017) Building biodiversity: drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban roof gardens. *Ecosphere* 8, Article e01905
- Williams NSG, Lundholm J, MacIvor JS. (2014) Can green roofs support biodiversity conservation goals? *Journal of Applied Ecology* 51, 1643–1649