

ARTRIKA GRÖNA TAK

Ett gestaltungsförslag med fokus på att öka den biologiska mångfalden på ett befintligt grönt tak



Erika Spegel-Nääs

Titel: Artrika gröna tak – Ett gestaltungsforstag med fokus på att öka den biologiska mangfalden på ett befintligt grönt tak
Engelsk titel: Green Roofs Rich in Species – A Design Proposal with Focus on Increasing the Biodiversity on an Existing Green Roof
© Erika Spegel-Näas
Handledare: Sofia Eskilsson, SLU, institutionen för stad och land
Examinator: Anna Tandré, SLU, institutionen för stad och land
SLU, Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur
Omfattning: 15 hp
Nivå: Grundnivå G2E
Kurs: EX0725, Projekt i landskapsarkitektur
Landskapsarkitekturprogrammet, Ultuna
Nyckelord: biologisk mangfald, gröna tak, vildbin, biodiversitetstak, upplevelse, Ulls hus
Omslagsbild: Perspektiv över ett av de gröna taken som ingår i uppsatsens gestaltungsforstag.
Illustration: Erika Spegel-Näas 2015. Källa till skalgubbe: Skalgubbar.se. Källa till övriga foton i kollaget: Erika Spegel-Näas.
Publiceringsår: 2015
Publiceringsort: Uppsala
Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se/>

Abstract

Today's condensation of our cities leads to reductions of green areas, which also leads to fragmentation of habitats for many species. To compensate for the loss of green space, green roofs are built upon many buildings. Since the most frequently used green roofs consist of prefabricated mats they have low value in biodiversity. So called biodiversity roofs have a greater variation of plant species which contributes to increased biodiversity. Wild bees, who are essential for the pollination of cultivated and wild plants, are an example of a species that is being threatened. If more green roofs had a greater variation in flowering vegetation, the support of these native bees would be increased. The purpose of this Bachelor's thesis is to, by means of a design proposal, show how the biodiversity on an existing green roof can be increased, at the same time creating views with high value in experience for the people who stay in the building Ulls hus. Ulls hus, which belongs to the Swedish University of Agricultural Sciences, is included in the ambition of making a green Campus Ultuna. Parts of the roof is today planted with prefabricated mats of sedum with low value in biodiversity. To support the native bees it's important to choose a combination of plants flowering between april and september. *Echium vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Papaver rhoeas* and clover species like *Trifolium arvense* are examples of important plant species. Biodiversity can be increased by varying the nutrition content, substrate depth and type of substrate. Useful substrates can consist of sand, crushed bricks, gravel or biochar and have a depth between 50 and 150 mm. Nesting patches can be made by placing small hills of sand, or bee hotels of bamboo or logs on the green roofs. Since humans also need green areas for their well-being, green roofs can function as spaces for recreation or view from nearby buildings. According to research it's proved that green roofs containing a variety of meadow plants create more positive feelings than sedum roofs with fewer species. A green meadow roof is highly rated since its natural shapes and patterns and higher complexity in colours involve favourable visual impressions. In this Bachelor's thesis a literature study, contacts with experts, a site inventory and analysis formed the basis of a program, a concept and a design proposal. The design consists of an illustrated site plan showing one of the green roofs, a table of plant species, two sections in different scales and a perspective illustration. Since the suggested plant species have a flowering period between april and september the wild bees will have food during the whole season. According to research on human preferences for nature, many people prefer wild nature rather than designed places. In this Bachelor's thesis these two effects are being combined. This results in a green roof giving support to wild bees, at the same time presenting a green space with positive visual effects for observers. The final section of the thesis deals with the difficulties in finding research material for the literature study. Moreover, it is discussed how the design proposal for the green roofs will favor wild bees and how such roofs will be experienced by humans.

Sammandrag

Då våra städer förtätas försvinner allt fler grönytor, vilket i sin tur leder till att livsmiljöer för många arter fragmenteras. För att kompensera förlusten av gröna områden anläggs gröna tak på många byggnader. Eftersom de vanligast förekommande gröna taken består av prefabricerade mattor med en liten variation av växtarter har de lågt värde för den biologiska mångfalden. Biodiversitetstak är däremot tak som med sin stora variation av växtarter bidrar till ökad biologisk mångfald. Vildbin, vilka är livsviktiga för pollineringen av odlade och vilda växter, är exempel på en hotad art. Om det istället anlades fler gröna tak med en mer varierad och rikt blommande flora skulle vildbina kunna gynnas i större utsträckning. Syftet med detta arbete är att genom ett gestaltungsförslag visa hur den biologiska mångfalden kan ökas på ett befintligt extensivt grönt tak, samtidigt som upplevelserika utblickar skapas för människorna som vistas i byggnaden. Studien appliceras på Ulls hus som tillhör Sveriges lantbruksuniversitet på Ultuna i Uppsala. Taken på Ulls hus ingår i ambitionen att utveckla ett grönt Campus Ultuna. Delar av byggnadens tak är idag anlagda med prefabricerade sedummattor med lågt värde för den biologiska mångfalden. För att tillgodose vildbins födobebehov är det viktigt att välja en sammansättning av växter som blommar från april till september. Exempel på lämpliga växter är blåeld, käringtand, kornvallmo och klöverväxter som harklöver. Den biologiska mångfalden kan också ökas genom att variera näringsmängd, djup och typ av substrat på taken. Användbara substrat kan bestå av sand, krossat tegel, grus eller biokol och ha ett djup på mellan 50 och 150 mm. Boplatser för vildbin kan skapas genom att anlägga små kullar av sand eller placera ut bihotell av bambu eller stockar med hål i på de gröna taken. Eftersom människan är i behov av grönytor kan de gröna taken även fungera som vistelseyta och blickfång från omgivande byggnader. Enligt forskning påverkas människor mer positivt av gröna tak med en större variation av växtlighet än av sedumtak med få arter. Artrika ängstak har ett högt upplevelsevärde eftersom de har naturlika mönster och former och ofta även en större färgvariation än sedumtak. En litteraturstudie, inventering och analys samt kontakt med sakkunniga utgjorde underlag för program, koncept och gestaltungsförslag. Gestaltungsförslaget presenteras med en illustrationsplan över ett av de gröna taken, en växtlista i tabellform, två snitt i olika skalor samt en perspektivbild. Sammansättningen av växtarterna i gestaltungsförslaget har en blomningstid som sträcker sig från vår till tidig höst, vilket ger ett födolager för vildbin under hela säsongen. Angående människans preferenser gällande natur har det enligt forskning visat sig att det vildvuxna upplevs som mer positivt än det gestaltade. I detta arbete kombineras således dessa effekter så att vildbins födobebehov främjas samtidigt som ambitionen om att skapa taktytor med positiva upplevelseeffekter uppnås. I uppsatsens avslutande del diskuteras att det delvis var svårt att hitta forskningsunderlag i litteraturstudien. Vidare diskuteras hur gestaltningen av de gröna taktytorerna på Ulls hus kan komma att påverka vildbin samt hur upplevelsen av gröna tak kan variera beroende på betraktarens förförståelse.

Innehåll

Introduktion	5
Bakgrund	5
Syfte och frågeställning.....	5
Avgränsning	5
Begrepps- och ordförklaring.....	6
Metod	6
Litteraturstudie	6
Kontakt med sakkunniga.....	6
Inventering och analys	6
Programformulering, koncept och gestaltning	6
Förstudie	6
Vildbins livsmiljöer och födobehov	6
Boplatser för vildbin på gröna tak.....	7
Substrat och uppbyggnad som ökar den biologiska mångfalden	7
Växter som gynnar vildbin och är anpassade för torra förhållanden	7
Resultat	8
Inventering.....	8
Analys.....	8
Program.....	9
Koncept	9
Gestaltningförslag	9
Diskussion	14
Metod och arbetsprocess.....	14
Resultatdiskussion	14
Frågor för vidare studier	14
Referenser	15
Bildreferenser	16

Introduktion

Begreppet gröna tak är på väg att få en ny innerbörd. De ensartade sedumtaken ersätts av mer artrika biotopak. (Thiberg 2015)

Enligt Wrede (2011) domineras de gröna taken i Sverige idag av prefabricerade extensiva sedumtak vilka består av olika fetknoppsarter. Dessa tak har ett djup på omkring 50 mm och väger cirka 50 kg per kvadratmeter, vilket gör att de kan anläggas på de flesta byggnader utan att förstärkning krävs (Wrede 2011).

Ignatieva och Bubnova (2014) menar att den begränsade variationen av arter leder till att takens potential för att gynna biologisk mångfald inte nyttjas fullt ut. De beskriver att det nu har uppkommit en ny inriktning inom gröna tak där fokus ligger på att just främja den biologiska mångfalden, exempelvis genom att skapa gröna tak som härmar den natur som tidigare fanns på platsen innan den bebyggdes.

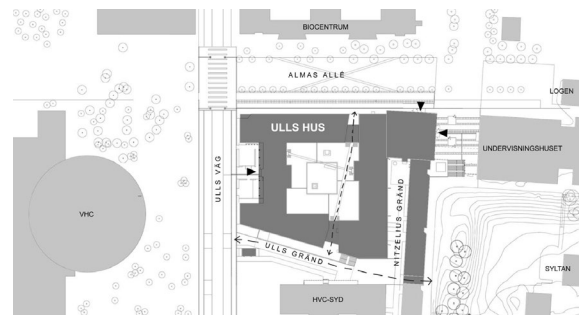
Då städerna växer sig tätare menar jag att de gröna taken troligen kommer att bli allt fler för att kompensera för minskade grönytor. Dessa kan då komma att fungera som vistelseyta och utblick från omgivande byggnader.

Eftersom det finns ett stort utbud av företag som säljer prefabricerade mattor anser jag att det inte krävs stora växtkunskaper hos beställaren. För att inte alla gröna tak ska inneha begränsad artvariation behövs mer forskning om hur den biologiska mångfalden på de gröna taken kan gynnas genom större artvariation av växter.

Enligt Ahrné, Bengtsson och Elmqvist (2009) bör den biologiska mångfalden på de gröna taken ökas för att minska hotet som städerna utgör mot bin och humlor. De menar att då grönområden försvinner förstors naturliga livsmiljöer för många biarter.

Då landskapsarkitekter har kunskaper om växter, ekologi och gestaltning finns möjlighet att kombinera dessa kunskaper och gestalta gröna tak som gynnar biologisk mångfald samt skapa upplevelserika utblickar för oss människor.

De gröna tak som ingår i detta kandidatarbete består av prefabricerade sedummattor och tillhör Ulls hus som är en del i ambitionen om att utveckla ett grönt Campus Ultuna vid SLU i Uppsala. En utökad mångfald och varierad grönska på taken skulle ytterligare förstärka idén med ett grönt Campus.



Figur 1. Översiktsskarta över området kring Ulls hus. Källa: Ahrbom & Partner.

Bakgrund

I denna del presenteras varför vildbin behöver gynnas på de gröna taken samt varför gröna tak är viktiga ur ett upplevelseperspektiv.

Varför behöver bin gynnas på de gröna taken?

I Sverige är 84 av 280 vildbinsarter rödlistade enligt Linkowski, Cederberg & Nilsson (2004). De beskriver att minskningen av vildbin, som är en av de viktigaste pollinerarna, skapar stora problem vid pollinering av blommande grödor och Sveriges naturliga flora.

Torrängar, som hotas av både exploatering och igenväxning, är exempel på platser som är viktiga för humlor och bin (Söderström 2013).

Enligt Stromfeldt Christensen (2015) skapar monokulturer som stora rapsfält problem då de under en kort period erbjuder mycket föda, men när blomningen är över uppstår födobrist vilket leder till att bina blir mer utsatta för att drabbas av sjukdomar.

Mattson och Lang (2001, s. 152) beskriver att bin som istället pollinerar en större variation av växter får ett starkare immunsystem.

Enligt Groundwork Sheffield (2011) kan den biologiska mångfalden på gröna tak gynnas genom att anlägga biodiversitetstak. De beskriver att dessa tak har samma sammansättning som ett extensivt grönt tak men är utformade för att skapa livsmiljöer för en viss typ av flora och fauna. På så sätt kan taken erbjuda föda, bo- och häckningsplatser för bland annat bin, skalbaggar, fjärilar och fåglar (Groundwork Sheffield 2011).

Att uppleva ett grönt tak

Inom miljöpsykologi har forskning gjorts på hur människan upplever olika sorters vegetation. Enligt en studie gjord av Kaplan (2007) får naturen ett högre upplevelsevärde ju mer naturlig och "vildvuxen" den anses vara. I studien föredrogs "prärielika" och mer ängslika och vilda gräsytor i större utsträckning framför stora klippta gräsmattor.

Ett starkt motiv till att anlägga gröna tak är för att skapa mer upplevelserika utblickar från byggnader. Det är även viktigt att välja tilltalande växtlighet på tak som enbart är visuellt nåbara (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 28).

Enligt en undersökning gjord vid University of Toronto ändras upplevelsen av ett grönt tak genom växtlighetens sammansättning. Resultatet visade att de anställda upplevde ängstakets naturliga mönster och former som mer positivt då den lugnande effekten var större samt att taket var mer upplevelserikt att blicka ut på (Dakin, Benjamin & Pantiel 2013, s. 27-28).

Dunnett och Kingsbury (2004, s. 88) beskriver att växternas sammansättning bör sammanfalla med funktionen för det gröna taket. De menar att ett tak som är fysiskt otillgängligt men ändå synligt på nära håll gärna kan inneha en större variation av växtarter än ett tak som enbart ses på avstånd.

I en studie gjord av Grahn och Stigsdotter (2010) visade det sig även att människan upplever en mångfald av djur och växter som positivt.

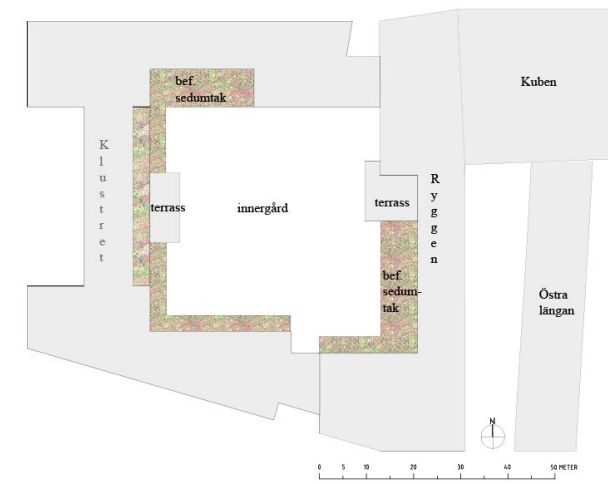
Enligt Bennewitz (2009-09-02) kan en större artrikedom av växter på ett grönt tak öka upplevelsevärdet. Författaren beskriver att sedumtak kan blomma i nyanser som vitt, rött och gult medan ett ängstak kan ha en mer varierande färgpalett.

Syfte och frågeställning

Syftet med detta arbete är att genom ett gestaltningsförslag öka den biologiska mångfalden på ett befintligt extensivt grönt tak, samtidigt som upplevelserika utblickar skapas för människor inifrån byggnaden. Gestaltningsförslaget appliceras på Ulls hus som tillhör Campus Ultuna, Uppsala. Frågeställningen lyder: *Vilka tillägg av växter, boplatser och marksubstrat behöver göras på Ulls hus gröna tak för att vildbin ska gynnas, samtidigt som upplevelserika utblickar skapas för de människor som vistas inne i byggnaden?*

Avgränsning

Arbetet avgränsas till att göra ett gestaltningsförslag för de befintliga extensiva gröna taken närmast innergården på Ulls hus, Ultuna med fokus på att gynna vildbin. Detta görs genom att ta fram ett förslag på tillägg av växter, boplatser och substrat som gynnar dessa arter. Flertalet av växterna består av arter som ingår i den svenska floran. Dessa växer naturligt på torrängar och torrbackar, som enligt Söderström (2013) är naturliga boplatser för vildbin. Gestaltningen fokuserar även på människors visuella upplevelse av taket inifrån byggnaden. Den tekniska uppbyggnaden samt skötsel beskrivs översiktligt.



Figur 2. Översikt över befintliga sedumtak på Ulls hus. Källa ritningsunderlag: Ahrbom & Partner. Tillägg av författaren: Färgmarkering av sedumtak (rödgrön), omgivande byggnader (grå) samt text för byggnadsnamn.

Begrepps- och ordförklaring

Nedan följer förklaringar på termer och begrepp som förekommer i uppsatsen.

Biologisk mångfald: Med biologisk mångfald menas biodiversitet och artrikedom och innefattar mångfald av ekosystem och genetisk variation inom arter (Nationalencyklopedin 2015a).

Grönt tak: Enligt Green roof (2014) kan de gröna taken delas in i tre olika kategorier: Extensiva, semi-intensiva och intensiva. Extensiva gröna tak har ett substratdjup på mellan 30–150 mm och är ofta planterade eller frösådda med torktåliga växter som sedumväxter, örter, mossor. Semi-extensiva gröna tak har ett substratdjup som ligger mellan 150–250 mm och kan inneha sedumväxter, gräs, örter och buskar.

Intensiva gröna tak har det djupaste substratlagret på mellan 200–2000 mm, vilket gör att de kan inneha en stor variation av både träd, buskar och perenner.

Monokultur: Odling som ensidigt inriktar sig på ett enda växtslag (Nationalencyklopedin 2015c).

Substrat: En konstruerad växtbädd som innehåller en varierad mängd oorganiskt och organiskt material. Substratet ska kunna erbjuda växterna tillräckligt med syre, vatten och näring (Groundwork Sheffield 2011).

Torräng: Torrängar består av ängsvegetation på torr mark. De är ofta lågproduktiva vilket ökar rikedomerna av växter och djur (Nationalencyklopedin 2015d).

Vildbin: Humlor och solitärbin (Linkowski, Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Namnet solitärt bi kommer av att honan själv sköter om boet till skillnad från de sociala bina vars arbetare sköter den uppgiften (Jordbruksverket 2015-08-26). Honungsbin odlas för produktion av honung samt för användning som pollinatör (Nationalencyklopedin 2015b).

Metod

För att få en teoretisk bakgrund till det fortsatta arbetet gjordes en inledande litteraturstudie. Även sakkunniga inom olika områden kontaktades. Inventeringen gjordes för att få information om gestaltningsidéerna kring Ulls hus samt för att få inspiration till gestaltningsarbetet. För att analysera platsen gjordes en SWOT-analys. Inventeringen tillsammans med analysen låg sedan till grund för gestaltningsarbetet.

Litteraturstudie

Fakta om biologisk mångfald på gröna tak söktes via internet med hjälp av Google, Primo samt databasen Web of science. Sökord som användes var *extensiva gröna tak*, *extensiva gröna tak + biologisk mångfald*, *gröna tak + vildbin*, *gröna tak + upplevelse* samt olika ändelser, synonymer och engelska översättningar till dessa.

Kontakt med sakkunniga

För att få tillgång till ritningsunderlag samt uppgifter om gestaltningsidéer bakom byggnaden till Ulls hus kontaktades Paul Kvanta på Arkitektkontor Ahrbom & Partner i Stockholm via e-post den 29 april 2015. Uppgifter om gestaltningsidéerna för innergården togs fram via Jens Modin på White Arkitekter. Kontakten hölls via e-post den 1 maj 2015. Fakta om växter på befintliga sedumtak togs fram genom e-postkontakt med Shanti Wittmar på Veg Tech¹ den 7 maj 2015.

Inventering och analys

Inventeringen gjordes genom studier av ritningar och rapporter om Ulls hus samt ett platsbesök på innergården den 5 maj 2015. Platsbesöket gjordes för att få en uppfattning om befintliga växter samt mark- och byggnadsmaterial på innergården. En uppskattning om förväntat mikroklimat på taket gjordes utifrån litteratur som behandlar klimat på gröna tak (Green roof 2014).

Efter inventeringen gjordes en SWOT-analys där platsens Strengths (styrkor), Weaknesses (svagheter), Opportunities (möjligheter) och Threats (hot) undersöktes. Analysen går ut på att bestämma och bedöma platsens egenskaper varefter dessa sedan placeras in under de fyra olika kategorierna. Detta analysverktyg är summerande och ger en överblick över rådande förhållanden utifrån interna och externa faktorer (Boverket 2015).

Programformulering, koncept och gestaltning

Resultatet av analysen ledde vidare till en programformulering samt ett koncept för det gröna taket. Punkterna i programmet valdes ut efter potential att kunna svara på frågeställningen. Parallellt med litteraturstudien utarbetades en växtlista i tabellform som till största delen består av inhemska arter som gynnar vildbin och är anpassade för torra förhållanden. Gestaltningen presenteras genom en illustrationsplan över ett av de gröna taken, växtlistor i tabellform, två snitt samt en perspektivbild.

Förstudie

Litteraturstudien gav svar på vilka faktaområden som hade störst potential att bilda utgångspunkt för gestaltningsarbetet. Genom förstudien framkom exempelvis hur vildbin kan gynnas på gröna tak. Nedan beskrivs arternas naturliga livsmiljöer och födoplatser. Därefter ges exempel på hur vildbin kan främjas genom lämpliga val och åtgärder när det gäller takens uppbyggnad och substrat. Slutligen beskrivs mikroklimatet på ett grönt tak samt växter som klarar denna ståndort och som dessutom gynnar vildbin.

¹ Företag som levererar vegetationsteknik som exempelvis gröna tak.

Vildbins livsmiljöer och födobehov

Vildbin innefattar humlor och solitära bin och är de viktigaste pollinerarna av grödor i odlingslandskapet (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004).

Kadas och Gedge (2015) beskriver att nektar utgör en viktig födokälla för de vuxna individerna, medan pollen är en viktig proteinkälla för larverna. Vissa bin och humlor livnär sig enbart på en enda växtart, medan andra även söker sig till nära besläktade arter. Enligt Kadas och Gedge är de arter som har lång tunga mer specialiserade i sin kost och kan välja relativt svåråtkomlig nektar. De som har kortare tunga biter däremot ofta sönder blombladen för att komma åt nektar.

Enligt Jordbruksverket (2015-08-26) gräver de flesta vildbin bon i marken, men det finns även de som skapar bon i håligheter så som sprickor i träfasader, eller död ved.

Linkowski, Cederberg och Nilsson (2004) beskriver att markbyggande vildbin vill ha lättgrävd och väl-dränerad sandig jord som är torr och solexponerad. Det underlättar även om den är gles bevuxen. Enligt författarna bor många humlor under grästuvor, i övergivna sorkbon eller i murket trä, medan vissa hållbyggande arter skapar bon i träd.

Torbjörn Persson (1998) skriver i *Biodiverse* att biltrafiken, genom sina kväveutsläpp, utgör ett stort hot mot torrängar och torrbackar. Detta genom att dessa känsliga miljöer ofta återfinns längs våra vägar. Persson förklarar att en ökad näringstillförsel leder till att ängsarterna konkurreras ut av mer näringskrävande arter.

Länsstyrelsen Kalmar län (u.å.) beskriver i en rapport om ängsvegetation i östra Småland att torrängar mestadels finns på grusig eller sandig mark eller på åsars toppar och sidor. Torrängsvegetation kan även förekomma i sydsluttningar av kullar eller i diken eller vägkanter. Ett kännetecken för torrängar är enligt Länsstyrelsen Kalmar län (u.å.) att de innehåller en stor mångfald av örter. Flera av dessa är ettåriga och hinner blomma och sätta frö på våren och försommaren innan marken blivit torrare. Exempel på dessa växter är vårförgätmigej, åkerförgätmigej, vårveronika och fältveronika. Vidare beskrivs i rapporten att torrängar också hyser andra arter som genom tät behåring eller suckulens är skyddade mot uttorkning, exempelvis gråfibbla, liten fetknopp och gul fetknopp. Baksippan går också att hitta på sandig mark. Senare på sommaren blommar örter som backnejlika, backklöver, harklöver, gulmåra, solvända, liten blåklocka, stor blåklocka, prästkrage, röllika och kattfot (Länsstyrelsen Kalmar län u.å.).

Torrbackar återfinns enligt Linkowski et al. (2004) i sluttningar med sydlig riktning och innehar ett tunt jordlager av sandjord eller väl-dränerad morän. Författarna beskriver att den extrema miljön som råder på platsen skapar en örtrik miljö med torktåliga arter som smultron, fibblor, blåklockor, backtimjan, femfingerört och gul fetknopp. Vidare beskriver de att dessa platser har stor betydelse för bin då jordmånen på torrbackarna ofta är sandig och skapar utmärkta boplatser för marklevande vildbin. Ett stort utbud av örter skapar även ett stort födolager för vildbina (Linkowski et al. 2004).

Boplatser för vildbin på gröna tak

Boplatser för markbyggande bin kan enligt Dakin, Benjamin och Pantiel (2013, s. 86-87) skapas på gröna tak genom att anlägga öppna eller glest bevuxna miljöer uppbyggda med substrat som exempelvis sandblandad mineraljord. Ju djupare lager desto bättre. Författarna beskriver att humlor, som är markbyggande bin, är väl anpassade till miljön på ett grönt tak. På grund av sin kroppsstorlek klarar de av blåsigare förhållanden. Hålbyggande bin bebor även gröna tak och anpassar sig bra till den urbana miljön då de hittar boplatser i sprickor i murverk och trä. Om tillgången på nektar är tillräckligt stor kan vildbina välja att flytta in i vedstaplar, bikupor eller bihotell på taken bestående av exempelvis bambu eller grenar (Dakin, Benjamin & Pantiel 2013, s. 86-87).

I ett takförsök som gjordes i Malmö 2014 lades stockar och hela tegelstenar ut för att öka antalet potentiella livsmiljöer. Försöket ingick i projektet GreenClimeAdapt vars syfte var att demonstrera hur klimatförändringar som ökad nederbörd eller värmeböljor kan tacklas i städer. Detta med hjälp av verktyg som gröna tak, gröna fasader och öppna dagvattenhanteringar. I projektet anlades kullar och bäckliknande element i form av stenar, torrare och fuktigare platser samt en ås av sand för att erbjuda plats för markbyggande humlor och bin (GreenClimeAdapt 2014).

Enligt Dakin, Benjamin och Pantiel (2013, s. 89) kan boplatserna även organiseras i mönster som är attraktiva för människan. Detta har Stephan Brenneisen, forskare i biologisk mångfald och ekologi, testat genom att placera ut stockar i en cirkelform längs med kanten på ett tak vilket på så sätt även skapa ett effektfullt mönster (Dakin, Benjamin & Pantiel 2013, s. 89).

Substrat och uppbyggnad som ökar den biologiska mångfalden

För att öka den biologiska mångfalden på ett grönt tak är det viktigt att använda olika substrat och exempelvis skapa öppna ytor med sten eller bygga upp små kullar och dalar för att skapa olika mikroklimat (Brenneisen 2006).

Enligt Kadas (2010) bör substratdjupet variera mellan 50–150 mm. Det kan också vara en fördel att variera näringsinnehållet och partikelstorleken på substraten (Bates, Sadler & Mackay 2013).

Nagase och Dunnett (2011) skriver att substraten exempelvis kan bestå av sand, krossat tegel, grus eller biokol. Dessa material har låg vikt, goda dräneringsegenskaper, god vattenhållande förmåga, bra gasutbyte av syre, är lätta för växterna att förankra sig i och ger ett visst näringsutbyte (Nagase & Dunnett 2011).

Den optimala halten av organiskt material anses vara 10 % då en högre halt ökar risken för att växter med hög transpirationshastighet ska skadas. En högre halt kan dessutom öka brandrisken samt orsaka en reducerad mångfald då olika gräsarter kan komma att kon-

kurrera ut örterna (Nagase & Dunnett 2011; Kadas 2010).

I ett av takförsöken som gjordes i Malmö av GreenClimeAdapt 2014 skapades ett tak som hade huvudfokus på att öka mångfalden av örter. Substratsammansättningen bestod av varierad mängd av hampa, krossat tegel i olika storlekar, stenmjöl, kompost, biokol och sand. Enligt GreenClimeAdapt (2014) blandades dessa i sex olika högar med olika sammansättning för att främja biodiversiteten. Djupet på substratet varierade mellan 50 och 80 mm. Resultatet visade sig bli lyckat då taket i augusti innehöll en mångfald på över 61 olika perenner varav fem sedumarter (GreenClimeAdapt 2014).

Växter som gynnar vildbin och är anpassade för torra förhållanden

Ettåriga ängsväxter kan ha en stor variationsrikedom och klara av de torra klimatförhållandena som uppstår på ett extensivt grönt tak. Detta genom att de är anpassade till korta växtsäsonger som finns i öken- och stäppregioner (Nagase & Dunnett 2013).

Om förhållandena inte är optimala, exempelvis vid extrem torka, kan fröna ligga vilande i jorden tills gynnsammare tider kommer. Både ett- och fleråriga ängsväxter har en lång blomsäsong som gynnar humlor och bin. Att använda inhemska växter bidrar till ökad biologisk mångfald men även växter som inte är inhemska kan innebära fördelar för mångfalden om de är anpassade till klimatförhållandena på platsen. Samtidigt kan dessa arter vara invasiva, sprida sig snabbt och därmed konkurrera ut andra arter (Kadas 2006).

En studie som gjordes i Schweiz visar att växtsammansättningen på ett grönt tak påverkar antalet bin som besöker det. Av de två tak som jämfördes var det ena enbart planterat med sedumarter medan det andra både innehöll ängs- och sedumarter. Resultatet visade att taket som både innehöll ängsblommor och sedumväxter besöktes av bin mellan april och september medan sedumtaget bara besöktes under juni och juli (Kadas & Gedge 2015).

En liknande studie genomfördes i Chicago där förekomsten av bin och humlor undersöktes på sex olika gröna tak. Två tak bestod av biodiversitetstak och hade en varierad lokal flora medan de fyra resterande bestod av sedumtak med färre arter. Resultatet visade att biodiversitetstaken hade större förekomst av humlor och bin vilket ansågs bero på den varierade blomrikedomen (Tonietto, Fant, Ascher, Ellis & Larkin 2011).

I London studerade Kadas och Gedge (2015) även vilka växter bin och humlor besökte på olika extensiva gröna tak, samt under vilka månader. Resultatet visade att gröna tak erbjuder en bra födokälla för bin i urbana miljöer. Det är viktigt att det finns blommor under hela perioden som bina söker föda, det vill säga från april till september. Exempel på växter som var välbesökta är vitklöver, blåeld, getväppling, kornvallmo, käringtand och harklöver.

Etablering av örter på ett befintligt extensivt grönt tak

Etablering av ängsörter på ett befintligt extensivt tak kan enligt Snodgrass och McIntyre (2010, s. 208) ske genom tillförsel av nytt substrat ovanpå den befintliga vegetationen. I det tillförda substratet sker sedan plantering av ängsörter. Författarna beskriver att de befintliga sedumväxterna hjälper till att behålla en högre fukthalt i substratet vilket underlättar etableringsprocessen hos de nya plantorna. Snodgrass och McIntyre skriver även att sedumväxterna fungerar som "platshållare" för arter med längre etableringstid, exempelvis ängsarter. Ängsarter kommer då så småningom att konkurrera ut sedumarterna vilka vandrar ut till takets utkanter där substratlagret är tunnare och klimatet mer torrt och solexponerat. Detta inträffar då sedumarterna klarar sig bättre än örterna i dessa förhållanden (Snodgrass & McIntyre 2010, s. 208).

Ståndorten på ett grönt tak

Ståndorten som skapas på ett grönt tak är enligt Snodgrass och McIntyre (2010) en viktig aspekt att ta hänsyn till då det i stort sett är omöjligt att återskapa en livsmiljö som finns på marknivå uppe på ett grönt tak. Författarna anser att det är bättre att försöka härma karaktären på marknivå genom att hämta inspiration från markmaterial och växter.

Enligt Malmberg (2015) skiljer sig klimatet på ett grönt tak avsevärt från det på marknivå. Då substratet är tunnare blir den biologiska aktiviteten lägre än på marknivå vilket minskar syretillgången. Malmberg beskriver att detta leder till en lägre näringstillförsel och därmed en långsammare tillväxt.

Att välja växter som klarar av ett klimat som pendlar mellan torr, varmt och kallt är en annan viktig aspekt att ta hänsyn till då det är den vanligt förekommande ståndorten på ett grönt tak. Green roof (2014) beskriver att suckulenter, som sedum, har en förmåga att lagra vatten i sin vävnad under långa perioder och därför är anpassade för att klara av ett torrt klimat. Lokala arter har större betydelse för den biologiska mångfalden än vad importerade arter har, och i Skandinavien används mest lokala sedumarter på tak med tunna substrat, eller lokala ängsväxter och gräs på de tak som har ett tjockare substratlagre. Växterna kan antingen planteras med pluggplantor, spridas med sticklingar eller sås direkt på substratet. Sticklingar kan också etableras på prefabricerade mattor (Green roof 2014).

Brandrisk på gröna tak

Enligt Green roof (2014) kan en hög halt av organiskt material öka risken för brand då exempelvis torv kan glöda under lång tid innan den upptäcks. En anledning till att sedumtak är populära är att växterna på dessa tak är vattenlagrande och därmed mindre lättantändliga. Green roof beskriver att växter som bidrar till att det ansamlas torr biomassa ökar risken för brand. En mineraljord är ett brandsäkert alternativ (Green roof 2014).

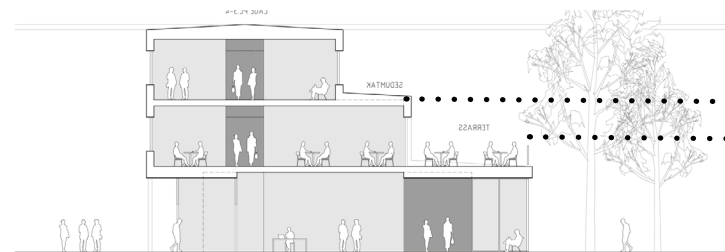
Det finns dock exempel på ett grönt tak med ängsvegetation som godkänts av en brandkonsult. Enligt en rapport av MKB (2014) har det gröna strandängstaket på Koggen i Malmö godkänts efter anläggning av en remsa grus samt komplettering med lågväxande arter som sedum närmast fasaden.

Resultat

Inventeringen gjordes utifrån den information om Ulls hus som fanns att tillgå via rapporter och annan dokumentation, e-postkontakt samt ett platsbesök. En SWOT-analys och ett solschema gjordes utifrån informationen från inventeringen. Detta ledde sedan vidare till ett program, koncept och gestaltungsförslag.

Inventering

Enligt Ahrbom och Partner (2015) består Ulls hus av fyra byggnadsdelar: De nybyggda Kuben, Klustret och Ryggen samt den befintliga Östra längan. Ryggen och Klustrets yttre sidor är vita och har mot innergården en grånande träfasad. Ahrbom och Partner skriver att då både Klustret och Ryggen har varierat djup och skiftande takhöjd skapas omväxlande tak- och terrassytor som antingen blir sedumtak eller plats för vistelse.



Figur 3. Sektion som visar terrasseringen av Ulls hus. Källa: Ahrbom & Partner.

Vid platsbesöket den 5 maj 2015 noterades att innergården har ett golv av ljus grågult grus, gångstråk i kalksten, träd av arten kinesisk sekvoja, en sittställ samt lösa stolar och bord.

Enligt VegTech² består de befintliga sedumtaken av en blandning av olika sedumarter som vit fetknopp, gul fetknopp och fetblad. Det går inte att säga exakt vilka arter som finns nu på taken på Ulls hus då sammansättningen varierar över tid.



Figur 4. Vy över Ulls hus innergård mot nordost som visar det ljusa gulgråa gruset, gångstråken i kalksten, de kinesiska sekvojorna och de lösa borden och stolarna. Källa: White Arkitekter.

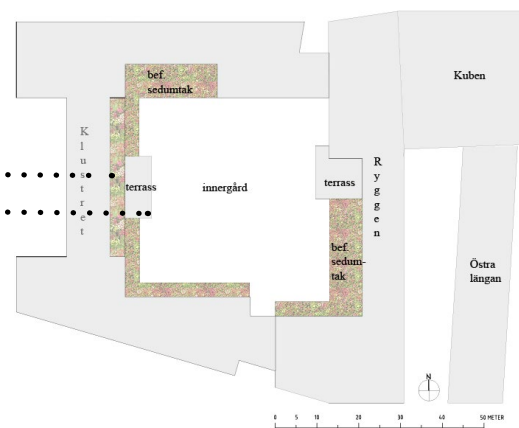
² Shanti Wittmar, VegTech, e-postkontakt den 7 maj 2015.

Analys

För att ta reda på hur solexponeringen och därmed ståndorten skiljer sig åt på taken gjordes ett solschema. SWOT-analysen bygger på informationen från inventeringen och förstudien. I utförandet av analysen låg fokus på att gynna humlor och bin samt den visuella upplevelsen av taket inifrån byggnaden.

Solschema

Solschemat visar att de östra, västra och norra delarna av de gröna taken är mest solexponerade. Detta påverkar växtligheten då förhållandena där kommer att vara torrare och därmed ge en lägre växtlighet. De skuggigare områdena har en högre fuktighet vilket istället utvecklar en högre växtlighet.



Figur 5. Inventeringskarta som visar befintliga sedumtak. Källa ritningsunderlag: Ahrbom & Partner. Tillägg av författaren: Färgmarkering av sedumtak (rödgrön), omgivande byggnader (grå) samt namn på byggnader.

SWOT-analys

Styrkor: Utifrån förstudien och inventeringen antogs ståndorten på taken bli solig och torr. En sådan ståndort ger enligt Green roof (2014) sämre förutsättningar för invasiva ogräs att etablera sig på taken.

Vildbins livsmiljö störs heller inte eftersom taken inte är gestaltade för vistelse.

Då taken ligger mot innergården utsätts dessa för lägre vind- och solexponering. Det gynnar både växter och insekter eftersom miljön blir mer vindstilla och substratet behåller en högre vattenhalt.

Möjligheter: Det finns potential att öka den biologiska mångfalden då artvariationen på de befintliga gröna taken idag är låg. Det finns även möjlighet att med en högre variation av växtlighet öka variationen i färg och form och därmed skapa en mer upplevelserik utblick för människorna som vistas i byggnaden.

Svagheter: Idag består de befintliga sedumtaken av enbart sedumväxter vilket ger en lägre biologisk mångfald jämfört med ett biodiversitetstak med större variation av arter.

Visuellt sett kan ett sedumtak även upplevas som enformigt med få upplevelser (Dakin, Benjamin & Pantiel 2013, s. 27-28).



Figur 6. Solschemat är baserat på inventeringskartan; färgmarkeringar och textförklaringar för soligt (gul) och skuggigt område (blå) är tillagda.

<p>Styrkor:</p> <p>Solig och torr ståndort.</p> <p>Vildbins livsmiljö störs ej.</p> <p>Lägre sol- och vindexponering.</p>	<p>Svagheter:</p> <p>Låg biologisk mångfald på befintliga sedumtak.</p> <p>Enformig visuell upplevelse av befintliga sedumtak.</p> <p>Ståndorten och det tunna substratlagret begränsar växtvalet.</p>
<p>Möjligheter:</p> <p>Öka den biologiska mångfalden.</p> <p>Skapa en mer upplevelserik utblick inifrån byggnaden med en större variation i växtligheten.</p>	<p>Hot:</p> <p>Torr ståndort kan torka ut växterna.</p> <p>Taket kan upplevas som ovårdat när det inte står i blom.</p>

Tabell 1. Sammanfattning av SWOT-analysen.

Ett tunt substratlager i kombination med en solexponerad miljö leder till att många växter inte klarar av att leva på taken vilket i sin tur begränsar urvalet av växtarter (Snodgrass & McIntyre 2010, s. 208).

Hot: Ståndorten kan bli alltför torr på grund av det solexponerade läget. Taken kan även upplevas som risiga och ovårdade under de perioder de inte står i blom.

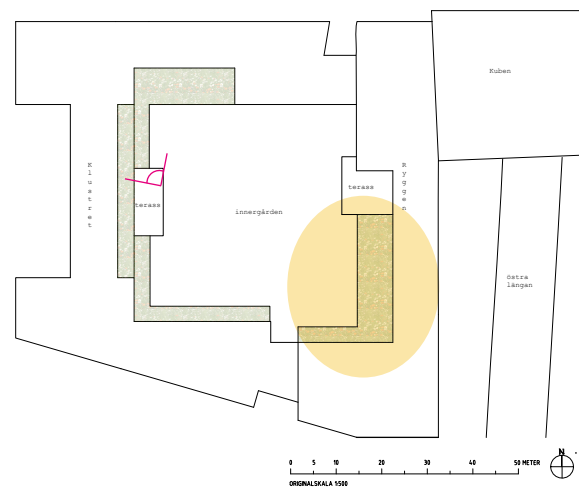
Program

Utifrån förstudien, inventeringen, sol-schemat och SWOT-analysen utarbetades följande program:

- » Välja växter som klarar en torr och solexponerad ståndort.
- » Använda växter som lockar till sig vildbin.
- » Skapa en sammansättning av växter som blommar från april till september.
- » Skapa variation i topografi och substrat med mikroklimat i sol och skugga.
- » Göra tillägg för att skapa boplatser för vildbin.
- » Skapa upplevelserika utblickar från byggnaden med växtlighet där artsammansättningen bidrar med en variation av färger och former.

Koncept

Ett gemensamt tema för många av punkterna är variation och artrikedom. Då platsen är ett tak fick konceptet namnet: *Artrikedom på hög nivå*. Detta genom att det gröna taket har en stor artvariation av torrängsväxter, att topografin i substratet växlar samt att platsen är belägen på hög nivå över marken. Artrikedomen är tänkt att skapa en kontrast mot innergårdens lugna enkelhet. Dessa två skilda element förstärker varandras karaktär. Tanken med rikedom av blommor är att gynna vildbin och samtidigt skapa upplevelserika utblickar för människor. Inspirationen till topografin är hämtad från åsar, som naturligt kan fungera som boplatser för vildbin. För att förstärka det naturliga uttrycket har miniatyråsarna en oregelbunden form.

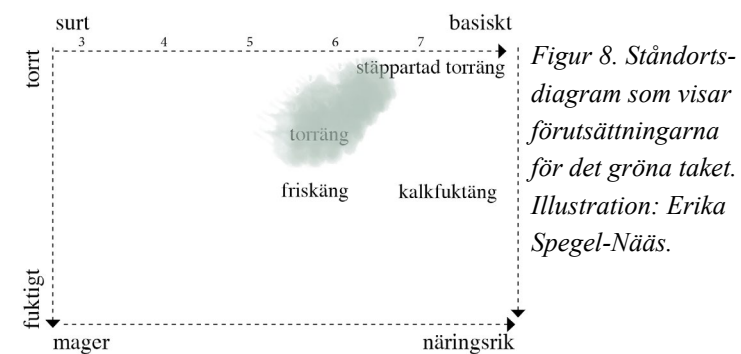


Figur 7. Situationsplan som visar ur vilken vinkel perspektivbilden är tagen. Den orangefärgade markeringen visar vilket tak som är inzoomat på illustrationsplanen. Källa ritningsunderlag: Ahrbom & Partner. Tillägg gjorda av författaren: Orange markering, rosa markering för perspektiv, grön markering för ängstak och namntext på byggnaderna.

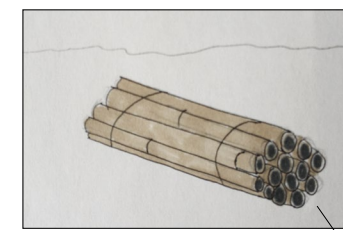
Gestaltningförslag

Gestaltningförslaget består av en illustrationsplan över ett av de gröna taken, en växtlista i tabellform, två snitt samt en perspektivbild.

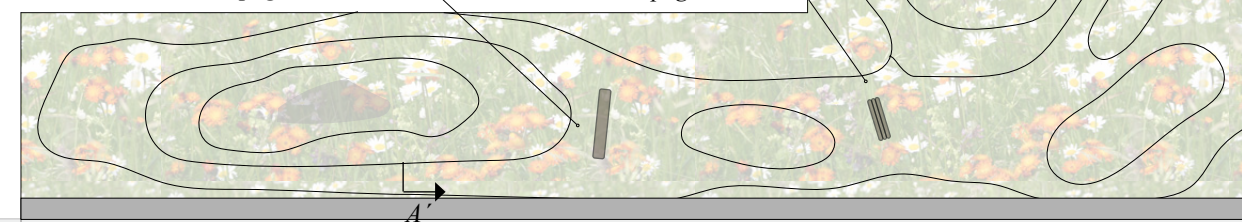
Utifrån litteraturundersökningen gjordes en växtlista i tabellform (se tabell 2 på s. 10 och 11) med arter som gynnar vildbin och som samtidigt trivs i den torra ståndorten som bildas på taket. Flertalet växtarter ingår i den svenska floran och har torrängar och torrbackar som naturlig ståndort. Övriga arter är anpassade till att klara av ståndorten på taket. Arterna blommar från april till september och erbjuder föda under hela säsongen. Örterna på taket planteras ut slumpvis med pluggplantor för att skapa ett naturligt uttryck. Pluggplantorna förkortar även etableringstiden vilket bidrar till att taket snabbare blir attraktivt att blicka ut på. Fakta om ståndort är hämtad från Naturhistoriska riksmuseets *Den virtuella floran* (Anderberg & Anderberg 2013). Då ståndorten på taket innebär ett hårdare klimat för växterna beräknas deras höjd att bli lägre än på marknivå.



Figur 9. Bihotell av stock med hål i. Illustration: Erika Spegel-Näas.



Figur 10. Bihotell av bambu. Illustration: Erika Spegel-Näas.



Figur 11. Illustrationsplan som visar gestaltningförslaget höjdskillnader och bihotell på ett av de gröna taken. Källa ritningsunderlag: Ahrbom & Partner. Tillägg gjorda av författaren: Höjdkurvor, illustration av bihotell och sandkullar. Källa underlagsfoto: Erika Spegel-Näas.

terrass

Höjdvariation

Substratdjupet varierar mellan 50 mm och 150 mm och skapar små kullar och dalar med varierande sol- och skuggsidor. Detta ger olika mikroklimat och boplatser för vildbin.

Substrat

Substraten som används har varierad partikelstorlek, är lätta och näringsfattiga och består av sand, krossad tegel och dolomitkross. Även kalkkross tillförs på vissa ställen för att variera näringsinnehållet i substratsammansättningen.

Växtlighet

I takets utkanter där substratet är tunnare är växtligheten glesare och består av olika sedumarter och andra låga arter. I de djupare substratlagren finns de högre arterna och växtligheten är tätare.

Boplatser för markbyggande vildbin

Miniatyråsen, som härmar torrbackens material och uppbyggnad, skapar boplatser för marklevande arter av vildbin genom små kullar av sand.









Brandsäkerhet

För att minska brandrisken anläggs grus närmast fasaden. Intill gruset planteras lågväxande sedumarter.







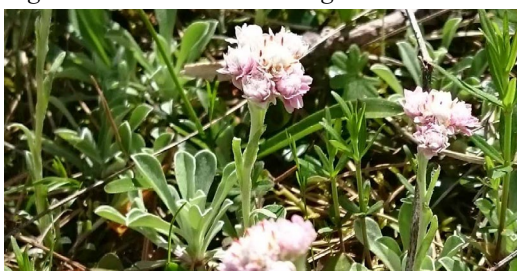



Boplatser för hålbyggande vildbin

De hålbyggande vildbina erbjuds boplatser i bihotell av bambu eller trädgrenar. Dessa placeras i dalarna för att erbjuda ett vindskyddat läge. Växtligheten är glesare här vilket underlättar för bina att hitta hit.

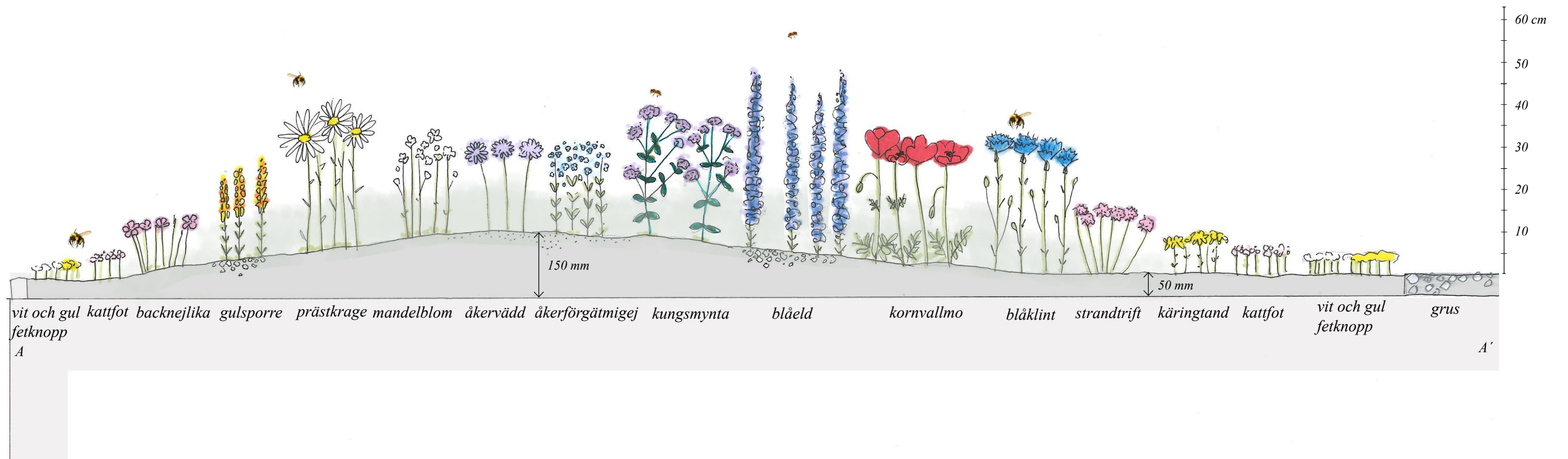


	Växtart	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Ståndort	Trolig maxhöjd på ett grönt tak	
	<i>Pulsatilla vulgaris</i> – backsippa							torra backar	10 cm	
<i>Figur 12. Pulsatilla vulgaris – backsippa.</i>	<i>Echium vulgare</i> – blåeld							torr, öppen, kalkhaltig och stenig mark	20–40 cm	<i>Figur 16. Echium vulgare – blåeld.</i>
	<i>Papaver rhoeas</i> – kornvallmo							öppen mark och vägkanter	20–30 cm	
<i>Figur 13. Papaver rhoeas – kornvallmo.</i>	<i>Myosotis arvensis</i> – åkerförgätmigej							åkrar, torrbackar, berghällar och ruderatmarker	20 cm	<i>Figur 17. Myosotis arvensis – åkerförgätmigej.</i>
	<i>Dianthus arenaria</i> – sandnejlika							kalkrika sandhedar och torrbackar	10 cm	
<i>Figur 14. Dianthus arenaria – strandnejlika.</i>	<i>Origanum vulgare</i> – kungsmynta							torrbackar	30–40 cm	<i>Figur 18. Origanum vulgare – kungsmynta.</i>
	<i>Centaurea cyanus</i> – blåklint							öppen sandjord	30 cm	
<i>Figur 15. Centaurea cyanus – blåklint och Leucanthemum vulgare – prästkrage.</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i> – prästkrage							torra ängar	30 cm	<i>Figur 19. Knautia arvensis – åkervädd.</i>
	<i>Knautia arvensis</i> – åkervädd							torr, sandig mark och torrängar	20–30 cm	

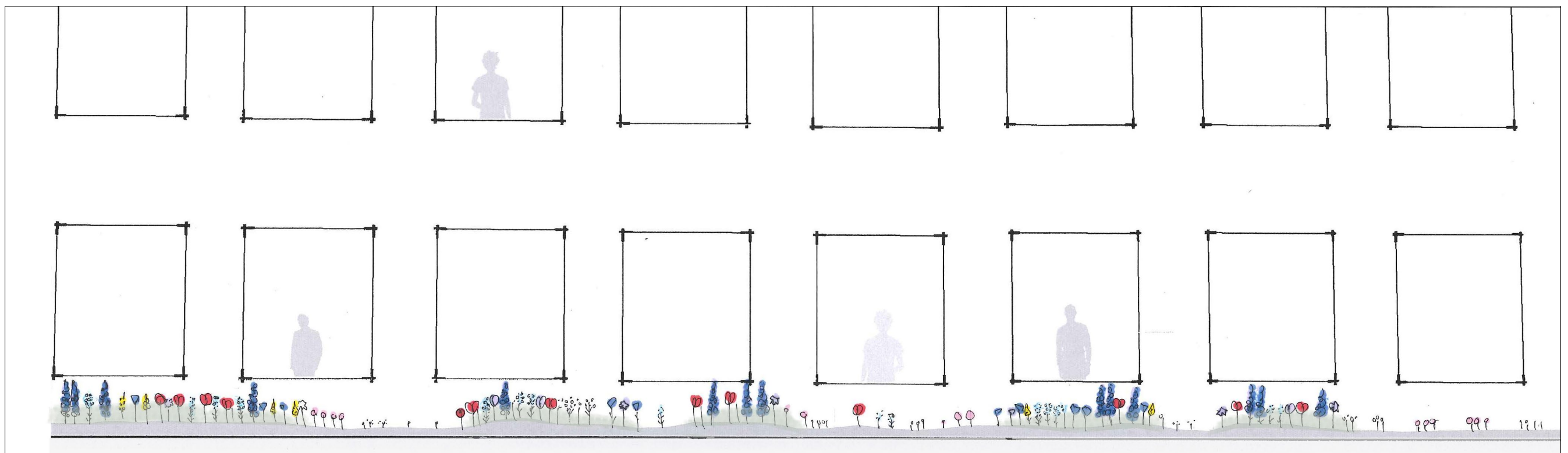
Tabell 2. (hela bilden på s. 10 och 11). Sammanställning över de växter som ingår i gestaltningsförslaget. Tabellen visar blomningsperiod, blomfärg, naturlig ståndort samt trolig maximal höjd för de olika växterna på taket. Illustration: Erika Spegel-Nääs.

Växtart	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Ståndort	Trolig max-höjd på ett grönt tak
 Figur 20. <i>Saxifraga granulata</i> – mandelblomma.							torr ängsmark	20 cm
 Figur 25. <i>Lotus corniculatus</i> – käringtand.							ängs- och hedmark	10 cm
 Figur 21. <i>Dianthus deltooides</i> – backnejlika.							torra ängsbackar	10 cm
 Figur 26. <i>Gagea lutea</i> – vårlök.							ängsmark	10 cm
 Figur 22. <i>Primula arvensis</i> – gullviva.							ängsmark	20 cm
 Figur 27. <i>trifolium arvense</i> – harklöver.							torra, sandiga marker	10 cm
 Figur 23. <i>Antennaria dioica</i> - kattfot.							torrbackar	5 cm
 Figur 28. <i>Linaria vulgaris</i> – gulsporre.							torra marker och vägkanter	20 cm
 Figur 24. <i>Armeria maritima</i> - strandtrift.							havsstrandängar, torrängar och torra backar	15 cm
 Figur 29. <i>Muscari botryoides</i> – pärlhyacint.							trädgårdar, parker samt förvildad på ängar och i vägkanter	10 cm

Tabell 2. (hela bilden på s. 10 och 11).



Figur 30. Snitt A-A' över höjdvariationerna samt ett urval av ängsarterna. Substratet har ett djup som varierar mellan 50 och 150 mm. Skala 1:10 i A3. Illustration och frilagda vildbin: Erika Spegel-Nääs.



Figur 31. Principsnitt som visar att vegetationens täthet varierar med substratlagers djup. Tunnare substratlager ger glesare växtlighet. Snittet visar även hur det gröna taket kan upplevas inifrån byggnaden. Skala 1:50 i A3. Illustration: Erika Spegel-Nääs. Källa skalgubbar: Skalgubbar.se.



Figur 32. Perspektivbild som visar hur de gröna taken kan upplevas från en av terrasserna. Dominerande arter i bild är bland annat blåeld, kornvallmo, åkerförgätmigej och mandelblomma. Ovanför skalgumman skymtar det ovanliggande ängstaket.
Källa till skalgumma: Skalgunnar.se. Övriga foton i kollaget: Erika Spegel-Nääs.

Diskussion

Syftet med detta arbete var att genom ett gestaltungsförslag visa hur den biologiska mångfalden kan ökas på ett befintligt extensivt grönt tak, samtidigt som upplevelserika utblickar skapas för människorna som vistas i byggnaden. Frågeställningen handlade därför om vilka tillägg av växter, boplatser och marksubstrat som behövde göras på Ulls hus gröna tak för att vildbin ska gynnas, samtidigt som de personer som använder byggnaden ska trivas. Nedan diskuteras metod, arbetsprocess och resultat samt fördelar och nackdelar med att gestalta utifrån två aspekter.

Metod och arbetsprocess

Arbetet bestod inledningsvis av en litteraturstudie, kontakt med sakkunniga, inventering och analys. Detta ledde sedan vidare till ett gestaltungsförslag. Litteraturstudien var nödvändig för att fördjupa min kunskap om vildbin samt biologisk mångfald på gröna tak. Jag ville även sammanställa fakta om hur gröna tak upplevs av oss människor.

I gestaltungsarbetet tillämpades sedan kunskapen från litteraturstudien för att visa hur vildbin kan gynnas på ett grönt tak samtidigt som upplevelserika utblickar skapas för människor.

En svårighet som uppstod i litteraturundersökningen var att det fanns få svenska vetenskapliga artiklar om biologisk mångfald på gröna tak. Detta på grund av att begreppet biotoptak är relativt nytt i Sverige, vilket gör att det i nuläget existerar få tak av den typen i landet. Största delen av forskningen har gjorts på olika projekt utanför Europa. De projekt som genomförts i Sverige har sällan någon återkopplingsrapport med utvärdering om vad som fungerat bra och mindre bra. Ett större utbud av svenska forskningsrapporter inom ämnet hade underlättat och skapat större säkerhet vid exempelvis val av växter.

Det var även svårt att hitta fakta om sedumtak som gjorts om till biotoptak eller ängstak. Mycket av informationen finns sannolikt hos de som medverkat i olika projekt, men finns ännu inte i publicerad form. Det hade varit optimalt med en samlad databas där alla projektrapporter inom gröna tak fanns att tillgå. Det hade underlättat mycket för min förstudie och gestaltning.

Det hade även varit intressant att göra semistrukturerade intervjuer med yrkesverksamma inom biodiversitetstak för att få en djupare förståelse.

En annan svårighet var att hitta mer djupgående forskning om hur gröna tak upplevs av människor. Den fakta som jag fann består av mer generell forskning som förlitar sig på undersökningar inom miljöpsykologin. Det var svårt att hitta mer specifik forskning om vad det är som vi upplever som mest positivt. Möjligtvis kan det

dock finnas forskning som jag inte lyckades få tag i.

Generellt sett upplever människor vildvuxna och prärielika gräs- och ängsmarker som mer positivt än klippta gräsmattor. Det var dock svårt att hitta specifik fakta om människors preferenser rörande färgvariationer och texturer.

Resultatdiskussion

Växtlistan som presenteras i resultatavsnittet innehåller ett urval av de växtarter som har visat sig förekomma på extensiva gröna tak. Då torrbackar och torrängar är viktiga livsmiljöer för vildbin användes växter från dessa miljöer. Många av torrängsväxterna sammanfaller även med växter som återfunnits på gröna tak. Sammansättningen av arterna har en blomningstid som sträcker sig från april till september. De flesta av arterna på taket blommar från juni och framåt medan färre blommar från april, vilket kan vara en nackdel då vildbina behöver föda under hela säsongen. Dock så erbjuder detta tak en större variation av växter och en längre växtsäsong, jämfört med sedumtak.

Då växtlistan är baserad på försök som utförts i Storbritannien, Schweiz och Tyskland som har en sydligare klimatzon än Sverige kan växterna komma att utvecklas annorlunda. Dock så valdes alltså till största delen växter som växer vilt i Sverige, vilket ökar förutsättningarna för ett lyckat resultat. De inhemska arterna användes i störst utsträckning för att minska risken för att invasiva arter ska konkurrera ut de andra arterna på taken.

På grund av faktorer som substratdjup och vattenförhållanden kan ett biotoptak aldrig ersätta de livsmiljöer som vildbin har på marknivå. Dock så bidrar ett biotoptak till att skapa väsentligt mer intressanta livsmiljöer än ett tak som inte innehåller någon vegetation. För att maximera den biologiska mångfalden på taken skulle det dock krävas en serie av gröna tak för att binda ihop och skapa en större sammanhängande yta av potentiella livsmiljöer.

Det är bevisat att bin som pollinerar en större variation av växter får ett starkare immunsystem än bin som pollinerar monokulturer (Mattson & Lang 2001, s. 152). Ur vildbins synvinkel är det därför viktigt att ha hög biodiversitet även på taken och använda sig av en mångfald av ängsarter istället för de monokulturer av sedumtak som enbart blommar en viss tid på året.

De prefabricerade sedummattorna som finns att tillgå via olika företag gör att processen för att lägga ett grönt tak går snabbt och lätt. Nackdelen med dessa extensiva tak är dock att de innehåller en låg variation av växtarter, vilket i sin tur begränsar variationen i höjd och textur. Detta leder till begränsningar när det gäller möjligheten att öka upplevelsevärdena på taken. Om fokus istället låg på mångfald och upplevelser skulle marknaden se helt annorlunda ut.

En tanke som uppstod under arbetets gång var om taken kan komma att upplevas som skräpiga innan blomsäsongen börjar. Då

taken i detta förslag innehåller flera arter med tidig blomning kommer dock dessa växter att hamna i fokus och dra blickarna från det vissna materialet. Eventuellt kan taket också slås när blommorna har fröat av sig och på så sätt minska det skräpiga intrycket.

En motivering om ökad biologisk mångfald skulle möjligen kunna vända det skräpiga utseendet till något positivt, då människor som blickar ut över det gröna taket vet att den ostörda miljön exempelvis gynnar vildbina.

Taken kan även upplevas olika beroende på vem betraktaren är. En person med kunskap inom ekologi eller gröna tak skulle antagligen uppleva taken annorlunda än en person som inte är insatt i ämnet. Eftersom gestaltungsförslaget utgår från tak som är belägna på en byggnad som tillhör SLU kan de förväntas bli uppskattade i högre utsträckning. SLU:s studenter och forskare, som i många fall har kunskap om gröna tak och biologisk mångfald, kommer att blicka ut över taken.

Även preferensen för naturen kan påverka upplevelsen. Vissa uppskattar naturlika växtmiljöer medan andra inte gör det. Enligt forskning har det ändå visat sig att människan upplever det vildvuxna som mer positivt än det som är gestaltat. Därav kan de gröna taken som ingår i gestaltungsförslaget i större utsträckning upplevas som positiva.

Slutsatsen blir att det går att skapa gröna tak som gynnar biologisk mångfald samtidigt som de upplevs som attraktiva av människor.

Frågor för vidare studier

Under arbetets gång uppkom flera frågor som hade varit givande att arbeta vidare med. Bland annat vore det intressant att undersöka takkonstruktionens bärighet på Ulls hus närmare och ta reda på vilken last den klarar. Kan taken bära ett tjockare substratlager? Vilka växter kan då användas? Skulle den biologiska mångfalden och upplevelsevärdet öka?

Dessa frågor ledde vidare till fler tankar om hur gröna tak kan designas i framtiden. Hur borde ett grönt tak utformas för att gynna exempelvis fjärilar eller fåglar? Genom att studera dessa arters livsmiljöer och födöbehov skulle lämpliga växter och substrat kunna väljas ut för anläggning av passande boplatser.

Referenser

- Ahrbom & Partner (2015). *Förvaltningsinstruktion – Ulls hus*. [Publicerad rapport]. Stockholm.
- Ahrné, K., Bengtsson, J. & Elmqvist, T. (2009). Bumble Bees (*Bombus* spp) along a Gradient of Increasing Urbanization. *PLoS ONE* 4(5): e5574. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0005574> [2015-04-24]
- Anderberg, A. & Anderberg, A.-L. (2013). *Den virtuella floran*. Naturhistoriska riksmuseet. <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html> [2015-07-24]
- Bates, A.J., Sadler, J.P. & Mackay, R. (2013). Vegetation development over four years on two green roofs in the UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(1), ss. 98-108. http://ac.els-cdn.com/S1618866712001203/1-s2.0-S1618866712001203-main.pdf?_tid=d68d3d6e-02ed-11e5-8928-0000aacb360&acdnat=1432565803_db667b633ff28fb279b1f8fb77110295 [2015-05-10]
- Bennewitz, E. (2009-09-02). Gröna tak vinner mark. *BYGGnyheter.se*. <http://www.byggnyheter.se/2009/09/grona-tak-vinner-mark> [2015-05-04]
- Boverket (2015). *SWOT-analys*. <http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/kommunal-planering/medborgardialog1/metoder-och-kanaler/swot-analys/?mode=feedback&success=true> [2015-07-24]
- Brenneisen, S. (2006). Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland. *Urban Habitats*, 4(1), ss. 27-36. http://www.urbanhabitats.org/v04n01/wildlife_pdf.pdf [2015-05-01]
- Dakin, K., Benjamin, L.L. & Pantiel, M. (2013). *The Professional Design Guide to Green Roofs*. London: Timber Press.
- Grahn, P. & Stigsdotter, U.A. (2010). The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration. *Landscape and Urban Planning*, 94(3-4), ss. 264-275. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920460900231X> [2015-07-19]
- GreenClimeAdapt (2014). *Green Tools for Urban Climate Adaptation*. Malmö: Malmö stad. http://malmo.se/download/18.4fa44f6614775f9cff4e19f9/1407938688864/GreenClimeAdapt_Final_report_140331.pdf [2015-05-07]
- Green roof (2014). *Augustenborg botanical roof garden*. Scandinavian Green Roof Institute. <http://greenroof.se/about-green-roofs/> [2015-04-17]
- Groundwork Sheffield (2011). *The GRO Green Roof Code – Green Roof Code of Best Practice for the UK 2011*. Sheffield: Groundwork Sheffield. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=GRO_Green_Roof_Code.pdf [2015-04-17]
- Ignatieva, M. & Bubnova, A. (2014). *The nature of cities* [blogg], 28 aug. <http://www.thenatureofcities.com/2014/08/28/the-new-is-well-forgotten-old-scandinavian-vernacular-experience-on-biodiverse-green-roofs/> [2015-04-15]
- Jordbruksverket (2015-08-26). *Solitärbin*. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/solitarbin.4.37e9ac46144f41921cd157a8.html> [2015-08-30]
- Kadas, G. (2006). Rare Invertebrates Colonizing Green Roofs in London. *Urban Habitats*, 4(1), ss. 66-86. http://www.urbanhabitats.org/v04n01/invertebrates_pdf.pdf [2015-05-17]
- Kadas, G. (2010). *Green Roofs and Biodiversity: Can Green Roofs Provide Habitat for Invertebrates in an Urban Environment?* Saarbrücken: Lambert Academic Publishing.
- Kadas, G. & Gedge, D. (2015). Bees and Green Roofs: A Bee Study (Swiss and UK). *Livingroofs.org*. <http://livingroofs.org/bees-green-roofs> [2015-05-15]
- Kaplan, R. (2007). Employees' reactions to nearby nature at their workplace: The wild and the tame. *Landscape and Urban Planning*, 82, ss. 17-24. http://ac.els-cdn.com/S0169204607000333/1-s2.0-S0169204607000333-main.pdf?_tid=68245ee0-02e1-11e5-95ea-0000aacb361&acdnat=1432560464_9573c52e57c07284d412bab0fe2d6542 [2015-05-07]
- Linkowski, W.I., Cederberg, B. & Nilsson, L.A. (2004). *Vildbin och fragmentering: Kunskapssammanställning om situationen för de viktigaste pollinatörerna i det svenska jordbrukslandskapet*. Jordbruksverket. <https://www.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080002059/1370040757098/vildbin+fragmentering.pdf> [2015-05-20]
- Linkowski, W.I., Pettersson, M.W., Cederberg, B. & Nilsson, L.A. (2004). *Nyskapande av livsmiljöer och aktiv spridning av vildbin*. Jordbruksverket. <http://www.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080002060/1370040756997/vildbin+livsmiljöer.pdf> [2015-05-20]
- Länsstyrelsen Kalmar län (u.å.). *Ängsvegetation i östra Småland*. Kalmar: Länsstyrelsen Kalmar län. http://www.lansstyrelsen.se/kalmar/sv/om-lansstyrelsen/om-lanet/fakta-kalmar-lan/lanets-natur/natur-o-smaland/Naturtyper/Pages/angsvegetation_.aspx [2015-05-20]
- Malmberg, J. (2015). *Mångfald och biotoper på gröna tak* [PowerPoint-presentation] Stockholm: Sweco, workshop: Hur ska vi bygga gröna tak?
- Mattson, C.O. & Lang, J. (2001). *Bin till nytta och nöje*. Falköping: LTs förlag.
- MKB (2014). *Grönt tak på kvarteret Koggen – rapport av MKB*. Malmö: Malmö stad. <http://malmo.se/Bo-bygga--miljo/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Framtidens-stadsmiljo-finns-i-Malmo/BiodiverCity/Grona-tak/MKB.html> [2015-05-27]
- Nagase, A. & Dunnett, N. (2011). The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs. *Landscape and Urban Planning*, 103(2), ss. 230-236. http://ac.els-cdn.com/S0169204611002441/1-s2.0-S0169204611002441-main.pdf?_tid=958fa2c2-02eb-11e5-ac5b-00000aacb0f01&acdnat=1432564835_4a33e89b8bdf41cdc3c2cada9ce283b1 [2015-05-15]
- Nagase, A. & Dunnett, N. (2013). Establishment of an annual meadow on extensive green roofs in the UK. *Landscape and Urban Planning*, 112, ss. 50-62. http://ac.els-cdn.com/S0169204612003313/1-s2.0-S0169204612003313-main.pdf?_tid=20bd3eba-02f4-11e5-a32a-00000aacb0f6c&acdnat=1432568504_ee1c509bfd31b5fcd-b8027c5b18f382f [2015-05-15]
- Nationalencyklopedin* (2015a). Biologisk mångfald. <http://www.ne.se/lang/biologisk-mangfald> [2015-07-07]
- Nationalencyklopedin* (2015b). Honungsbi. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/honungsbi> [2015-07-07]
- Nationalencyklopedin* (2015c). Monokultur. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/monokultur> [2015-05-15]
- Nationalencyklopedin* (2015d). Torräng. <http://www.ne.se/sok/?t=uppslagsverk&q=torraeng> [2015-05-15]
- Persson, T. (1998). Vägkanter och torrängar. [Tema: Eutrofiering]. *Biodiverse*, (3). Centrum för biologisk mångfald. http://www.biodiverse.se/wp-content/uploads/2011/08/98_3.pdf [2015-05-07]
- Skalgubbar.se (2015). *Skalgubbar: Cut out people by Javanaud Emdén, T.* <http://skalgubbar.se> [2015-07-07]
- Snodgrass, E.C. & McIntyre, L. (2010). *The Green Roof Manual*. London: Timber Press.
- Stromfeldt Christensen, A. (2015). Bee collapse is the result of their enslavement in industrial monocultures, *The ecologist* [blogg], 2 maj. http://www.theecologist.org/blogs_and_comments/commentators/2847847/bee_collapse_is_the_result_of_their_enslavement_in_industrial_monocultures.html [2015-05-15]
- Söderström B. (2013). *Sveriges humlor – en fälthandbok*. Stockholm: Sveriges Entomologiska förening i Stockholm.
- Thiberg, J. (2015). Parker och landskap på taken nästa trend. *Fastighetstidningen*. <http://www.fastighetstidningen.se/parker-och-landskap-pa-taken-nasta-trend/> [2015-04-20]
- 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. http://ac.els-cdn.com/S0169204611002350/1-s2.0-S0169204611002350-main.pdf?_tid=5aef6676-02f4-11e5-9452-00000aacb0f6c&acdnat=1432568602_bd34eae54d8b4da341aa-25ca33ca2640 [2015-05-02]
- White arkitekter (2014). *Ulls hus landskap*. Folder. [opublicerat manuskript]. Uppsala.

Wrede, E. (2011). Låt taken leva. *Sveriges Natur*. <http://www.naturskyddsforeningen.se/sveriges-natur/2011-2/lat-taken-leva> [2015-05-02]

Bildreferenser

Figur 1. Översiktsskarta med publiceringstillstånd av Ahrbom & Partner, Stockholm.

Figur 3. Sektion med publiceringstillstånd av Ahrbom & Partner, Stockholm.

Figur 4. Vy med publiceringstillstånd av White Arkitekter, Stockholm.

Figur 2, 5–7 och 11. Ritningsunderlag med publiceringstillstånd av Ahrbom & Partner, Stockholm. Bearbetat av Erika Spigel-Nääs. Illustration och fotounderlag i figur 11: Erika Spigel-Nääs.

Figur 8, 9 och 10. Illustration: Erika Spigel-Nääs.

Figur 12, 17, 20, 22 och 23. Foto: Erika Spigel-Nääs.

Figur 13. Foto: Sascha Kohlmann Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/skohlmann/9029311735/in/photolist-eKTzNx-fatitJ-c2ZzxS-fQh4g8-fhMG1e-fhMGeg-fhMG82-fhMFTM-fQyYZQ-mNbVsE-nnUtMt-9buwZR-GM81V-fWgqVS-7uJ6Hu-eL62C7-noN4SF-abcduA-ndyWdh-eL621G-nUfCJy-4Vv5rr-f79vLm-ccxSjz-f6UeAn-6uGyaL-9soPfq-oc6GxU-9sBNj4-dLyFEj-agwqSk-nDAGP7-nmKwW7-ezzNw9-8aART2-8eFZZh-nqjW99-f79sNo-MJguc-f6Ungn-f6UjGM-f79DDw-f79H1j-2R5AMM-2Ra5Cm-nFqMbZ-9buwng-nCEN1s-2rsAe-65Y4if>

Figur 14. Foto: AnnaKika Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/ullkika/4721000891/in/photolist-9X5afE-a4iXZ5-7ZKzCM-7ZKNG5-7ZKNaq-6V61SN-6V1Wet-6V1WaR-hhvN8-aqng-Mz-aqn4e2-aqn3xc-8cbn66-2FDGKP-2FDGga-4TQWHW-8ceJGo-8ceJC7-8ceJxY-8ceJtA-9CFDFG/>

Figur 15. Foto: webbgun, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/56433265@N04/14709377193/in/photolist-o6yKxG-o6yTWK-opPpnB-59yfAg-4P8Y5K-om2z8b-o3gySS-o5cHSs-o5cHxE-o767qM-fc3BLM-eker5q>

Figur 16. Foto: perpop, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/14572344@N05/15507408734/in/photolist-pCkwm7-oSR1H4-dU7PDS-dU2fjT-afZGwW-8A6fob-8A6fvL-8A6gvL-4Xne2g-4Xndwg-a7fuLK-a7imau-huZodJ-hv149h-9ZGYbP-gv2Nkf-o3mjtW-gxPrZF-6nGdi-cxfugU-nVzN91-7yhXWA-7ye85X-gxNpEG-4nSp5-7VQctM-nZtJQ8-o5oK1a-nMUmRP-nFe3kk-4WmZ-cY-nYk7XC-9RSiNp-czjBPG-4LXDSZ-enwEQ2-6p75TC-6htF2a-pUtgDA-ame6Aq-4XTmqE-gxNVEn-gxPr3Z-8rMRCW-qc2jFn-8rJMac-4WhJBX-qbR838-qbXXG1-pUzWP6>

Figur 18. Foto: Rudolf Dueller, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/dueller/14569568892/in/photolist-x7b6-i4jfS9-a9pciV-aLbfhT-dAEmx-dAEmB-dACai-dAEmA-rZnrpA-ojLjnD-oBe4do-kD3h-PD-kD3QCr-36ZhCk-4DUike-5bQdDb-coKts1-abySKb-oFYx-JM-ocsReE-aqyWYr-aqyYu6-aqyTXg-aqyVt8-aqByZC-8yV-1kV-jBsjnm-jBpkai-53tgku-53p3vX-53tgxh-53pAXS-53p3hX-hWGyML-hWGKVN-hWGfKf-hWGEVQ-hWG84n-hWHnyF-hWGeoX-hWGWRz-hWGqpK-hWHtmn-hWGDGA-hWGxmm-hWGaZo-hWHeZx-hWGw9v-a5jXwN-a5jXzY>

Figur 19. Foto: Papooga, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/69221340@N04/7428410118/in/photolist-ocw7ui-8EBHpB-cjxqww-8iSZGM-coLoAs-coLjtG-8Bx3De-8BA9LG-7v4kj4-nAbKNA-nkJLaN-nkJBme-eQLyfa-cp4Tbh-nQoDAq-cp4xXo-f6UWdh-c9uxjj-nWXmUM-9Mg2dy-abJLMB-gbCWcP-nZE4fd-6DjXxe-cH1SW5-qthVko-8oFleW-8o4f8p-cEwMFE-cH1Tqw-51xkXf-8iNV6m-cjxqQq-ksaEN8-rbvvpG-bP5JvH-qp6YNj-syW9mS-rUSbZ6-sPE2Xx-rXPesz-jbkNBQ-sx4ubC-rSQijh-ctdY8Q-sxvbRq-roixQD-9YSLcx-9YSK2e-9YSHRT>

Figur 21. Foto: free photos, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/79818573@N04/14296267260/in/photolist-onj6ti-oeqJnr-eXm3sy-om2ae4-6quKNo-dcbv4Q-4Rj7BE-nMj91f-nMj7by-nMkeu6-o4NFCg-ac5K52-6HM64s-sPiN3y-6uf4Pk-6quVyh-6qqLs6-f4AVmi-onGyCP-oGm8du-eNw54F-6jCLnn-6jGXWq-6jGXv1-6jCLQM-rcQ6Z0-4MxDsC-4MxEoj-4MxEGJ-4MsexT-5rhBqb-c74eHQ-bWhui2-cdDPNS-cuccNY-syUppQ-eNw5n8-rUvEsp-eNw4VK-nKbH7S>

Figur 24. Foto: Gene Selkov, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/selkovjr/7456628116/in/photolist-6eMqki-9Aw269-9wiPxB-6kjsf2-4MmzMH-4Mmz9c-4MmzbV-4MqKi1-4MmzzF-4MqKQo-f7bsYU-5DJRz6-h98XC6-5kZC4N-cmVaKJ-5kZBMG-5kZBSY-77hdr4-fihhtH-fihmcH-abN6Vw-ge1wYu-86rtWp-86rurR-86rv3v-czKGrC-cNofNo-81bjSG-6koDQQ-gM4HRK-gpUmPs-qCtACi-6zJacL-bWQSQb-tiKwks-sPb4bf-bWQSKC-bWQSHu-6qqAgV-gpUiCs-gpV7pT-bW5v1k-eJrSi-5Ycxey-ge28Mg-rcPkWS-ge1u7h-ge2b8Z-ge288v-ge1tMR>

Figur 25. Foto: benet2006, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/benetd/7311909464/in/photolist-c98rWy-6oUyeb-6oUyyh-6oQoVR-gM8qLf-oPkd8H-5bqcgG-gM92t1-gM9ysf-gM8uL8-gM8SK8-gM9fQw-gM8KhS-gM9rSS-gM9Mbw-gM8Au1-gM8yY7-nKmcX8-5bqda-jpSMntK-q7Vars-q7V9D5-pdd7nJ-q7VbdY-pSDhpf-pSCqws-pSDhj5-nKnwTf-8gppuP-bWbaqa-cD8ZZu-83WgBW-83Taun-2rr2jG-cW4qzm-2vjUug-o5nBkM-dYRHp4-on4B53-82N5XD-7LgLqU-qxBffP-72Kwe4-72Kwgp-sPm6qq-4K8yYj-8uefXp-4VriHX-6Kag2g-cr9ffU>

Figur 26. Foto: Björn S..., Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/40948266@N04/13495178763/in/photolist-K26cZ-c9XhDE-nfHDr4-4G5AX2-4G5AWV-7Y1rGv-9AsQCF-cXgCDQ-6ajAph-6k13KL-9DmWHW-mywjtV-niHi44-4x33AV-r9LxM8-mvNt7z-sx2bh7-s44toB-mvP1Ti-sz4W5b-b3cZri-rwbpYt-sPsbzY-sxnRAM-sMM6D3-sPb3hG-c9L3hu-mvP5BR-mvQp2f-mvNHxi-mvNFyD-mvNwJK-mvP3b8-mvNGtz-mvNPQ8-mvQsuY-mvNqZP-mvPoez-mvNNrr-mvNM3V-mvNJHK-mvPcpt-mvQrns-mvP8WB-mvQnWu-mvNrYc>

Figur 27. Foto: Forest and Kim Starr, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/starr-environmental/9212182440/in/photolist-syLoUN-sPluNY-syKfZw-sxwzpb-coFuNf-bWy4RM-rui9q7-f8thZ1-f4NPTv-f8nH57-f88pfc-f8nGqJ-eNLprS-f88pUa-f2Zi3J-eNyZpa-eNyZ2X-f2QC9P-eZKHEP-f35Ths-foSakr-fp7hs9-f87CYx-f8mTGy-eYzX6y-eYzWXY-eYoyA6-eYkCaM-eYjtXa-eYvRZQ-eYvRGo-fp7hH5-f8mTgE-f87BoT-f8mSkC-f8mS6y-f8mRjJ-f33QJT-f2NyJn-f2NyeF-f2K2Zt-f2K2cX-f8mSKA-f2K4LP-f33Rg1-f8mSYo-f33Qvy-ayWGC6-ayVUDz-7bs9ra>

Figur 28. Foto: Nicholas A. Tonelli, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, https://www.flickr.com/photos/nicholas_/t/14599915325/in/photolist-of9ob2-6SLZXR-6m7Xrr-8GEmK5-6m7Xxx-6mc83d-6mc7SC-avwV9N-cd1LYo-dny-ciN-dny8tP-dnycfw-abN4w3-8FaemW-cB5hYE-8NJZCg-eYzCup-dny8qk-6UvWN5-cB5cM9-cB5hhE-72V7DR-cdN-QME-8uRyHm-2HV9HL-8ogtJF-dhmyxC-dhmzq1-dhmysF-adBhYy-2HVb57-a7eLi8-8ojDwA-8ojDyG-dDLPmF-ks9S2K-sPE1N2-cS2CM1-sPb3d3-8Lu6nQ-8Lu6xJ-8Lu6wE-ks9VKB-74cEQf-c3xdAf-qw6naC-rUSbKD-rUETLw-rage5m

Figur 29. Foto: Anders Sandberg, Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA 2.0) beskurit bilden, <https://www.flickr.com/photos/arenamontanus/2469942675/in/photolist-jZ6SQq-FUWPr-FU-SAs-4w93TG-sqCdhT-sqEcVR-4Lg6Ux-9CGGvw-bCKBZY-9iYppo-7GEjDK-6JhFYS-G2HxB-9CE3gr-9e2KvB-9e5Qm9-22L7nq-9yN5zT-rUCM4Y-foNesE-7Tfdx8-eeNdAK-eeYfzy-4CQgpS-roB37c-7R2Mvt-9wkvxa-9woy4q>

Figur 30, 31 och 32. Illustration och foton: Erika Spigel-Nääs. Skalgubbe: Theodor Javanaud Emdén, Skalgubbar.se.

Tabell 1 och 2 Illustration: Erika Spigel-Nääs. Foton i tabell 2: Flickr, licens: creative commons (CC BY-SA).