



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# **NATURALISTISKA PERENNPLANTERINGAR på GRÖNA TAK med BOKOL i substratet**

- En undersökning om biokolets  
påverkan av potentiella växtval på  
gröna tak, samt hur ekologi och  
design kan samverka för att skapa  
mer hållbara planteringar

***CARIN WINCENT***



Självständigt arbete • 30 hp  
Landskapsarkitektprogrammet  
Alnarp 2020

## **NATURALISTISKA PERENNPLANTERINGAR PÅ GRÖNA TAK MED BIKOL I SUBSTRATET**

- En undersökning om biokolets påverkan av potentiella växtval på gröna tak, samt hur ekologi och design kan samverka för att skapa mer hållbara planteringar

## **NATURALISTIC PERENNIAL PLANTINGS ON GREEN ROOFS WITH BIOCHAR**

- A look into how biochar can effect the variety of plants on green roofs, and how ecology and design can interact to create more sustainable plantings

CARIN WINCENT

**Handledare:** Ann-Mari Fransson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Biträdande handledare:** Karin Svensson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Biträdande examinator:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** Independent Project in Landscape Architecture

**Kurskod:** EX0846

**Program:** Landskapsarkitektprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Carin Wincent

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

**Nyckelord:** Naturalistisk plantering, biokol, gröna tak, substrat, ekologi, design, perennplantering, växtbäddsscenario, potentiella växtarter

**SLU, Sveriges lantbruksuniversitet**

**Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap**

**Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning**

# ABSTRACT

Green roofs can help us to provide many imperative ecosystem services and be part of the solutions that combat our ongoing climate crisis. In this stressed world of ours, green space can also yield a positive and calming influence. Therefore, it is essential that the green roofs we're creating, are sustainable over time and strive to continue their full potential.

My aim with my master thesis is to provide suitable examples of perennial plants for green roofs and the high-stress environment in which they create. I wanted to examine the possibility of increasing the amount of suitable plant material by looking at biochar and its effects on green roof substrates regarding water – holding capacity, nutrient cycling, and change in soil pH. To create sustainable and visually attractive green roofs plantings, I've also been looking into how ecology and design can co-exist in the concept of naturalistic planting design. My goal with this work is for it to be shared with other landscape architects and similar professions to create future attractive and sustainable green roofs.

My studies resulted in nine different hypothetical plant bed scenarios, divided into three different substrate depths of 50, 150, and 300 millimetres. Within these three types of planting beds, the green roof substrate has been mixed with 0%, 10%, and 20% volume per volume (v/v) biochar. This generated nine different lists of plants showing how the species diversity changes over the influence of biochar. To illustrate how the different species from the lists can be used in plantings, I created three different perennial planting mixes, based on naturalistic planting design principles, for the three different substrate depths. The thinnest substrate is mostly defined by species from the Sedum family, the median depth support the growth of herbaceous meadow flowers and the thickest consists of taller and stronger growing perennials.

Conclusions of my work indicate that biochar with its ability to store water and nutrients can enhance the environment in green roof substrates and therefor extend the list of potential plant materials. Regarding biochar, 20 % v/v biochar had a larger impact on the variety of plant selection than 10 % v/v. In my hypothetical plant bed scenario of 50 millimetres substrate depth, the list with potential plant species significantly increased by 46 % when comparing the difference between no added biochar and 20 % v/v biochar. Ultimately, when designing green roofs there are several key components needed to achieve long-lasting and more sustainable green roofs. I believe these consist of rich species diversity, consideration of plants natural habitat, and how they interact with other species.

# SAMMANFATTNING

Gröna tak kan generera många välbehövda ekosystemtjänster och vara en av lösningarna för att hantera de klimatförändringar vi står inför. De kan också ha en positiv och lugnande inverkan på oss människor i den stressade värld vi lever i. Därför är det viktigt att de gröna tak vi skapar är hållbara över tid och klarar av att leverera dess tilltänkta funktion. Syftet med mitt arbete är att ge förslag på vilka perenner som är lämpliga för växtbäddar på gröna tak och den extrema ståndort som ofta råder där. Genom att fördjupa mig inom biokol och dess användning undersöker jag vilka effekter biokol kan ha på växtbäddens tillgång på fukt, näring samt förändring av pH-värde och om detta förändrar antalet potentiella växtarter att plantera på ett grönt tak. För att skapa hållbara och visuellt attraktiva planteringar har jag också undersökt hur ekologi och design kan samverka i dagens naturalistiska planteringar. Målet är att mitt arbete ska kunna användas av andra landskapsarkitekter och liknande professioner.

Min metod resulterade i nio olika hypotetiska växtbäddsscenarioer fördelat på tre olika substratdjup av 50-, 150- och 300 millimeter. Inom dessa tre typer av växtbäddar har biokol i halterna 0-, 10- och 20 volymprocent tillsatts, vilket har generat nio olika växtlistor som visar hur artdiversiteten förändras med biokolets påverkan. För att illustrera hur arterna från växtlistorna kan användas i planteringar, har tre olika naturalistiska perennplanteringsmixar tagits fram för de olika substratdjupen. Det tunnaste substratdjupet definieras främst av sedumarter, det mittersta av örtartad ängsvegetation och det tjockaste av starkväxande högre perenner.

Slutsatser av arbetet visade att biokol genom sin vatten- och näringshållande förmåga kan förbättra förhållandena i växtbäddar på gröna tak och utöka mängden potentiella växtarter. Störst effekt hade biokol i den tunnaste växtbädden där antalet potentiella växtarter ökade med 46 % från växtbädden utan biokol till den innehållande 20 volymprocent biokol. Generellt sett gjorde 20 volymprocent biokol en större påverkan i alla olika substratdjup än 10 volymprocent biokol. Desto tjockare substratdjup hade också en signifikant betydelse för att kunna tillgodose ståndortskraven för fler växter. Viktigt att tänka på när vi gestaltar framtidens gröna tak är att ta hänsyn till växters naturliga ståndort och hur växter interagerar med varandra.

# FÖRORD

Som förväntat har det inte varit lätt, men inte olidligt heller. Förutom sista veckan, den var olidlig. Att man aldrig lär sig.

Tack till mina två handledare Ann-Mari och Karin för goda råd och stöd. Tack till Eric och Lovisa för sympati, bollande av idéer och prat om livet. Tack till alla mina nära och kära för alla frågor om arbetet som har tvingat mig att förstå vad det är jag håller på med. Tack till hundarna Kayia, Max, Charlie och Oscar samt katterna Hank och Frank i huset i Denver som hållit mig vaken och gett mig nödvändiga och onödiga pauser.

**Carin Wincent, 2020-03-12**



**Figur 1.** Katten Hank av Carin Wincent

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INLEDNING</b>	1
<b>BAKGRUND</b>	2
Gröna tak – en självklar del i våra allt mer förtätade städer?	3
Biokol och naturalistiska perennplanteringar på gröna tak	3
<b>MÅL OCH SYFTE</b>	5
<b>FRÅGESTÄLLNINGAR</b>	5
<b>AVGRÄNSNINGAR</b>	6
<b>MATERIAL OCH METOD</b>	7
Litteratursökning	7
Växtbäddsscenario	7
Substratförhållanden i växtbäddsscenario	8
Växtval	8
Kategorisering enligt boken 'Perennials and Their Garden Habitats'	9
Växtlistor och förslag på naturalistiska planteringar	11
<b>GRÖNA TAK</b>	12
<b>GRÖNA TAK - VAD ÄR DET OCH VAD ÄR DESS SYFTE?</b>	13
Ekosystemtjänster	14
Problematik kring gröna tak	15
<b>GRÖNA TAKETS UPPBYGGNAD</b>	16
Extensiva och intensiva gröna tak	16
Gröna takets olika skikt	16
Växtbäddens uppbyggnad	17
Val av vegetation	18
Vegetationsval baserat på funktion	19
Skötsel	20
<b>BIOKOL PÅ GRÖNA TAK</b>	21
Forskning i Sverige	21
<b>BIOKOL</b>	23
<b>BIOKOL - VAD ÄR DET?</b>	23
Historia och användningsområden	24
Framställning	25
<b>EFFEKTER AV BIOKOL</b>	26
Ökar växters produktivitet, den mikrobiella aktiviteten i jorden samt höjer pH	26
Värmer jorden och förlänger växtsäsongen	26
Binder vatten och näringsämnen	27

<b>POTENTIAL OCH RISKER MED BOKOL</b>	28
Minskar näringsläckage	28
Hållbarhet och effektivisering av markanvändning	28
Kan ge neutrala eller negativa utsläpp för koldioxid	29
Ekonomiska fördelar och reducering av klimatpåverkan	29
Osäkerhet kring långsiktiga konsekvenser	29
Studie på effekter från Terra Preta idag	30
Har vi tid att vänta på forskningen?	31
<b>NATURALISTISKA PLANTERINGAR</b>	32
<b>NATURALISTISKA PLANTERINGAR - VAD ÄR DET?</b>	33
Med inspiration från naturen	33
Förespråkare av naturalistiska planteringar	34
<b>ATT LÄRA SIG OM VÄXTSAMHÄLLEN I DET VILDA</b>	37
CSR-modellen och växters kompatibilitet med varandra	38
<b>ATT SKAPA NATURALISTISKA PLANTERINGAR</b>	40
Gruppering efter växters generella struktur	40
Färg och form	42
Att skapa harmoni i en plantering	43
Växter för naturalistiska planteringar på gröna tak	44
Potential och risker med naturalistiska planteringar	45
<b>BEFINTLIGA NATURALISTISKA PLANTERINGAR PÅ GRÖNA TAK</b>	46
<b>RESULTAT</b>	47
<b>VÄXTBÄDDSCENARION</b>	48
Växtbäddsscenario 50 mm	49
Växtbäddsscenario 150 mm	50
Växtbäddsscenario 300 mm	52
<b>FÖRSLAG PÅ NATURALISTISKA PERENNPLANTERINGAR PÅ GRÖNA TAK</b>	54
Sedum-, ört- och gräsplantering	56
Torrängsplantering	58
Högre perennplantering	60
<b>AVSLUTNING</b>	61
Diskussion	62
Växtbäddscenarion	62
Naturalistiska planteringar och lämpliga perenner för gröna tak	64
Metoddiskussion och framtida forskning	65
<b>REFERENSER</b>	66

# INLEDNING

Under min utbildning till landskapsarkitekt har jag arbetat med skötsel på ett trädgårdsföretag vid sidan om studierna. Företaget ansvarar för skötsel av många olika typer av urbana grönytor, men kanske främst av bostadsgårdar. Många av dessa gårdar ligger i stadens mest urbana delar, där växtbäddarna ibland vilar på bjälklag. De kan ligga i marknivå med ett parkeringsgarage under, på husets tak eller i form av en utskjutande terrass längs huset. Alla dessa är exempel på gröna tak. Gemensamt för växtbäddarna på bjälklag är att de saknar kontakt med grundvattnet i marken, vilket gör miljön speciellt utsatt för torka. På taken kan även UV-strålningen bli mycket stark, ofta är det blåsigt och tillgången på näring är begränsad (Pettersson Skog et al. 2017). När jag arbetat med skötsel på dessa gårdar har jag och mina kollegor ofta konstaterat att det finns stora brister. Många växter mår inte bra och deras ståndort på taket är långt ifrån att likna deras naturliga habitat. Detta leder till att planteringarna ofta ser tråkiga ut, kräver mycket skötsel och växterna behöver bytas ut ofta.

I våra förtätade städer blir gröna ytor och de ekosystemtjänster de genererar allt viktigare för oss människor (BiodiverCity 2017). Därför anser jag att vi behöver bli bättre på att utforma dessa ytor så att de fyller sin tänkta funktion. För att klara framtidens klimatförändringar behöver vi arbeta med många olika lösningar och gröna tak kan vara en av dem. Ett grönt tak kan generera ekosystemtjänster som fördröjning av dagvatten, gynna den biologiska mångfalden, minska värmeinstrålningen och rena luften från farliga partiklar (Pettersson Skog et al. 2017). En självklarhet är att ett plantering med välmående vegetetation är bättre på att uppfylla dessa funktioner, än en plantering med dålig tillväxt. Jag tror att gröna tak kommer bli allt vanligare i framtidens städer och då vill jag vara med att skapa hållbara planteringar som uppfyller sitt syfte och står sig över tid.



# BAKGRUND

## Gröna tak – en självklar del i våra allt mer förtätade städer?

Våra städer blir mer och mer vertikala och för att få plats med en ökande befolkning bygger vi husen allt tätare. Enligt Boverket (2016) finns det en stor risk att grönområden blir exploaterade och försvinner vid förtätning, vilket i längden inte leder till en hållbar stad. Att grönska i staden kommer med många fördelar finns det flera studier som visar (Baum et al. 2001). Funktioner som kan tillgodose är ekosystemtjänster i form av exempelvis dagvattenhantering, gynnad biologisk mångfald, minskad värmeöeffekt, samt rening av avgaser och miljögifter (Boverket 2019). Andra sociala fördelar är stressreducering, plats för rekreation och sociala möten (Baum et al. 2001).

Våra städer får allt mer hårdgjorda ytor när vi blir fler människor som lever på samma plats. Gröna tak kan vara en av lösningarna för att skapa en mer hållbar stad. Begreppet gröna tak syftar till växtbäddar lagda ovanpå en konstruktion, ett bjälklag som fungerar som bärande bygnadsdel och angränsar till en våning över eller under mark (Pettersson Skog et al. 2017). I mitt arbete har jag valt att fokusera på extensiva till semi-intensiva gröna tak som är placerade på toppen av en byggnad och kräver lite till medelintensiv skötsel.

## Biokol och naturalistiska perennplanteringar på gröna tak

Problemet med många gröna tak idag är att många växter planteras utan hänsyn till deras naturliga växtsätt eller ståndort, vilket leder till skötselintensiva planteringar där växterna antingen ser tråkiga ut eller i värsta fall dör. Detta är varken bra ut ekologisk synpunkt eller hur vi människor upplever planteringarna. Ett annat problem är att de växter som är väl lämpade för ståndorten, inte är särskilt många. Speciellt inte på de allra tunnaste växtbäddarna. I mitt arbete har jag därför tittat på hur biokol kan förbättra substratets egenskaper i växtbäddar genom att stabilisera tillgången på fukt och näring och se hur det påverkar potentiella växtarter. För att undersöka hur vi kan skapa mer hållbara planteringar har jag även fördjupat mig inom principerna för naturalistiska planteringar där ekologi och design samverkar med varandra.

Att blanda ner biokol i substratet på gröna tak är en relativt ny metod, med huvudsyfte att göra taken mer hållbara. Biokol framställs genom en så kallad pyrolys, där organiskt material värms upp till höga temperaturer i en speciell ugn utan tillförsel av syre (Malmberg et al. 2019). Flyktiga gaser avges vid processen och fångas in, kvar blir de förkolade resterna som sedan kan användas som biokol (Sohi et al. 2009). Beroende på vilken typ av biomassa och i vilken temperatur pyrolysen sker, får biokolen olika egenskaper.

Studier visar att biokol i substratet kan öka växters biomassa, reducera mängden av näringsämnen som läcker ut i dagvattnet, höja jordens pH värde, samt lagra koldioxid (Biederman & Stanley Harpole 2013; Sohi et al. 2009). Biokol kan således exempelvis användas för att öka produktiviteten inom jordbruket, skapa en säkrare tillgång på vatten och näring i växtbäddar, samt minska koldioxidutsläppen. Alla tre exempel nödvändiga för att minska effekten av klimatförändringar (Sohi et al. 2009). På gröna tak skulle biokolets vatten- och näringshållande förmåga (Cao et al. 2014) kunna stabilisera tillväxten i en växtbädd och göra planteringen mer hållbar över tid (Biederman & Stanley Harpole 2013). Att kolet i sig är väldigt poröst och inte väger speciellt mycket gör att det lämpar sig för substrat på bjälklag, där bärigheten ofta är begränsad och man vill undvika tunga jordmassor (Cao et al. 2014; Malmberg et al. 2019).

En annan viktig del för att hållbara skapa gröna tak är att växtmaterialet anpassas för den specifika ståndorten. På gröna tak råder ofta en extrem miljö med stressade förhållanden där mycket solinstrålning, vind och väldränerade växtbäddar leder till att planteringen snabbt torkar ut (Pettersson Skog et al. 2017). Växter lämpade för denna typ av habitat bör ha liknande växtförhållanden i det vilda (Rainer & West 2015). För att hitta lämpligt växtmaterial och försöka skapa mer hållbara planteringar, har jag valt att fördjupa mig inom vad som i engelska termer kallas för Naturalistic Planting Design (Dunnett 2019) eller ecologically-functional designed landscapes (Rainer & West 2015). Vilket i dess enklaste form jag valt att översätta till naturalistiska planteringar. Enligt dessa teorier bör vi tänka mer på hur växter interagerar med varandra och vart växterna kommer ifrån. Naturalistiska planteringar handlar om att utgå från växtsamhällen i naturen, men att sedan omvandla den kunskapen till att skapa visuellt attraktiva planteringar som är anpassade till staden. Planteringarna påminner då om växtsamhällen som finns i det vilda men modifieras för att passa en urban miljö och för att förstärka den visuella attraktionen. Genom att designa på detta sätt blir planteringen inte lika sårbar för störningar eller stress och på så sätt mer hållbar över tid, (Rainer & West 2015; Dunnett 2019) vilket är något som känns mycket relevant för gröna tak.

## MÅL OCH SYFTE

Mitt syfte är att ge exempel på vilka perenner som är lämpliga att plantera på gröna tak. Jag vill även bredda kunskapen om vad biokol är och vilka effekter det kan ha på växtmaterial i dessa miljöer, samt om det kan utöka variationen av potentiella växtarter. Genom att fördjupa mig inom tanke-sättet kring naturalistiska perennplanteringar hoppas jag också kunna förbättra min förmåga att skapa planteringar som är mer hållbara över tid. Detta eftersom jag anser att det ibland råder en viss kunskapsbrist för oss landskapsarkitekter när det kommer till gröna tak och vilka växter som klarar de specifika förhållandena.

Målet är att examensarbetet ska kunna användas av mig själv, andra landskapsarkitekter och när-liggande professioner, i framtida gestaltningar inom yrkeslivet för att skapa hållbara växtbäddar på gröna tak. Det är även tänkt att fungera som en introduktion för användning av biokol i substratet samt ge exempel på vilka effekter det får på växtbäddar beroende på hur stor andel som tillsätts. Mitt mål är även att inspirera andra till att tänka mer på hur vi kan lära oss om hur arter växer i det vilda för att sedan skapa visuellt attraktiva och hållbara planteringar i våra städer.

## FRÅGESTÄLLNINGAR

- *Vilka perenner är lämpade för den ståndort som finns på gröna tak?*
- *Hur påverkas antalet potentiella växtarter på gröna tak av substratets tjocklek och olika halter av biokol i växtbädden?*
- *Hur kan vi utforma naturalistiska perennplanteringar för gröna tak?*

## AVGRÄNSNINGAR

I min studie kommer jag utgå från tre olika typer av tak.

- Ett tunnare extensivt tak med främst sedumväxter
- Ett tak med något djupare växtbädd med örtartade växter av torrängskaraktär
- Ett semi-intensivt tak med en djupare växtbädd med högre och mer kraftigväxande perenner

För var och ett av taken kommer en gradient från lite till mycket biokol teoretiskt sett att tillsättas i substratet i form av olika växtbäddsscenario. Enligt min subjektiva uppfattning så förekommer idag de två första nämnda taktyperna med sedum och örtartade växter oftast högst upp på taket på en byggnad, där tjockare växtbäddar inte är en möjlighet på grund av lasten. Där är miljön ofta solig, blåsig och med en växtbädd som består av ett lättviktigt väldränerande material, vilket betyder att torka är vanligt förekommande (Pettersson Skog et al. 2017). För att förenkla har jag valt att applicera denna ståndort på alla mina växtförslag. Andra ståndorter med bland annat mer skugga förekommer också i verkligheten, främst bland flerskiktade tak i marknivå, men att göra förslag även utifrån denna ståndort hade blivit alltför tidskrävande för att rymmas i detta examensarbete.

# MATERIAL OCH METOD

Mitt arbete består av tre olika teoridelar som behandlar – gröna tak, biokol och principerna för naturalistiska perennplanteringar. Kunskapen från detta har sedan resulterat i växtlistor och växtkompositioner för olika växtbäddsscenarioer med biokol på gröna tak.

## Litteratursökning

I mitt arbete har jag främst använt mig av SLU bibliotekets samlade databastjänst. Exempel på sökord är: *biochar*, *water holding capacity*, *green roofs*, *naturalistic planting design* och *ecological plantings*. Jag har även sökt på liknande ord på svenska. Litteratur gällande biokol och gröna tak kommer främst från publicerade artiklar. När det kommer till växtval och naturalistiska planteringar så har tryckta böcker varit till stor hjälp som jag har hittat i SLU:s bibliotek. Mina två handledare har också varit mycket behjälpliga inom sina respektive ämnen med vart jag kan hitta relevant information.

## Växtbäddsscenarioer

För att undersöka hur biokol påverkar en växtbädd och om det förändrar antalet potentiella växter som går att plantera på gröna tak så har jag valt att i teorin skapa nio hypotetiska växtbäddar. Genom att välja tre olika substratdjup, samt tre olika gradienter av biokol, så blir det totalt nio stycken växtbäddar med olika egenskaper. Till dessa växtbäddar har jag utformat växtlistor för att undersöka om hur man kan arbeta med olika arter på olika substratdjup, samt hur artdiversiteten förändras. Grundsustratet i växtbäddarna, som biokolen tillsätts i, är baserat på ett standardsubstrat för gröna tak, alltså ett väl-dränerat och lättviktigt substrat som kan innehålla begränsade mängder vatten. Förhållandet i de olika växtbäddsscenarioerna är baserade på tidigare forskningsresultat om biokol och utgår från egenskaper gällande förmågan att binda fukt och näring samt hur biokolet påverkar växtbäddens pH. Se tabell nedan.

**Tabell 1.** Växtbäddsscenarioer som beskriver växtbäddens karaktär och substratets egenskaper. Biokolhalten mäts i volymprocent och tabellen är framtagen tillsammans med Ann-Mari Fransson, docent inom växtekologi på SLU.

Växtbädd	Karaktär	Växtbädd djup	Procenthalt biokol	Fukt	pH	Näring
1	Sedum-, ört- och gräsplantering	50 mm	0%	Mycket torrt	Neutralt	Mycket lågt
2	Sedum-, ört- och gräsplantering	50 mm	10%	Mycket torrt	Neutralt	Lågt
3	Sedum-, ört- och gräsplantering	50 mm	20%	Torrt	Högt	Lågt
4	Blommande torräng	150 mm	0%	Torrt	Neutralt	Lågt
5	Blommande torräng	150 mm	10%	Torrt	Neutralt	Medel
6	Blommande torräng	150 mm	20%	Friskt	Högt	Medel
7	Högre perennplantering	300 mm	0%	Torrt	Neutralt	Lågt
8	Högre perennplantering	300 mm	10%	Friskt	Neutralt	Medel
9	Högre perennplantering	300 mm	20%	Friskt	Högt	Medel/högt

## Substratförhållanden i växtbäddscenarier

Tjockleken på substratet påverkar vattenmängden som växterna har tillgång till eftersom de då får tillgång till mer substrat. Om tjockare växtbäddar anläggs kan de innehålla fler olika arter, inte bara de som är extremt torktåliga. Biokol ökar den mängd vatten som substratet kan innehålla, det vill säga vattenhalten i substratet ökar. Ökningens storlek varierar beroende på vilken typ av jord som biokolet blandas in i, alltså hur mycket vatten jorden i sig har förmåga att hålla. De substrat som används på gröna tak är genomsläppliga och har ofta låg vattenhållande förmåga. Studier visar att biokol ökar mängden tillgängligt vatten i substrat på gröna tak (Farrell et al. 2019; Cao et al. 2014).

Vatteninnehållet i en sandig jord ökade med 23% efter att 6 viktprocent biokol blandades ner i jorden (Basso et al. 2013) och med 16% om 30 volymprocent biokol blandades i en scoria baserad jord (Cao et al. 2014). Scoria är en vulkanisk porös mineral som används i lättviktsjordar. Det är en stor ökning i ett torrt system och det går att räkna med att biokol kommer ha en tydlig effekt på vattentillgången för växter på gröna tak med konventionellt lättviktssubstrat (Fransson muntligt 2020).

Biokol har även effekter på substratets pH genom dess askeffekt som kan höja pH (Biedermann & Harpole 2013). Den förändring i pH som sker beror dels på substratets befintliga pH och den askhalt biokolet har, det vill säga ett substrat som har ett neutralt pH kommer att förändras mer och pH ökningen blir större om biokol med hög askhalt används (Fransson muntligt 2020). Substraten på gröna tak har ofta ett neutralt till något surt pH (Pettersson Skog et al. 2017) och eftersom pH i taks substrat är nära neutralt kan vi anta att pH kommer att öka i substratet och få en effekt på vilka arter som trivs. Preliminära resultat visar även att detta händer i faktiska försök (Fransson muntligt 2020).

Biokol har en näringshållande förmåga som är lik den i lera (Sohi et al. 2010). Detta leder till att den gödning eller det kvävenedfall som sker på ett tak kommer att hållas kvar och vara tillgängligt för växter under en längre tid, näringstillgängligheten ökar. Detta leder till att växterna kan växa sig större och att läckaget bort från taket minskar (Biederman & Harpole 2013).

## Växtval

För att begränsa mina möjliga växtval har jag valt att utgå från växter beskrivna i boken *Perennials and Their Garden Habitats* (1993), skriven av de tyska författarna Richard Hansen och Friedrich Stahl. Boken ansåg jag dels vara lämplig på grund av den geografiska närheten från Tyskland till Sverige, eftersom många arter som tas upp i boken även klarar av att växa i vårt klimat. En annan fördel var att boken utgår ifrån ett ekologiskt förhållningssätt och utgår ifrån hur växter växer naturligt i det

vilda och i olika typer av växtsystem, vilket har varit hjälpfullt för att skapa mina gestaltade växtkompositioner utifrån de naturalistiska planteringsteorierna. Boken beskriver bland annat arters växtsätt och om arterna är kort- eller långlivade. Författarna poängterar att tillgänglig fukt i jorden har varit speciellt viktigt i hur de valt att gruppera växter efter ståndort. Ytterligare ett argument till varför jag valde att utgå ifrån boken är att den både behandlar vad som skulle kunna beskrivas som mer vilda växter, men ger även exempel på mer framodlade hortikulturella växter som går att få tag på i svensk handel. Med tanke på bokens omfattning och mitt arbetes tidsbegränsningar anser jag boken var tillräcklig att utgå ifrån för att hitta potentiella växtarter.

Viktigt att poängtera är att mina potentiella växtarter i växtlistorna bortser från konkurrens av andra växter. Däremot har jag tagit hänsyn till konkurrens när jag utformat mina förslag på olika perennmixar.

### **Kategorisering enligt boken 'Perennials and Their Garden Habitats'**

Av alla växter som finns beskrivna i boken har jag plockat ut de arter som har liknande ståndortskrav som de förhållanden som generellt sett ofta råder på gröna tak på toppen av en byggnad, även om detta såklart kan variera. Hansen och Stahl (1993) har valt att gruppera växter i olika kategorier beroende på vart de växer naturligt och hur de kan fungera i en mer urban miljö. För att efterlikna förhållanden på gröna tak har jag främst hittat lämpliga växter i deras kategorier de benämner som 'Open ground' och 'Rock garden', samt ett fåtal arter från 'Border' och 'Woodland edge'. Dessa kapitel har sedan delats in i underkategorier utifrån de specifika platser där arterna kan prestera som bäst och kräva så lite skötsel som möjligt.

I dessa underkategorier har jag sedan valt växter som beskrivs trivas i soliga, och oftast under sommarmånaderna, varma miljöer, samt alternativt tål lätt till måttlig skugga. Jag har även tittat på pH och eftersökt växter som trivs i neutrala eller kalkrika jordar. Dock finns det många växter som kan klara av både mer kalkrika och surare förhållanden ska påpekas. De flesta arter jag finner lämpliga för gröna tak beskrivs utifrån Hansen och Stahl (1993) som växter som trivs i mer magra och porösa jordar, snarare än de som innehåller mycket lera. Dock kan biokolen förändra detta något och göra att växter som vanligtvis trivs i lerjordar också skulle kunna fungera på gröna tak om de får tillräckligt mycket vatten och näring. Några arter har därför valts utifrån detta kriterium också. Gällande fuktighet har jag hämtat växter från de underkategorier som beskrivs som extremt torktåliga, till växter som tål lätt torka men helst vill stå lite fuktigare. De sistnämnda arterna är tänkt att kunna fungera i de djupare växtsubstraten med en högre procenthalt biokol. Näringsmässigt har jag tittat på arter som klarar sig under näringsfattiga förhållanden till de som kräver måttlig tillgång på näring för att prestera bra. Växters förväntade livslängd har beaktats i den mån informationen funnits tillgänglig och i mina växtförslag har jag försökt att välja både långlivade arter, samt arter med kortare livslängd men som har chansen att föröka sig antingen vegetativt eller med frö.



Jag har valt bort växter som inte anses hårdiga i Sverige samt arter som beskrivs som väldigt skötselkrävande. Även arter som är alltför högre eller speciellt vindkänsliga har valts bort, samt de flesta lökväxter för att begränsa mig något.

Här är kortfattade beskrivningar av de olika huvudkategorierna jag valt att hämta växter utifrån *Perennials and Their Garden Habitats* (Hansen & Stahl 1993).

**Open ground:** "Plants suitable for low groundcover, flowering meadows, and dry grassland.." (Hansen & Stahl 1993, s.104). Vilket kan översättas till lågväxande marktäckare, ängar och grässlätter av olika slag, exempelvis stäpp och prärie. Denna kategori rymmer en mängd olika ståndorter med allt ifrån fuktängar till torra steniga kalkrika ängar. Många arter är gräs samt perenner av lite vildare karaktär.

**Rock garden:** "The rock garden habitat can be taken to include all those places where rocks and stones are built into the garden, providing favourable conditions for a range of alpine and other rock-loving plants." (Hansen & Stahl 1993, s. 256). Rock garden kan översättas till sten- eller klippträdgårdar, men benämns även som stenparti för en mer specifik plats i trädgården i svenska termer. Vilket betyder att dessa platser kan inkludera alla platser i trädgården där stenar och klippor skapar en förmånlig grogrund för flertalet alpina- och andra stenälskande växter. Kategorin karaktäriseras av att växterna kräver väl-dränerade och porösa jordar för att prestera bra.

**Border:** "Border plants include all the popular ornamental perennials and large bulbs that require an open, cultivated soil for their growth." (Hansen & Stahl 1993, s.105). Vilket på svenska jag valt att tolka som perennrabatter. Alltså kan perennrabattväxter inkludera alla populära prydnadsperenner och större lökar som kräver en öppen, kultiverad jord för deras tillväxt. Många arter här kan speciellt gynnas av högre halter av biokol som kan efterlikna en växtbädd med högre lerhalt.

**Woodland edge:** "The woodland edge is intimately connected with woodland proper." (Hansen & Stahl 1993, s.104). Vilken innebär växter i skogsbryn som är liknande de som växer i skogen under träd och buskar. I gränslandet mellan skogen och det öppna landskapet, har jag lyckats hitta ett fåtal lämpliga arter.

## Växtlistor och förslag på naturalistiska planteringar

Den sammantagna växtlistan jag fått fram utifrån *Perennials and Their Garden Habitats* (Hansen & Stahl 1993) har sedan kunnat appliceras på de nio växtbäddscenarierna i olika konstellationer. Beroende på den specifika artens ståndortskrav och förhållandet i växtbädden, skiftar antalet potentiella växtarter för de olika växtbäddarna, vilket generar nio olika växtlistor.

Genom att sedan utgå ifrån tre av dessa växtlistor, från olika tjocklekar på växtbädden, har tre enklare gestaltungs-förslag på växtkompositioner enligt principerna för naturalistiska perennplanteringar komponerats ihop. Detta innebär ett gestaltungs-förslag för det tunnare sedumtaken, ett för den örtartade torrängen, samt ett för den tjockaste växtbädden med högre perenner. Med de olika förslagen vill jag belysa intressanta slutsatser som framkommit i form av exempelvis biokolets påverkan, artdiversitet eller olika växtuttryck i en plantering.

Mina förslag utgår först och främst från människans behov. Vi människor är dock en del av ett större ekosystem och vi är beroende av andra arters överlevnad för vår egen existens. Det betyder att jag indirekt också valt att tänka på hur mina planteringar kan gynna resten av den värld vi människor delar med så många andra arter.

# GRÖNA TAK



**Figur 2.** MEC's green roof among others av Sookie. (CC BY 2.0)  
Takträdgård i Ottawa, Kanada.

## GRÖNA TAK - VAD ÄR DET OCH VAD ÄR DESS SYFTE?

Historiskt sett är gröna tak ingen ny företeelse. Redan på 500-talet f.Kr. konstruerades Babylons hängande trädgårdar i dagens Irak (Rafiq & Shafique 2018) och i traditionell skandinavisk bebyggelse anlade vi fram till 1800-talet torvtak (fig. 3) med växtlighet på våra stugor för att förbättra isoleringen. Dagens moderna gröna tak används ofta som en metod för att bidra till en mer klimatanpassad och hållbar stadsbebyggelse (Scandinavian Green Roof Institute u.å.).

Inom begreppet gröna tak ryms många olika förklaringar och definitioner. Det kan vara allt ifrån en busskur med en tunn växtbädd ovanpå med succulenta arter så som sedum, till en parkliknande konstruktion på toppen av en skyskrapa med träd och buskar. Det kan också vara en blommande äng på en terrass av ett våningshus eller en innergård i marknivå med ett garage under sig. Gemensamt skiljer de sig alla från naturliga ekosystem genom att vara detaljerade konstruktioner, skapade av människan (Cook-Patton 2015).

En annan allmän definition är att gröna tak saknar kontakt med det naturliga grundvattnet i marken, eftersom det är en konstruktion på bjälklag (Pettersson Skog et al. 2017). Detta innebär att växtbäddens tjocklek är begränsad på grund av restriktioner inom lastbegränsningar och ekonomiskt aspekter, vilket leder till försämrad tillgång på vatten, luft och näring i substratet (Malmberg et al. 2019). Klimatet för vegetationen på gröna tak blir således en extrem ståndort där växtbädden snabbt urlakas på näringsämnen när vatten raskt passerar genom den lättviktiga och porösa växtbädden. Vid kraftiga skyfall kan dock motsatsen ske och vattnet blir stående på taket, vilket skapar en syrefattig miljö. Uppe på höga tak eller kring huskroppar blir ofta även sol- och vindexponeringen hög, vilket bidrar till de extrema förhållandena (Pettersson Skog et al. 2017).

Ett grönt tak kan ha många funktioner. Detta betyder att utseendet kan variera beroende på vad som är huvudsyftet med det specifika taket (The Green Roof Centre 2011). Olika funktioner kan exempelvis vara att generera ekosystemtjänster, skapa rekreativa och visuellt attraktiva miljöer för oss människor, eller ekonomiska incitament i form av förbättrad isolering eller viljan att uppnå en viss miljöklassning på byggnaden (Pettersson Skog et al. 2017).



**Figur 3.** Nordic Green Roof av Douglas De Mers. (CC BY-SA 2.0) Traditionellt skandinaviskt torvtak.

## Ekosystemtjänster

En ökande befolkning och förbättrat välbefinnande i våra städer har resulterat i många problem för miljön omkring oss. Bland annat föroreningar i vattnet och luften, ökade ljudnivåer, global uppvärmning och värmeöeffekt. Många menar på att grönska i staden är en av de mest hållbara lösningarna på dessa problem och där kan gröna tak vara ett alternativ (Besir & Cuce 2018; Pettersson Skog et al 2017; Sutton 2015).

Gröna tak har visat sig kunna generera många ekosystemtjänster, bland annat genom hantering av nederbörd. Vatten som regnar ner på växtbädden kan genom evaporation och transpiration återgå till atmosfären, eller hållas kvar i substratet för att i en långsammare takt dräneras ner till marknivå (Sutton 2015; Pettersson Skog et al 2017). Tjockare substrat och flerskiktad vegetation som träd, buskar och gräs har visat sig ha en avsevärt större förmåga att fördröja dagvatten, än ett tunt sedumtak med växter som inte tar upp speciellt mycket vatten (Nagase & Dunnett 2008).

Den bebyggda miljön i våra städer innehåller få habitat för bland annat växter, insekter och fåglar. Gröna tak kan innehålla habitat och i viss mån kompensera den habitatfattiga stadsmiljön och på så sätt hjälpa till att öka den biologiska mångfalden i våra städer (Sutton 2015; Pettersson Skog et al 2017). Platser som har en hög biodiversitet med många olika arter är mer resilienta för förändring och sjukdomar, vilket betyder att de kan generera fler ekosystemtjänster än platser där artdiversiteten är låg (BiodiversCity 2017; Speak et al. 2012). En väg att öka biodiversiteten på taken är att skapa många olika mikroklimat. Detta ger specifika arter en större chans att hitta sin specifika nische där de har störst chans att överleva och konkurrera med andra arter. Genom att variera substratdjup och designen av växtkompositioner kan detta uppnås i en högre utsträckning (Bradley 2015).

Gröna tak har också visat sig generera ekosystemtjänster i form av minskad energiförbrukning och reducering av värmeöeffekten, upphettningen av våra städer. Genom att minska temperaturväxlingarna kan det gröna taket i förhållande till ett vanligt tak isolera värmen under vintern i byggnaden och kyla ner under sommarens varma månader (The Green Roof Center 2011). Vegetationen minskar också ytuppvärmning på tak och reducerar därmed stigande temperaturer i städer (The Green Roof Center 2011; Lundholm & Williams 2015). Andra ekosystemtjänster grönskan genererar är att minska föroreningar i luft och vatten genom att fånga in och ta upp partiklar (Lundholm & Williams 2015). Växterna kan även reducera störande buller i staden (Pettersson Skog et al. 2017) samt fungera som en kolsänka genom upptagning av koldioxid (Lundholm & Williams 2015).

Grönska i staden kommer med många psykologiska fördelar för oss människor. Många studier har undersökt hur vi känner när vi blickar ut över ett landskap utan vegetation, jämfört med ett landskap med vegetation. Resultaten visar att grönskan fungerar stressreducerande och ökar vårt

psykologiska välmående (Hartig et al. 2011). Hypotetiskt sett kan gröna tak ha samma psykologiska fördelar om taket är synligt från andra byggnader eller går att vistas på (Lee 2014; Sutton 2015).

## **Problematik kring gröna tak**

Gröna tak är komplexa konstruktioner och det är viktigt att göra rätt i anläggningsskedet för att taket ska uppfylla sin tänkta funktion och inte göra skada på den resterande delen av byggnaden. Det är viktigt att räkna på hur mycket vikt byggnaden tål i form av vatten, substrat och växtlighet för att konstruktionen ska hålla. Om det gröna taket installeras fel finns också risken att vatten läcker in i byggnaden (Pettersson Skog et al. 2017). Om taket däremot installeras korrekt, kan takets livslängd dubblas i jämförelse med ett traditionellt tak som snabbare slits ut (Kim et al. 2018)

I sin artikel i Green Roof Ecosystems, menar Carlisle och Piana (2015) att gröna tak ofta är ansedda som ekologiskt hållbara. Men att de utan rätt planering och förvaltning över tid, inte kommer att generera speciellt många ekosystemtjänster. Exempelvis är ett grönt tak med väldigt få arter speciellt känsligt mot sjukdomar och störningar, eftersom det inte är resilient. Även abiotiska faktorer kan förändras över tid vilket gör dem sårbara. Klimatet varierar från år till år, staden bebyggs vilket förändrar solinstrålning och vindhastigheter samt substratet kan minska när små partiklar dräneras, blåser iväg eller tas bort i och med skötselinsatser. Allt detta kan förändra egenskaperna för växtbädden. Författarna menar att en lösning är att vara beredd på dessa problem genom att ha ett mer ekologiskt förhållningsätt vid design och växtval, vilket ökar vegetationens chanser att klara av förändringar. Genom att fokusera på växtsamhällen och hur växter interagerar med varandra så kan vi skapa hållbarare gröna tak menar Carlisle & Piana (2015).

Ett annat välkänt problem med gröna tak är läckage av näringsämnen som rinner ner i dagvattnet och orsakar övergödning i närliggande sjöar och vattendrag. När gröna tak gödslas är risken stor att mycket av näringsämnena, speciellt fosfor, följer med vattnet genom det väl-dränerade substratet (Sohi et al. 2009; Kuoppamäki & Levhävirta 2016). Lösningar på detta skulle kunna vara användning av biokol, regnbäddar på marken, eller andra typer av dagvattenbiofilter som fångar upp näringsämnen (Kuoppamäki & Levhävirta 2016).

När det gröna taket väl är på plats är arbetet långt ifrån över. Alla gröna tak behöver någon form av tillsyn och skötsel för att kunna leverera. Brister i samarbetet mellan entreprenör och beställare, arkitekter, ingenjörer och boende i husen är vanliga och en av de största orsakerna till att växtmaterial dör eller att det blir skador på taket menar Kim et al (2018). Då blir alla investerade pengar och tiden som lagts ner onödiga. Därför är det viktigt att alla inblandade parter tillsammans diskuterar och gör en långsiktig plan för hur det gröna taket ska skötas och vem som gör vad (Kim et al. 2018).

# GRÖNA TAKETS UPPBYGGNAD

## Extensiva och intensiva gröna tak

Det är vanligt att dela in det gröna taket i extensiva eller intensiva anläggningar beroende på skötselnivå (Friedman 2012). Extensiva gröna tak syftar till de som endast kräver skötselinsatser en eller ett fåtal gånger per år, exempelvis ett tunt sedumtak. Ett annat exempel skulle kunna vara en variationsrik ängsyta som kräver lite mer skötsel och ses då som ett semi-intensivt tak (Kim 2018). Ett intensivt grönt tak kräver flertalet skötselinsatser per år och behöver kontinuerlig skötsel för att bibehålla sin artsammansättning, funktion och sitt visuella uttryck. En designad flerskiktad plantering med träd och buskar eller en detaljerad perennplantering är ett exempel på ett intensivt tak. Grönatakhandboken (Pettersson Skog et al. 2017) menar att begreppet om extensiva eller intensiva gröna tak i sig inte kopplade till växtbäddens tjocklek, men att det ofta ändå är substratdjupet som har betydelse för vilka arter som klarar sig på platsen.

## Gröna takets olika skikt

För att bygga ett grönt tak som skyddar bjälklaget och har en god dränerande förmåga, krävs olika skikt som bygger upp konstruktionen. Längst ner i konstruktionen finns tätskiktet som skyddar mot fukt och vattenläckor (Månsson et al. 2017). Därefter läggs en rotspärr som ska skydda mot aggressiva rötter från exempelvis kvickrot eller björk. Ovanpå rotspärren placeras en filterduk eller skyddstextil i ett genomsläppligt material som är tänkt att separera och skydda de olika lagren (Byggnadsvårdsföreningen 2018; Kim et al. 2018). Därefter kommer ett dräneringslager som kan bestå av naturligt eller syntetiskt material med syfte att dränera bort vatten. Uppbyggnaden av dessa kan påminna om utseendet av en äggkartong. Ovanpå dräneringslagret ligger substratet som har i uppgift att tillhandahålla en bra växtplats för växter genom att hålla vatten, näring och syre (Friedman 2012; Byggnadsvårdsföreningen 2018). På grund av begränsade laster är det viktigt att substratet väger väldigt lite samt är stabilt över en lång tid och inte kompakteras (Byggnadsvårdsföreningen 2018). Substratet kan exempelvis bestå av pimpsten, cellglas, tegelkross, biokol, scoria eller kompost, ofta i olika blandningar av dessa (Pettersson Skog et al. 2017). Slutligen består det översta lagret av takets växter (Byggnadsvårdsföreningen 2018). Utöver alla dessa skikt kan vissa gröna tak ha ytterligare lager så som exempelvis isoleringslager som motverkar temperaturväxlingar under vintern och sommaren (Kim et al. 2018).

## Växtbäddens uppbyggnad

Växtbädden består av tre komponenter – luft, vatten och fast material. Det fasta materialet består av ett eller flera substrat med huvudsyftet att magasinera vatten, näring och luft för vegetationen (Pettersson Skog et al. 2017). Dessa funktioner är ofta i konflikt med varandra eftersom det gröna taket har en mycket begränsad bärighet som endast klarar extremt lättviktiga och porösa substrat som tyvärr snabbt dränerar bort vatten och näringsämnen (Lambrinos 2015). Det är inte ovanligt att hitta exempel med gröna tak där vegetationens behov är större än vad växtbädden är dimensionerad för, vilket kan leda till ett ökat skötselbehov och dålig växtlighet (Pettersson Skog et al. 2017). Enligt Kim et al. (2018) har ett idealt substrat för gröna tak dessa egenskaper:

- Hög stabilitet under olika förhållanden
- Lokalt tillgängligt material
- Kostnadseffektivt
- Minimalt med organiskt material
- Hög vattenhållande förmåga
- Låg vikt
- Högt vattengenomsläpplighet
- Binda näring och minska urlakning av näringsämnen
- Innehålla luft
- Rena vatten

Grönatakhandboken beskriver vidare hur det fasta materialet utgör växtbäddens stomme och är den komponent som bestämmer porernas storlek och form beroende på partikelstorlek och sammansättning. Enligt författarna så består en lyckad växtbädd av cirka 50 % porer, varav dessa är fyllda med hälften vatten och hälften luft. Det fasta materialet består i sin tur av tre huvudkomponenter – tillsatsmaterial, jord och organiskt material. Tillsatsmaterialet har som främsta funktion att det ger stabilitet till växtbädden och är lättviktigt, kan hålla vatten och luft, samt vara dränerande. Scoria, tegelkross, pimpsten, biokol och Leca är alla exempel på tillsatsmaterial. Jorden som består av grus, sand, silt eller lera har liknande egenskaper och ska också hålla vatten, luft och näring. Det organiska materialet kan exempelvis bestå av kompost, torv eller kokosfibrer och har ofta en god näringshållande förmåga som bidrar till ett rikt mikroliv i växtbädden (Pettersson et al. 2017).



## Val av vegetation



**Figur 4.** Rocky Mountains, USA. av Carin Wincent. I Rocky Mountains, Colorado, har *Verbascum thapsus* anpassat sig till de mest otillgängliga växtplatserna. Här råder ett torrt klimat med stora temperaturväxlingar. Ljus bladfärg och hårlighet skyddar växten från den starka solen.

Ett grönt tak är mycket utsatt för hög solinstrålning och vind, vilket gör att torka är vanligt förekommande under växtsäsongen. Detta beror dock mycket på vilken typ av substrat som används och vart det gröna taket befinner sig. (Pettersson Skog et al. 2017; Dunnett & Kingsbury 2004). Att växtbädden generellt sett är mycket tunn och saknar kontakt med grundvattnet, gör att förhållandena blir mycket stressade för växter eftersom växtbäddens totala vatten-, näring- och luftinnehåll ofta är mycket lågt (Pettersson Skog et al. 2017; The Green Roof Centre 2011; Dunnett & Kingsbury 2004). Att välja växter som klarar dessa extrema förhållanden har stor betydelse för det gröna takets överlevnad. Många menar på att lämpliga växter är sådana som växer naturligt på liknande ståndorter så som torrängar, klippskrevor och berghällar (The Green Roof Guide 2004; Pettersson Skog et al 2017; Dunnett 2019).

Exakt vilken typ av vegetation som är lämplig beror ofta på substratdjupet. Ju tjockare substratdjup, desto fler möjliga växter brukar oftast vara fallet (Pettersson Skog et al. 2017; Kim et al 2018). På de allra tunnaste växtbäddarna är det nästan enbart suckulenter, speciellt från familjen Sedum och Phedimus som lagrar vatten i blad- och stamdelar, som klarar av de tuffa förhållandena. Även mossor (Berndtsson 2010) och vissa örtartade växter har visat sig klara dessa förhållanden. När substratdjupet kommer över cirka 100 millimeter utökas växtvalet och inspiration kan hämtas exempelvis från torrängar och ruderata marker. Växter som har ett bra skydd mot solsken och torka genom hårlighet, ljus bladfärg (fig. 4) eller exempelvis tät kuddform som skyddar mot avdunstning, är eftertraktade på gröna tak (Lambrinos 2015; Pettersson Skog et al. 2017). Många mindre lökar och knölar klarar sig också bra med fukten på våren och trivs sedan i den torra och näringsfattiga miljön under sommaren (Dunnett & Nagase 2013; Pettersson Skog et al 2017). Eftersom lökar och knölar ofta blommar mycket tidigt eller sent på säsongen kan de utgöra viktiga pollenkällor samt tillföra färg och andra visuella kvalitéer till planteringen när inte mycket annat blommar (Dunnett & Nagase 2013).

När substratdjupen blir över 150 millimeter utökas växtvalet med fler större perenner. Över 300 millimeters substratdjup möjliggör för buskar och en mer trädgårdsliknande karaktär. Vid 600 millimeter kan mindre träd planteras vilket kan skapa en karaktär som skulle kunna återfinnas i en park eller trädgård i marknivå. När substratdjupet ökar blir stressförhållanden mindre påtagliga eftersom växtbädden kan hålla mer vatten, luft och näring (Pettersson Skog et al 2017).

## **Vegetationsval baserat på funktion**

Beroende på vilken funktion det gröna taket är tänkt att ha, kan utseendet variera stort. Olika funktioner kan exempelvis vara i form av plats för rekreation och att försköna stadsbilden för oss människor. Det kan också vara för att kompensera för förlorad biologisk mångfald, (Pettersson Skog et al. 2017) i utbildningssyfte om hur ekologiska system fungerar (Dunnett 2019) eller för att minska vattenmängden som hamnar i våra dagvattensystem på marken (Berndtsson 2010).

Gällande estetik så visade en studie från 2014 (Lee et al.) med australiensiska kontorsmänniskor att den typen av gröna tak som de föredrog allra mest hade en ängsliknande karaktär med högre gräs och blommande blommor. Det minst omtyckta gröna taket var den med lågväxande succulenter av sedum (Lee et al 2014). Att olika typer av landskap kan framkalla starka känslor hos oss människor är sedan länge känt och kan i teorin ha att göra med vår evolutionära bakgrund när vi levde närmare naturen (Kaplan 2001). Dock är vi alla människor olika och reagerar därför inte likadant på olika landskapstyper (Kendal et al. 2012), även om vissa generella åsikter går att skönja i olika studier (Kendal et al. 2012; van den Berg et al. 2003; Kaplan 2001).

Om ett grönt taks huvudsyfte däremot är att gynna den biologiska mångfalden kan taket få en mer vild och naturlig karaktär, men som inte nödvändigtvis behöver anses sämre ur estetiska synpunkter. Forskning visar att arter som växer tillsammans i ekosystem med hög biodiversitet (fig. 6) presterar bättre än om de växer isolerat (fig. 5) var för sig (Hansen & Stahl 1993; Cook-Patton 2015; Nagase & Dunnett 2010). Dessa växtsystem genererar även fler ekosystemtjänster och är mer resistent mot sjukdomar och störningar (Cook-Patton 2015). Att välja inhemska eller exotiska växter kan också påverka den biologiska mångfalden. Inhemska växter kan ha en större chans att locka till sig lokala djur och insekter som är vana att leva och äta av växterna, samt risken att växterna blir invasiva minskar (Cook-Patton 2015). Dock är gröna tak en högst mänsklig konstruktion och det är inte säkert att de inhemska växterna är bäst lämpade för den konstruerade ståndorten, utan det kan finnas exotiska växter som klarar uppgiften bättre (Hitchmough 2011).



**Figur 5.** Nya Zeeland av Carin Wincent. Säsongsplantering med låg biodiversitet.



**Figur 6.** Pildammsparken av Carin Wincent. Säsongsplantering med hög biodiversitet.

## Skötsel

Gröna tak behöver regelbundna skötselinsatser av olika intensitet och under olika skeden för att få en lång livslängd (Kim et al. 2018; Pettersson Skog et al. 2017). Grönatakhandboken menar på att dessa skeden kan delas in i tre olika steg.

Först kommer installationsskötseln med målet att den nyplanterade vegetationen etablerar sig väl på taket. Bevattning och kontroll av att växterna rotar sig väl är kritiska skötselinsatser. Under den andra fasen som kan beskrivas som färdigställande, eller så kallad garantiskötsel, så gäller det att stötta den etablerade växtligheten och vanliga skötselinsatser är ogrärensning och omplantering. Efter garantiskötselns slut tar underhållsskötseln vid. Då är det viktigt att försöka bevara den ursprungliga tilltänkta funktionen av planteringen. För sedumtak eller ängstak bör bevattning ej vara nödvändigt längre, men bör finnas tillgänglig vid tillfälle av extrem torka. Under samtliga av dessa skeden är det viktigt att avvattningsystem kontrolleras och rensas en till två gånger per år för att se till att inga rännor eller brunnar har satts igen. Gödsling bör ske sparsamt på ett grönt tak eftersom det riskerar att följa med i avrinningen och ut till dagvattnet (Pettersson Skog et al. 2017).

Gällande ogräsrensning så är det viktigt att en art inte får övertag och konkurrerar ut andra växter. Selektiv rensning kan behövas för att gynna mer långsamväxande arter (BiodiverCity 2017; Petersson Skog et al 2017). Skötselpersonal bör vara utbildad för att se skillnad på vad som är ogräs och vad som tillhör den ursprungliga planteringen, eftersom det finns flera fall som beskriver hur gräs och perenner av mer vild karaktär har misstagits för ogräs och rensats bort (Lambrinos 2015; Oudulf & Kingsbury 2013). Naturalistiska planteringar har fördelen att vara förlåtande om enstaka ogräs kommer upp eftersom dessa ofta smälter in i planteringen, risken finns dock självklart att ogräset också tar över på detta viset (Oudulf & Kingsbury 2013).

## **BIKOL PÅ GRÖNA TAK**

Biokol på gröna tak är relativt nytt inom forskningen. Det används främst för att öka substratets vattenhållande kapacitet och minska vatten- och näringsavrinningen från taket, utan att substratet i sig blir tyngre. En hög vattenhållande förmåga kan öka det tillgängliga vattnet för växternas rötter om det balanseras med tillräckligt mycket luftfyllda porer, vilket biokolets porösa struktur kan generera. Detta är värdefulla egenskaper eftersom utbudet av valbara växter på gröna tak ofta blir mycket begränsat på grund av den dåliga tillgången på vatten och näringsämnen (Cao et al. 2014).

Flera studier pekar på att det finns en potential för biokol på gröna tak. I Finland har forskning visat att biokol signifikant kan minska näringsläckaget från gröna tak i jämförelse med mer traditionella substrat (Kuoppamäki & Lehvävirta 2016). En australiensisk studie från 2014 med gröna tak visade att med 30 volymprocent biokol i substratet kunde vissningsgränsen för växterna förlängas med två dagar, vilket alltså ökade deras chans att överleva en potentiell torka (Cao et al. 2014). I Kina visade forskare från Nanjing Agricultural University att tillförsel av 10-15 volymprocent biokol i substratet på gröna tak signifikant ökade den vattenhållande förmågan, jämnade ut temperaturen i substratet samt ökade växters tillväxt och den mikrobiella aktiviteten i jorden (Chen et al. 2018).

### **Forskning i Sverige**

I Malmö anlades år 1999 de första gröna taken på Augustenborg botaniska takträdgård. Taken används till forskning, utbildning och att för att visa upp nya innovationer till omvärlden. Från 2017 - 2020 har institutet, tillsammans med andra engagerade parter, även genomfört flera olika försök med biokol i substratet (Malmberg, u.å.). Bland annat har de testat biokol i lättviktssubstrat för ängsvegetation på tak. Där blandades biokol med olika konstellationer av krossat cellglas, grönkompost och tegelmjöl. Resultatet visade att det finns potential för att en sådan blandning skulle kunna

fungera lika bra som de konventionella substratmaterial som används idag. Fördelen är dock att försöksblandningen innehåller en högre andel återvunna material, vilket bör ge en mindre klimatbelastning (Bergquist et al. 2019).

Företaget VegTech säljer färdiga gröna systemlösningar och har sedan 2019 sålt produkter med inblandad biokol. De har bland annat tagit fram en sedummatta (fig. 7) samt en sedum-ört-gräsmatta innehållande biokol som kan installeras på gröna tak (VegTech, u.å). VegTech håller även på att bygga sin egen pyrolysanläggning för framtagning av biokol i småländska Vislanda (VegTech, u.å), vilket kan göra produktionen mer hållbar.



**Figur 7.** Sedummatta med biokol av VegTech.  
Försöksruta för VegTechs sedummatta med biokol i substratet.

# BIOKOL



**Figur 8.** Black is the new black av Oregon Department of Forestry (CC BY 2.0)  
Biokol gjort av träffis.

# BIOKOL - VAD ÄR DET?

## Historia och användningsområden

Dagens moderna biokol framställs genom en så kallad pyrolys, där organiskt material värms upp till höga temperaturer i en speciell ugn utan tillförsel av syre. Flyktiga gaser avges vid processen och kan fångas in, kvar blir de förkolade resterna av biomassan som sedan används som biokol (Sohi et al. 2009). Forskare är idag relativt enliga om att den porösa strukturen på biokol och dess stora ytareal är effektiv för att binda vatten och näringsämnen, samt skapar goda livsmiljöer för mikroorganismer (Biederman & Stanley Harpole 2013). Inom växtodling har biokol främst använts som jordförbättrare inom jordbruket, vilket gör att den mesta forskningen handlar om detta. På senare år har biokol testats i mer urbana miljöer för att skapa hållbara växtbäddar (Rest till bäst 2019). I Stockholm används biokol i skelettjordar till träd i gatumiljö, samt regnbäddar och även till andra typer av planteringar (Malmberg et al. 2019).

På Herrhagsvägen i södra Stockholm år 2009 genomfördes det första urbana storskaliga försöket i Sverige med biokol i skelettjord. Träden som då planterades av Stockholm stad följdes upp några år senare och det visade sig att träden som planterats i skelettjord med biokol hade uppemot 35 procent större stamomkrets än de träd som planterats i skelettjord utan biokol. Sedan 2017 har Stockholm även sin egen pyrolysanläggning som tar tillvara på avfallet från Stockholms egna park- och trädgårdsavfall och omvandlar det till biokol. På så sätt blir kretsloppet slutet när biokolet sedan kan återföras till stadens växtbäddar (Fransson et al. 2019).

Att använda kol som jordförbättrare är egentligen ingenting nytt. I Amazonas regnskog har urgamla rester av jordbruksmark hittats där jorden är nästan svart på grund av den höga kolhalten, även kallad Terra Preta (Marris 2006). En teori är att de svarta jordarna bildades då ursprungsbefolkningen brände ner skog för att skapa odlingsytor. Den långsamma kontrollerade förkolningen av skogen gjorde att mycket av kolet blev kvar i jorden istället för att övergå i koldioxid. Eftersom jorden i regnskogen normalt har en väldigt hög humushalt på grund av det stora nedfallet av löv, grenar och annat organiskt material, så får jorden ett lågt pH (Malmberg 2019). På platser med Terra Preta har forskningen märkt att jorden är bördigare och odling ger högre avkastning. Förmodligen på grund av kolets porösa struktur, att näringsämnen bands kvar i marken och att jordens pH blev högre (Marris 2006).

## Framställning

Ordet pyrolysis är egentligen ett samlingsnamn för två olika saker. Dels den process där organiskt material upphettas till mellan 500 och 1000°C i syrefria förhållanden.

Ordet står också för den kemiska reaktionen som sker när cellulosa, organiska molekyler och lignin bryts ner av värmen till mindre molekyler, separeras och bildar gaser, tjära och aska. Dagens moderna pyrolysanläggningar gör att biokolet kan hålla en hög kvalitet genom att säkerhetsställa optimala processförhållanden och utvecklingen går hela tiden framåt (Malmberg 2019). Vid pyrolysis med högre temperaturer blir det en mindre andel biokol kvar, men desto renare är biokolet från skadliga ämnen som exempelvis kadmium. Däremot stannar många viktiga näringsämnen som exempelvis

fosfor kvar som växterna sedan kan ta upp. Dock kan processen inte hålla kvar kvävet i biokolen vilken gör att detta måste tillsättas separat i jorden eller i biokolen (Fransson, 2019).

För att framställa ett nytt råmaterial genom pyrolysis, precis som vilken annan förbränning som helst, så krävs energi. Denna energi genereras vid pyrolysen och det blir dessutom ofta ett energiöverskott som kan användas. Fördelen med bioenergi genom pyrolysis över andra bioenergi strategier är att upp till 50 % av kolet stannar kvar i fast form som biokol i processen. Indirekta fördelar är att detta kol sedan kan lagras i marken i form av biokol under lång tid, vilket även kan öka skörden inom jordbruket och på så sätt binds ännu mer kol (Gaunt & Lehmann 2008).

Biokol kan framställas av många olika typer av biomassa som exempelvis träffis, skörderester från jordbruket, trädgårdsavfall (Sohi et al. 2009), alger och tång, eller slam från avloppsverk (Fransson 2019). Beroende på material och förhållandena under pyrolysen, främst temperatur och tid, så får biokolen olika egenskaper. Vid användning av biokol är det därför viktigt att veta hela processen bakom tillverkningen för att kunna välja rätt typ av biokol till rätt plats (Sohi et al. 2009).



**Figur 9.** Biokol av Ann-Mari Fransson.  
Biokol i pelletsform.



## **EFFEKTER AV BIOKOL**

### **Ökar växters produktivitet, den mikrobiella aktiviteten i jorden samt höjer pH**

Det finns en hel del forskning på biokol, men resultaten skiftar och är inte entydiga. I en jämförande studie undersökte Biederman och Harpole (2013) 371 stycken olika studier gällande hur ekosystem reagerar på applikation av biokol. Slutsatsen var att även om studierna innehöll många olika typer av jordar och växtmaterial på olika platser i världen så visade de på en genomsnittlig ökning av tillväxten av biomassa ovan jord, större skördar, mer mikrobiell aktivitet samt en högre koncentration av näringsämnen i jorden och en bättre vattenhållande förmåga. Studier som visade på negativa effekter på tillväxt och skörd kan förklaras med att biokol får olika effekter beroende på vilket jord den tillsätts i, samt hur biokolen tillverkats och av vad (Cornelissen et al. 2013).

Generellt så tenderar jordens pH att höjas där biokol applicerats, speciellt i de fall där pyrolysen sker under högre temperaturer. Den här typen av biokol är också mer resistent mot kompostering och bör därför fungera bättre i syftet att agera som en kolsänka. Studier visar även att biokol har en större inverkan på jordar som är sura från början, än på jordar som redan har ett relativt högt pH (Biederman & Stanley Harpole 2013). Biokol har en kalkningseffekt i och med att den ofta innehåller höga halter av basiska joner, till exempel kalcium. Den pH-höjande effekten har även visat sig ha vissa positiva effekter för växter att motverka sjukdomar och hjälpa dem att ta upp näring på alternativa sätt. Studier visar att förekomsten av bakterier och svampar som angriper växtrötter kan hämmas av ett höjt pH-värde i vissa marker (Malmberg et al. u.å).

I en studie gjord av Chen et al. (2018) om biokol på gröna tak, kunde de se att den mikrobiella aktiviteten ökade i substratet. Detta förklarar de med att biokol binder näringsämnen och vatten, samt dess porositet gör jorden luftig och strukturen skapar många mindre håligheter. Dessa förutsättningar med god tillgång på mat och boende skapar en miljö där mikroorganismer som bakterier och svampar trivs bra.

### **Värmer jorden och förlänger växtsäsongen**

Mörka material absorberar mer värme vilket även verkar gälla för mörka jordar med biokol, speciellt under vinterhalvåret när jorden är bar. En varmare jord kan accelerera processer i jorden och på så sätt påskynda tillväxt, vilket kan förlänga växtsäsongen i tempererade klimat (Sohi et al. 2004). Det finns också studier som tyder på att när jorden blir mer vattenhållande av biokol, kan temperaturen även bli svalare.

I ett försök att odla växter med biokol på ett tak i Kina, så fann Chen et al. (2018) att jordens temperatur ökade när tillsatsmängden var 0 – 10 volymprocent biokol, men sedan minskade vid 10 - 20 volymprocent biokol. Enligt deras studie verkade en optimal mängd vara 10 - 15 volymprocent för att jorden skulle hålla en svalare temperatur och samtidigt hålla mycket vatten (Chen et al. 2018). Eftersom studien gjordes i Nanjing i östra Kina där temperaturen ofta är runt 30 grader på sommaren och sällan går till minusgrader på vintern (Weather & Climate 2019), så kanske en svalare växtbädd är att föredra. I Sverige däremot kanske snarare en jämnare temperatur är önskvärt eftersom vi kan ha problem med att växtbäddar både blir för varma och för kalla.

## **Binder vatten och näringsämnen**

I en studie från Cao et al. (2014) argumenterar artikelförfattarna för att biokol gör substratet på gröna tak lättare samt ökar tillgången på vatten i växtbädden. I deras studie tillsattes varierande halter av biokol i två typer av substrat baserat på scoria med eller utan organiskt material. De undersökte växternas vissningsgräns, den minsta vattenhalten i marken för när växter slutar kunna ta upp vatten och dör. Studien visade att vid 30 volymprocent biokol i substratet kunde vissningsgränsen förlängas med cirka två dagar, vilket enligt dem kunde vara tillräckligt för växter att överleva tills nästa regnfall. De argumenterar även för att detta kan öka variationen av växtval som går att plantera på gröna tak. Studien kunde även se ett samband med att den vattenhållande förmågan ökade mer i substratet med tillsatt organiskt material än den utan (Cao et al. 2014), vilket även andra teorier stödjer (Busscher et al., 2010; Liu et al., 2012; Schulz & Glaser, 2012).

Generellt så är vattenavrinningen större från gröna tak med suckulenta växter, som inte behöver så mycket vatten, än från växtmaterial med högre transpirationsgrader (Dunnett et al. 2008). Vid små regnfall stannar det mesta av vattnet i växtbädden och vid tjockare substratdjup är förmågan desto bättre på att behålla vattnet (Cao et al. 2014). Många studier med biokol inom jordbruket där större skördar har uppmätts har påtalat jordens vattenretention som en huvudfaktor. Porstorleken på biokol är relativt fast, medan mineraljordar varierar beroende på textur. Enligt Sohi et al. (2009) kan det förväntas att den vattenhållande förmågan ökar med biokol i en sandig jord, har en neutral effekt på jordar med blandad struktur, samt har en negativ effekt på jordar som innehåller mycket lera.

Biokol binder näringsämnen vilket gör att tillgången på näring för växter blir stabilare. Bindningsförmågan betyder också att färre näringsämnen försvinner iväg med vattenavrinningen (Kuoppamäki & Lehvävirta 2016). Biokol har en negativt laddad yta dit positiva joner attraheras, det sker ett så kallat katjonutbyte. Eftersom många näringsämnen är positiva joner så dras de till biokolets yta och växterna kan ha tillgång till dem under en längre tid (Rest till bäst 2019). I substrat med biokol har en högre koncentration av fosfor och kalium kunnat spåras, vilket båda är viktiga näringsämnen för växters välmående (Biederman & Stanley Harpole 2013).

# POTENTIAL OCH RISKER MED BIOKOL

## Minskar näringsläckage

Biokolets höga katjonutbyteskapacitet gör att den har en god förmåga att binda positiva joner som näringsämnen och tungmetaller. Detta är bra ur växtodlingssynpunkt, men även för att rena vatten. Avrinningen från gröna tak med biokol reducerar risken att näringsämnen och tungmetaller förs vidare med dagvattnet till sjöar, hav och andra vattendrag och minskar därmed föroreningar samt risken för övergödning på dessa platser (Malmberg 2019). Detta är bevisat i en studie från Finland som mätte halten fosfor och kväve i avrinningen från tak med biokol samt utan biokol. De såg att mängden näringsämnen per år var klart reducerad när biokol fanns med i substratet (Kuoppamäki & Lehvävirta 2016).

## Hållbarhet och effektivisering av markanvändning

Dagens politiker och företag måste idag arbeta för att möta olika miljömål, exempelvis minskade koldioxidutsläpp, samt bemöta människors oro över de pågående klimatförändringarna. Det är nödvändigt att tänka på hela kretsloppet när det kommer till resurser och energi, argumenterar Sohi et al. (2009). Författarna menar att ett slutet kretslopp är att föredra, där biokolen återförs till det område där biomassan en gång tagits ifrån. För att minska transporten och dess utsläpp bör pyrolysen idealiskt sett också ske i närområdet. Genom biokolens bidragande till högre skördar inom jordbruket så kan detta reducera marken som behöver tas i anspråk, vilket kan resultera i att naturområden kan bevaras i högre utsträckning. En annan miljöfördel är biokolets förmåga att rena vatten vilken kan tillämpas genom att rehabilitera förorenade våtmarker samt minska algbloomning i vattenlevande ekosystem genom att binda näringsämnen.

Rest till Bäst är ett svensk Vinnova-finansierat projekt som tar ett helhetsgrepp för hur biokolen producerats till hur den sedan kan göra nytta. Bakom projektet står en rad olika aktörer. Universitet och forskningsinstitut samt företag och flera kommuner, arbetar tillsammans för att genom avancerad pyrolysteknik skapa högkvalitativ biokol, gjord från organiska restprodukter. Visionen är ett klimatsmart, hållbart och cirkulärt samhälle samt en grönare och friskare värld. Restprodukter som idag inte används som exempelvis visst park och trädgårdsavfall, jordbruksrester i form av fröskal, avloppsslam från stadens avlopp samt tång och alger från Skånes stränder kommer att omvandlas till biokol för att sedan kunna återföras i staden (Rest till bäst, u.å).

## **Kan ge neutrala eller negativa utsläpp för koldioxid**

Enligt IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, klassades biokol år 2018 som en Negative Emission Technology, alltså en resurs som kan ge negativa utsläpp (Rogelj 2018). Eftersom mycket av kolet stannar kvar i fast form vid pyrolysfasen så avgår det inte och blir koldioxid. När biokolet sedan stoppas i jorden har den en halveringstid på flera tusentals år och ligger därför stabilt i marken. På så sätt kan man säga att biokolet ger en neutral eller till och med negativ effekt på utsläppen av koldioxid i atmosfären. Över en längre tidskala kommer däremot biokolen att brytas ner och bli koldioxid, även om det sker under en väldigt lång tidsperiod (Sohi et al. 2009).

## **Ekonomiska fördelar och reducering av klimatpåverkan**

Med stigande priser på fossila bränslen, en ökande befolkning och matkonsumtion, samt de globala direktiven för att sänka koldioxidutsläppen så finns det ekonomiska incitament för att satsa på biokol enligt Sohi et al. (2009). När priserna på fossila bränslen går upp, vilket de förväntas att göra, lär detta reflektera hur mycket pengar människor är villiga att lägga på biobränsle istället. Att använda biobränslen kan också bli mer gynnsamt av eventuella subventioner av staten, när de arbetar mot att uppnå klimatmål samt säkra tillgången på energi. Inom jordbruket finns också en drivkraft att skydda skörden mot mer extrema väderförhållanden samt öka vinsten. Biokol kan göra förhållanden i jorden mer stabila och därmed reducera risken av förstörda skördar vid event av översvämningar eller torka (Sohi et al. 2009). Enligt Gaunt et al. (2008) kan en jordbrukare räkna med att behöva använda 10 % mindre gödningsmedel när biokol finns i jorden, vilket även har positiva effekter för att minska utsläppen från framställning av gödsel. Biokol kan även hjälpa till att förbättra jordar med dålig fertilitet och minska effekten av att jorden utarmas över tid (Sohi et al. 2009).

## **Osäkerhet kring långsiktiga konsekvenser**

Svårigheten kring dagens biokol är att förstå vilka effekter det har över en lång tid. Eftersom nedbrytningen sker i en sådan långsam takt är det svårt att göra experiment under korta tidsförhållanden där processen påskyndas. Resultaten kanske inte blir helt sanningsenliga eftersom det är så många processer och komponenter i jorden som reagerar med varandra, vilket gör situationen komplex och svår att efterlikna (Sohi et al. 2009). Förhållanden under pyrolysen avgör biokolets egenskaper och idag finns inte tillräckligt med data för att förstå biokolens interaktioner med jorden och dess organismer, eftersom processen för pyrolysen varierar stort (Spokas et al. 2011).

Vid applicering av biokol finns risken att kolet sprider sig via vind och vatten till platser utanför området det är tänkt att göra nytta. Forskningen är bristfällig gällande hur biokol agerar med

inhemska växsystem, vattenmiljöer och organismer i jorden. Mest forskningen finns det på biokol och jordbruksgrödor, men desto färre studier har gjorts på perenn- och trädplanteringar (Biederman & Stanley Harpole 2013). De senaste åren har däremot försöken med biokol ökat i Sverige i form av biokol i regnbäddar, skelettjordar och perennplanteringar (Fransson et al. 2019).

Sohi et al. (2009) efterlyser en kritisk riskanalys utifrån moderna kriterier som produktion, distribution samt den fysiska applikationen av biokol och påverkan i jorden. Riskanalysen bör också fokusera på biokolets olika egenskaper beroende på tidsåtgången vid pyrolys samt temperaturen under processen. Sohi et al. (2009) hävdar att detta är viktigt eftersom när biokol väl tillförts i jorden, går den i princip inte att ta bort. Det behövs undersökas hur partiklar av biokolet färdas genom luft eller vatten och vilken påverkan det har på akvatiska ekosystem. Likväl behöver säkerheten av produkterna som odlats med biokol i substratet också granskas. Det behövs också undersökningar om det är hälsofarligt för oss människor att andas in stoft från kolet när vi applicerar biokol. Samtidigt behöver vi även skynda på forskningen när det gäller metoder som kan bromsa klimatförändringar. Just därför behövs också mer riktlinjer, standarder och vilket ansvar företag och statliga myndigheter har vid större applikationer av biokol argumenterar Sohi et al. (2009).

### **Studie på effekter från Terra Preta idag**

I ett försök att förstå biokolens reaktioner över tid har forskare tittat på den svarta jorden, Terra Preta, i den brasilianska delen av Amazonas. I en studie av Major et al. (2005) anlade de åtta stycken nya planteringar av majsält. Fyra stycken låg på den så kallade Terra Preta jorden som innehåller mycket kol, samt de övriga fyra stycken låg på närliggande jordar som inte blivit påverkade av förkolning av biomassa. I sin studie upptäckte forskarna att försöksplatserna med den svarta jorden utvecklade en högre andel ogrästäckning av årliga växter på ett år, än kontrolljordarna som inte hade en hög andel kol i sig. På den svarta jorden var även artbiodiversitet betydligt högre, trots att den innehöll färre perenna växter som grott. När ogräset rensades bort visade det sig att den svarta jorden gav upp till 63 gånger större skörd av majs än på närliggande kontrolljordar (Major et al. 2005). Studien kan vara ett tecken på att det uppstår högre konkurrens bland växter med biokol i jorden, vilket både skulle kunna ha positiva och negativa effekter.

Sohi et al. (2009) hävdar att vi kan hämta viss trygghet gällande biokol i framtiden om vi tittar på Terra Preta idag och hur det fortfarande finns urbefolkning kvar som levt av jorden i tusentals år med framgång.

## Har vi tid att vänta på forskningen?

Det finns risker ifall produktionen av biokol går för fort fram. Exempelvis om värdefulla naturmarker tas i anspråk för att göra snabbväxande skogsplantage för att användas till biokol eller vanligt träkol, istället för att använda restprodukter som blivit över från jordbruk eller stadsavfall (Sohi et al. 2009). Dock finns det också anledning att skynda långsamt. I en artikel från 2019 i tidningen Gröna Fakta hävdar Fransson et al. (2019) att vi behöver långsiktiga försök på biokol, både gällande växternas tillväxt och rening av dagvatten. Dock finns det idag mycket positiva försök av biokol och om vi ska hinna minska våra mängder växthusgaser i atmosfären innan klimatförändringarna blir alltför allvarliga, så behöver vi agera fort. Biokolens effekt som kolsänka är beräknat till 1,7 ton koldioxid per ton producerad biokol. Sedan finns även de indirekt positiva effekterna av exempelvis stadsträd som växer bättre och på så sätt genererar fler ekosystemtjänster (Fransson et al. 2019).

# NATURALISTISKA PLANTERINGAR



**Figur 10.** Perennparken av Tina Andersson.

I Skärholmen i Stockholm finns Perennparken, en naturalistisk plantering skapad av Piet Oudulf och Stefan Mattson.

## NATURALISTISKA PLANTERINGAR - VAD ÄR DET?

Naturalistiska planteringar kan handla om att efterlikna många olika typer av vegetation och landskap, allt ifrån lågväxande grässlätter till flerskiktade planteringar av skogliknande karaktär. I det här kapitlet har jag valt att fokusera på källor som främst beskriver hur naturalistiska perennplanteringar kan se ut och fungera.

### Med inspiration från naturen

“If you work in a naturalistic way, then by definition you are inspired by nature – but this can mean many different things. [...] For me, it’s not about trying to re-create something that I might have seen in the wild. Instead, it’s about using the forms, textures, colours and aesthetics that reflect the way plants arrange themselves in natural plant communities, but seeing this as only a starting point in building up an ecological aesthetic.” (Dunnett 2019, ss.15-16)



**Figur 11.** Orkidéer av Monica Wincent.

På en mosse i Värmland växer orkideer och gräs tillsammans. Växtsamhället bildar ett kontrastrikt formspråk med de vertikala orkidéerna som sticker upp ur det mjuka böljande gräset.

Så skriver Nigel Dunnett, en brittisk professor inom Planting Design and Urban Horticulture, i sin bok *Naturalistic Planting Design – the essential guide*. Dunnett har designat flera prisbelönta naturalistiska planteringar och menar att det finns flera sätt att arbeta naturalistiskt, men att det per definition betyder att vara inspirerad av naturen. För honom handlar det inte om att kopiera det han ser i naturen, utan snarare om att hitta inspiration från växters former, färger och texturer i deras naturliga växtsamhällen och titta på hur växter samverkar med varandra (fig. 11). Detta fungerar sedan som en startpunkt för att kunna bygga upp planteringar som både tar hänsyn till ekologi och estetik (Dunnett 2019).



Författarna till boken *Planting In a Post-Wild World* (2015), Thomas Rainer och Claudia West, är två andra kända röster inom ekologisk landskapsdesign. De menar att det är skillnad i hur växter växer i det vilda och hur de växer i våra trädgårdar. I naturen koloniserar i princip varenda liten specifik nisch av jordyta med någon typ av växtlighet, medan vi däremot i våra trädgårdar och många traditionella planteringar lämnar stora luckor av bar jord. Detta leder till att solstrålar lättare träffar jordens yta som snabbt värms upp och torkar ut, vilket leder till mer extrema förhållanden där flera arter får svårt att överleva och ogräs ofta tar över. Ett mer hållbart sätt vore enligt Rainer och West (2015) att designa växtsamhällen som ockuperar hela ytan i en plantering i flera lager.

Trädgårdsarkitekterna Piet Oudulf och Noel Kingsbury (2013), hävdar att vi människor traditionellt sett har designat våra parker och trädgårdar för att utge ett organiserat och städat intryck, där människan står över naturen. Nutida planteringsdesign är dock mer inspirerat av ett otyglat utseende som reflekterar naturen. Det är även en respons på dagens hållbarhetsfrågor och hur vi människor är beroende av naturen för vår överlevnad. Nutida planteringsdesign handlar enligt dem om hur växter interagerar och växer tillsammans, där arter blandas och mixas, vilket resulterar i en mer naturalistisk och komplex gestaltning. Detta leder till mer interaktioner mellan växter, vilket också ökar konkurrensen emellan. Oudulf och Kingsbury (2013) menar därför att det kräver en större kunskap inom ekologi och växters långsiktiga livscyklar för att designa naturalistiska planteringar.

Vissa förespråkare av naturalistiska planteringar hävdar att endast inhemskt växtmaterial bör användas i planteringarna, medan andra menar på att exotiska arter kan vara en nödvändighet. Frågan är komplex och det går att argumentera för båda sidor (Dunnett 2019; Oudulf & Kingsbury 2013; Rainer & West 2015). Ett argument för att använda inhemska växter är att det kan gynna andra inhemska djurarter som är vana att leva av och bo med dessa växter. Ett argument för att använda exotiska arter är att klimatet i våra städer ofta har större liknelser med någon annan del av världen, än det klimat som råder utanför stadskärnan, vilket begränsar växtvalet mycket om endast inhemska arter väljs (Rainer & West 2015). I Europa har vi generellt varit lite öppnare med att använda exotiska växter, medan i Nordamerika råder det större konsensus om att endast använda inhemskt växtmaterial menar Hitchmough & Dunnett (2004).

## **Förespråkare av naturalistiska planteringar**

Hur vi definierar natur och människans förhållande till naturen har skiftat genom historien. De öppna engelska landskapsparkerna under 1700-talet var ett sätt att efterlikna naturen, även om dessa platser är en form av natur som blivit mycket stilsiderade av människan och vårt boskap. Dunnett (2019) menar att detta sätt att illustrera landskap, utan att slaviskt försöka efterlikna naturen, är vad som skiljer landskapsarkitekter, trädgårdsdesigners och andra inom liknande ämnen, från ekologer,

biologer och folk som arbetar med att bevara, underhålla eller återskapa naturen som den är (Dunnett 2019).

Dagens nya planteringar är ett sätt att förhandla med naturen. Växterna kanske inte växer helt spontant, men de ger i alla fall intrycket av att göra det (Dunnett 2019). Istället för att plantera i monotona block med bara en eller ett fåtal arter, som var mycket populärt under 1900-talets modernistiska era, växte en ny mer ekologiskt inriktad rörelse fram under 1970-talet och framåt i främst Tyskland och Nederländerna. En av ledfigurerna var professor Richard Hansen som bedrev forskning utifrån flera försöksträdgårdar i Weihestephan, beläget norr om München (Oudulf & Kingsbury 2013). Hansen förespråkade att välja växter utefter korrekt ståndort, det vill säga liknande så som växterna hade vuxit i det vilda, samt att sätta växter från liknande ståndorter tillsammans. På så sätt utvecklas växterna efter sin fulla potential samt blir mer långlivade och estetiskt tilltalande (Hansen & Stahl 1993).

Enligt Dunnett (2019) används termerna *Naturalistic Planting Design* och *New Perennial Plantings* flitigt idag och det kan vara enkelt att tro att allt är exakt samma sak, vilket Dunnett anser är för enkelspårigt. Han menar att det är en paraplyterm för att beskriva nutida planteringar och att det kan skifta stort vilka metoder och tekniker olika förespråkare använder sig av samt att slutresultatet kan se mycket olika ut, vissa kanske mer naturlika än andra. För att bena ut begreppet har han valt att dela in betydande personer och deras huvudsakliga teorier i tre olika kategorier – impressionistisk-, modernistisk- och teknokratisk naturalism (Dunnett 2019).

### **Impressionistisk naturalism**

Är enligt Dunnett den äldsta kategorin och startade i och med den romantiska bilden av pittoreska halvt vildvuxna landskap. Det handlar om att skapa en harmonisk och sammanhållen vy att betrakta, vilket görs genom att arrangera växter i grupper, snarare än att se till individen. Konst och hortikultur tillsammans. William Robinsons bok *The Wild Garden* kom ut 1870 och framhävde idén om rätt växt på rätt plats. Boken beskrev även en sorts ”förstärkt natur”, där arter med speciella visuella kvalitéer planterades in bland mindre uppseende växter för att skapa dramatik eller förlänga tiden planteringen såg attraktiv ut. I kategorin för impressionism kan även Gertrude Jekyll sägas tillhöra för sina idéer om färg och ljus i en plantering, även om hon är mer känd för sina formella rabatter som ligger relativt långt ifrån dagens naturalistiska planteringar. Enligt Dunnett (2019) kan hennes sätt att använda växter som ett artistiskt måleri appliceras på dagens planteringar för att skapa harmoni med hjälp av växters färg, form och textur. Däremot krävs det väldigt mycket kunskap för att lyckas skapa planteringar som både är så pass visuellt attraktiva, men samtidigt också tar hänsyn till de ekologiska aspekterna. Andra personer som enligt Dunnett (2019) också kan sägas tillhöra denna kategori som utgår ifrån både konst och ekologi är Dan Pearson, Tom Stuart Smith och Sara Price.

## **Teknokratisk naturalism**

Tillskillnad från impressionism, utgår den teknokratiska naturalismen från vetenskap och teknik enligt Dunnett (2019). Vilket gör att resultatet går mer mot det modernistiska, snarare än det pittoreska och historiska. Designprinciperna utgår från vetenskapliga försök med hur växter lever och samverkar, snarare än amatörmässiga observationer. Genom att dela in växter i olika ekologiska kategorier som växtsätt, ståndort, konkurrerenskraft samt hur växtarten sprider sig, kan designen sedan skapas. En vanligt vision är att efterlikna ett växtsamhälle från andra delar av världen, exempelvis stäpp eller prärie, genom att skapa en designad version på en plats med liknande ståndortskrav. Teknokratisk naturalism är mest förknippad med tyska planteringsprinciper utifrån Richard Hansen och Friedrich Stahls bok *Perennials and Their Garden Habitats* (1993). Idag arbetar förespråkare av dessa teorier ofta med att skapa färdiga ”planteringsmixar” med arter som är väl kompatibla med varandra och ger ett spontant och naturalistiskt intryck. Dessa mixar kan sedan säljas och planteras på olika platser runt om i världen. Enligt Dunnett tillhör mycket av hans eget arbete denna kategorin. Andra framstående personer är Thomas Rainer, Claudia West, James Hitchmough och Cassian Schmidt (Dunnett 2019).

## **Modernistisk naturalism**

Den kategori kan enligt Dunnett (2019) främst förknippas med Piet Oudulf, en känd nederländsk trädgårdsarkitekt. Oudulf själv säger att han blivit inspirerad av landskapsarkitekten Mien Ruys och hennes sätt att utforma trädgårdar med ett starkt och simplistiskt formspråk tillsammans med friare och lugnare planteringar. Modernismen tar bort all onödig dekoration och strävar istället efter tydliga enkla former. Detta betyder naturalistiska planteringar i mer ordnad form, vilket kan vara en lättnad för vissa menar Dunnett (2019), medan andra tycker att det saknas värme och personlig karaktär. I Oudulfs planteringar väljs växter utefter form, struktur och funktion, snarare än färg och blomning. Perenner blandas med gräs i olika block som flyter samman. Andra framstående personer inom modernistisk naturalism är Wolfgang Oehme, James van Sweden och Darrel Morrison, alla verksamma i USA (Dunnett 2019).

## ATT LÄRA SIG OM VÄXTSAMHÄLLEN I DET VILDA

Växtsamhällen är en mänsklig konstruktion, ett sätt för oss människor att gruppera växter på en specifik plats för att göra det konceptuellt enklare att förstå. Enligt Rainer och West (2015) råder det idag en konsensus bland forskare att ett växtsamhälle inte är en samarbetande superorganism med tydliga gränser som tidigare sagts, utan snarare består av flera samexisterande överlappande populationer av arter som interagerar med varandra och där gränserna är flytande. I och med evolution, förändrat klimat och förflyttning av växter så skapas nya växtsamhällen hela tiden. De växter vi är vana att se växa tillsammans idag, kanske inte växte tillsammans för 500 år sedan. På grund av störningar som exempelvis bränder, förändrat klimat eller mänsklig påverkan så är succession i växtsamhällen en ständigt långsamt pågående process, där det inte finns något stabilt klimaxstadium som varar för evigt (Rainer & West 2015).



**Figur 12.** Nya Zeeland av Carin Wincent.

I en sluttning på Otago Peninsula i Nya Zeeland växer *Cirsium arvense*, åkertistel. Arten har blivit allt mer vanlig på Nya Zeeland och ses som mycket invasiv då den bland annat minskar betet för får. Detta kan ses som ett exempel på hur ett växtsamhälle förändras över tid.

Precis som i naturen genomgår konstruerade växtsamhällen olika stadier av succession, eller populationsdynamik som det egentligen kallas under ett kortare tidsperspektiv. Växtpopulationer minskar och ökar i relation till miljöfaktorer och interaktioner med andra organismer (Fransson muntlig 2020). Många exotiska arter blir mer kortlivade i planteringar långt ifrån deras naturliga ståndort, vilket också gäller för starkt framodlade sorter som oftast har en kortare livscykel än deras släktingar i det vilda. Det bästa sättet att få långlivade växter i planteringar är att placera dem i liknande miljö som där de växer naturligt, visar forskning från Weihenstephan (Hansen & Stahl 1993).

Designade växtsamhällen är en blandning mellan hortikultur och ekologi. De kan generera ekosystemtjänster, men bör inte sägas vara lika avancerade som naturliga växtsamhällen som har förändrats genom evolution och succession över miljontals års. Att lyckas replikera all den komplexitet som finns i ett ekosystem och de tjänster som levereras därifrån är förmodligen något vi aldrig kommer att lyckas med (Rainer & West 2015). Vilket dock inte behöver betyda att designade växtsamhällen inte har någon betydelse, men att vi ska vara ödmjuka med våra begränsningar.

### **CSR-modellen och växters kompatibilitet med varandra**

För att förstå växters strategier om överlevnad och reproduktion behöver vi förstå hur de konkurrerar. En känd teori, CSR-modellen, som förklarar hur växtsamhällen fungerar, utvecklades av professor Philip Grime och hans kollegor på Sheffields universitet i England på 1970-talet (Dunnett 2019; Oudulf & Kingsbury 2013). Grime utgår ifrån att det finns två faktorer som styr växters förmåga att prestera. Den första är stress, vilket minskar växters tillväxt och totala biomassa. I en plantering kan detta exempelvis vara lågt näringsinnehåll i jorden, för lite eller för mycket vatten, eller extrem värme och kyla. Många av dessa förhållanden är typiska för gröna tak. Den andra faktorn är störningar, vilket är allt som förstör existerande växtlighet. Detta skulle kunna vara bete av djur, nedtrampning, eld, odling eller långvarig torka. Platser med mycket störningar leder till väldigt ostabila växtsamhällen (Dunnett 2019).

Den bakomliggande principen bakom teorin är att alla platser i världen kan definieras utifrån deras förhållande mellan produktivitet och stabilitet. Genom evolutionen har arter anpassat sig efter de specifika förhållanden där de kan prestera som bäst (Dunnett 2019). CSR-teorin kan hjälpa till att klassificera arter och växtsamhällen utifrån vart de ligger på skalan mellan produktivitet och stabilitet. För att göra detta kategoriserade Grime in växter i tre olika kategorier baserat på hur väl de klarar av konkurrens från andra arter, stressade förhållanden och upprepade störningar (Rainer & West 2015).

### **Konkurrenskraftiga arter**

Dessa växter är duktiga att konkurrera med andra växter och trivs i miljöer av låg stress och lite störning (Rainer & West 2015), vilket gör att de trivs bäst på ståndorter med goda tillgångar på näring, fukt och ljus. Genom att vara duktiga på att tillgodose dessa tillgångar växer de snabbt och sprider sig lätt. På jordar med goda tillgångar finns risken att ett fåtal, eller en endaste, av dessa arter konkurrerar ut alla andra växter (Oudulf & Kingsbury 2013; Dunnett 2019).

### **Stresstoleranta arter**

Arter i den här kategorin är duktiga på att tolerera olika stressade förhållanden. Det kan exempelvis vara mycket solsken, höga halter av salt, näringsbrist eller för lite eller för mycket vatten (Oudulf & Kingsbury 2013). För att överleva har de olika överlevnadsstrategier, ofta är de duktiga på att lagra vatten och näring. De sparar också energi genom att växa långsamt, byta blad sällan och genomgår inga större visuella förändringar genom de olika årstiderna (Rainer & West 2015).

### **Pionjära arter**

Brukar benämnas som dem som ”live fast, die young”, alltså lever intensivt men dör snabbt. Dessa växter är först på plats på öppna jordar och gör sig bäst på platser där en störning har skett. De växer fort och lägger mycket energi på att producera blommor och frön för att kunna sprida sig. Ofta är dessa arter kortlivade och många av de arter som vi brukar benämna som ogräs hamnar ofta i den här kategorin.

Oudulf och Kingsbury (2013) resonerar att vi borde se Grimes teori som tendenser, snarare än kategorier. Rainer och West (2015) håller med och menar att väldigt få växter enbart faller in i en specifik kategori, utan ofta snarare är en blandning av de tre. De amerikanska och tyska forskarna Ksiazek-Mikenas och Köhler (2018) anser att det är rimligt att tro att ett grönt tak inte enbart behöver bestå av stresstoleranta arter, som ibland beskrivs i litteraturen, utan att det ofta kan innehålla arter från alla tre kategorier. De menar att konkurrenskraftiga arter skulle ha ett övertag när det gröna taket är nyanlagt. Då sker ofta bevattning, jorden är som tjockast och näringen har inte hunnit urlakas än. Pionjära arter kan ha en större chans om det gröna taket har många små mikrohabitat och mikroklimat med mycket störningar, som exempelvis klippning av perenner eller intensiva stormar. Växter som är troliga att överleva längst på gröna tak är de stresståliga arterna, om de inte blivit utkonkurrerade i tidigare skeden. Att förstå vilka strategier som kommer

att vara framgångsrika under olika livscyklar på det gröna taket är viktigt för att kunna skapa en långsiktig och hållbar plantering (Ksiazek-Mikenas & Köhler 2018).

Dunnett (2019) rekommenderar att undvika att använda alltför dominanta arter i en naturalistisk plantering, eftersom de riskerar att konkurrera ut alla andra arter. I sina mixar för perennängar använder han främst klumpformande växter och växter som sprider sig med frön med svag till medel aggressivitet. Detta blandar han med växter som sprider sig genom kloner men som inte är aggressiva (Dunnett 2019).

## **ATT SKAPA NATURALISTISKA PLANTERINGAR**

Det finns flera sätt att skapa naturalistiska planteringar. Det kan vara att göra som Piet Oudulf och placera ut block av växter som flyter samman (Oudulf & Kingsbury 2013). Eller som James Hitchmough och skapa frömixar som sås ut (Dunnett 2019). Ett annat vanligt sätt är att göra en perennmix av arter som positioneras ut på en liten yta vilket sedan replikeras på en större yta genom att slumpartat placera ut kopior av den lilla modulen. Alla dessa typer av planteringar ger ett tämligen naturligt intryck, även om växterna ofta är väl valda för sina former, färger samt hur de ser ut och utvecklas under årets gång (Oudulf & Kingsbury 2013).

### **Gruppering efter växters generella struktur**

“Garden plants, and perennials in particular, are very hard to pigeonhole into categories, but since they behave in so many different ways over time, it is important that we have some way of making sense of their diversity.” (Oudulf & Kingsbury 2013, s. 196)

Precis som Oudulf och Kingsbury (2013) skriver så är det svårt att placera in perenner i kategorier eftersom de beter sig så olika över tid, men att vi kanske ändå bör försöka kategorisera dem på något sätt för att enklare förstå deras diversitet. Många olika framstående personer inom genren för naturalistiska planteringar har använt liknande sätt att göra detta men med olika namn och mindre skillnader inom kategorierna (Dunnett 2019; Oudulf & Kingsbury 2013; Rainer & West 2015; Hansen & Stahl 1993). Nedan följer Nigel Dunnetts (2019) tankesätt kring indelningar av växter, eftersom jag personligen hittat mycket inspiration från hans planteringar i mina egna exempelplanteringar som följer senare i arbetet.

## **Anchors**

Dessa växter definierar planteringen och drar mest uppmärksamhet. De kallas för ankare eftersom alla andra växter kretsar runt dem. Kategorin kan delas in i tre undergrupper med olika funktion.

### **a) Framework anchors**

Har starka strukturella former och används i relativt låga antal. Det kan exempelvis vara gräs och perenner av stark karaktär, eller flerstammade träd och pelarväxande buskar. Vanligtvis är dessa inte med i någon mix, utan blir placerade specifikt på en separat planteringsplan.

### **b) Matrix anchors**

Är limmet som håller ihop planteringen. Ofta mer lågväxande till medelhöga växter som används i stora antal och håller andra växter på plats samt ger stöd åt högväxande perenner. Växter i den här gruppen är ofta gräs och bör sättas ut först eftersom de bestämmer positionen för alla andra växter.

### **c) Character anchor**

Är växterna som ofta sätter temat för planteringen. Kan ha ett speciellt växtsätt eller färg som typerar planteringen essens.

## **Satellites**

Dessa växter kretsar kring ankarna och ger karaktär till planteringen under olika tider av säsongen. Gällande olika arter, så kommer satelliterna vara de som upptar mest artdiversitet i planteringen. Att leverera visuell attraktion med exempelvis blommor eller annan estetisk kvalitet.

## **Free-floaters**

Liknar satelliterna och är också viktiga för estetik och att dra attraktion till planteringen. Dessa växter är bra på att fylla i luckor och kan exempelvis vara annueller, kortlivade perenner eller lökar och knölar (Dunnett 2019).



## Färg och form

Växter kan ha alla möjliga olika former vilket generar olika uttryck. De kan exempelvis ha ett strikt upprättväxande sätt eller en mer lösare form liknande en fontän. Dunnett (2019) menar att det inte finns någon specifik proportion av former för att få det bästa resultatet. Det bästa sättet är att studera liknande växtsamhällen i naturen för den typ av plantering som ska göras, för att få inspiration och förstå hur färger och former ter sig. Att vara bekant med levande växtmaterial och dess olika färger och nyanser på blad och blommor är viktig för att skapa harmoni, vilket bör gå utanför att bara bläddra i en växtkatalog. Torra och soliga ståndorter i naturen tenderar att ha en färgskala som går mer mot silvergrått och blått, medan våta miljöer vanligtvis har en mer blänkande och djupgrön ton (Dunnett 2019).

Att noga koordinera växters blomning med varandra är viktigt för att uppnå kontraster (Hansen & Stahl 1993). Dunnett (2019) beskriver hur han använder sig av cirka 20-30 arter i sina mixar, men att han har som regel att endast tre stycken arter kulminerar i sin blomning, eller drar attraktion på annat sätt, samtidigt (fig. 13). Detta förenklar färgharmoniseringen i planteringen (Dunnett 2019). Piet Oudulf arbetar utefter en annan typ av metod där han anser att en lyckad plantering bör ha 70 procent strukturella växter med tydliga visuella intressen, vilket inte bara bör fokusera på färg utan snarare på intressanta former och växtens arkitektoniska kvalitéer. De resterande 30 procenten ska bestå av utfyllnadsväxter där blom- och bladfärg är deras huvudkvalité (Oudulf & Kingsbury 2013).



**Figur 13.** Flowers blooming on the central reservation of the Sheffield inner city ring road av Craig Andrews (CC BY-NC-ND 2.0). Exempel på Nigel Dunnetts designprinciper om att låta tre arter kulminera i sin blomning samtidigt, vilket skapar olika lager med olika visuella uttryck under säsongen.



**Figur 14.** Piet Oudulfs trädgård av Carin Wincent.  
Att blanda gräs med tydligt strukturella perenner är ett av Piet Oudulfs signum.

### **Att skapa harmoni i en plantering**

För Piet Oudulf är gräs ett sätt att skapa harmoni i en plantering, ett återkommande element i hans verk (fig. 14). I skymningens varma toner och när det blåser kan gräsen bli speciellt effektfulla, anser Oudulf själv (Oudulf & Kingsbury 2013). Dunnett (2019) poängterar att det är viktigt att se hur växter förändras över säsongen och att skapa olika lager som överlappar varandra, vilket leder till olika visuella höjdpunkter under året. Dunnett är också en förespråkare av att skapa fokuspunkter som leder ögat genom planteringen, en typ av rörelse som bryter av mot något som annars lätt kan bli monotont. Det kan exempelvis vara en s-formad kurva av en specifik art som likt en meandrande blommande flod leder blicken mot horisonten. Detta kan återfinnas naturligt i naturen när vissa specifika förhållanden skapar mikroklimat som gör att bara vissa arter trivs på en speciell plats, exempelvis en halvt uttorkad flodbädd. Att hämta inspiration från naturen kan ge planteringen en mer intressant och logisk gestaltning. Olika växter i naturen anpassar sig efter varje liten i skillnad som finns gällande faktorer som ljus, fukt och näring, vilket skapar mer eller mindre täta växtgrupperingar. Om växter planteras med exakt samma avstånd från varandra och i exakt samma mönster så finns risken att det snarare liknar en odlad åker.

Rytm och repetition av växtmaterial är också viktigt i en plantering anser Dunnett (2019). Växter som kommer igen i olika delar av planteringen skapar samanhållning och gör det enklare för ögat att förstå helheten. Rytmerna kan komma av växtens specifika färg, textur eller form. Om för många växter blandas utan att vara ett återkommande element i planteringen blir resultatet lätt kaotiskt (Dunnett 2019). Enligt Rainer och West (2015) kan en plantering förlora sin harmoni om arter från andra typer av växtsamhällen blandas in. De anser att om målet är att skapa exempelvis en ängsplantering, bör endast växter som växer naturligt på ängar och gräsmarker ingå i artsammansättningen, en växt från en annan typ av växtsamhälle skulle sticka ut och se malplacerad ut (Rainer & West 2015).

### **Växter för naturalistiska planteringar på gröna tak**

Höga halter av UV-strålning och värme, bidrar till att det gröna taket ofta kan ha varmare sommartemperaturer än i marknivå. Höga vindhastigheter gör att både substrat och vatten går förlorat samt orsakar kallare vintrar. För att överleva och reproducera sig i dessa förhållanden bör växtmaterialet vara mycket vind- och torktåligt. Detta bevisade en studie av Ksiazek-Mikenas & Köhler (2018) som undersökte vilka arter som överlevt på flertalet äldre gröna tak i norra Tyskland. Artsammansättningen på taken bestod nästan enbart av arter som tål mycket stress och upprepade störningar (Ksiazek-Mikenas & Köhler 2018).

Rätt växt på rätt plats kan inte underskattas. Om vi möter växters naturliga växtförhållanden, kommer de att belöna oss med att bli långlivade och kräva lite skötsel menar Hansen & Stahl (1993). Exempelvis är växter med stora mjuka blad inte lämpliga för höga vindhastigheter, vilket ofta råder på gröna tak (Oudulf & Kingsbury 2013). Även det begränsade substratdjupet kan begränsa växter med kraftiga rotsystem eller djupa pålrötter (Rainer & West 2015). Många alpina växter är vana att växa under förhållanden där mycket nederbörd är kombinerat med starka ihärdiga vindar, extrema temperaturväxlingar, intensiv UV-strålning och tjocka skyddande täcken av snö under vintern, samtidigt som jorden ofta är mycket stenig och väl-dränerad (Hansen & Stahl 1993). Dessa förhållanden kan delvis likna de som existerar på ett grönt tak i Sverige vilket gör att det kan finnas orsak att leta efter lämpligt växtmaterial där. Inspiration och annat lämpligt växtmaterial går att hitta från exempelvis torrängar, stäpp och prärie (Dunnett 2019).

## Potential och risker med naturalistiska planteringar

Växtsamhällen i det vilda skiljer sig mycket från våra trädgårdar. De är bättre anpassade till sin ståndort, mer flerskiktad och ger en stark känsla av att passa in på platsen vilket skapar harmoni. Att skapa växtsamhällen som liknar de i naturen är något för alla som designar med växter borde sträva efter anser Rainer och West (2015). Detta gör också att planteringen blir mer hållbar och inte lika sårbar för störningar och stress (Rainer & West 2015). En studie från Sheffield University visade att en plantering med större artdiversitet var mer framgångsrik än en plantering med monokultur, i form av att den hade bättre överlevnadsstatistik och högre visuell standard när den utsattes för torka (Nagase & Dunnett 2010). Det är också troligt att inhemska insekter och andra ryggradslösa djur föredrar naturalistiska planteringar som har större diversitet och liknar deras naturliga habitat mer än monokulturella planteringar, även om delar av växtligheten inte är inhemsk menar Alizadeh och Hitchmough (2019). Oudulf och Kingsbury (2013) argumenterar att vi bör förbereda oss för mer klimatförändringar och välja växter som tål att bli utsatta för olika typer av stress. Som exempel refererar de till stäpperna i östra Europa och centrala Asien där klimatet består av kalla vintrar och varma somrar.

Att skapa naturalistiska planteringar kräver förmodligen mer kunskap om hur växter interagerar med varandra och växters naturliga ståndort, än traditionella planteringar där bästa möjliga förhållanden tas fram och skötseln är intensiv. Detta kan kräva mer tid initialt som behövs läggas ner för att hitta en bra sammansättning av växter, men kan i slutändan resultera i estetiskt attraktiva och mer hållbara planeringar (Rainer & West 2015; Oudulf & Kingsbury 2013; Dunnett 2019; Hansen & Stahl 1993). För att göra den komplexa kunskapen tillgänglig till ett rimligt pris har specifika färdiga växtmixar börjat säljas på plantskolor, speciellt i Tyskland, vilket kan ses som både bra och dåligt. Dels kan det skapa fantastiska landskap och sprida idéerna kring naturalistiska planteringar, men det kan också i värsta fall resultera i att växtmixarna överanvänds och blir tråkiga klichéer anser Oudulf & Kingsbury (2013).

## BEFINTLIGA NATURALISTISKA PLANTERINGAR PÅ GRÖNA TAK

Naturalistiska planteringar kan vara att föredra på gröna tak eftersom det kan minska skötselbehovet och vara ett mer hållbart alternativ. Nigel Dunnett har gjort flertalet naturalistiska planteringar på gröna tak där han hämtat inspiration från torra stäpp-planteringar. Moorgate Crofts i Rotherham var en av hans första planteringar på temat och där nästan uteslutande växter från stäpp eller torrängar planterades i ett substrat som varierade från 100-200 millimeter utan någon kontinuerlig bevattning. Skötseln består i princip enbart av en årlig nedklippning av alla perenner under vintern, där de avklippta växtdelarna sedan tas bort. Exempel på växter i planteringen är *Pulsatilla vulgaris*, *Primula veris*, *Allium schoenoprasum*, *Helicotrichon sempervirens* och *Euphorbia cyparissias*. Andra takplanteringar Dunnett har gjort är även Sharrow School Roof Garden i Sheffield och The Barbican Beech Gardens (fig. 15) i London (Dunnett 2019).

En annan känd naturalistisk plantering på bjälklag är The High Line i New York där Piet Oudulf stod för designen av växterna. Enligt Oudulf själv är det kanske gräsen som är ett återkommande element som är det mest utmärkande med planteringen.



**Figur 15.** John Trundle Court and Beech Gardens av MisterPeter (CC BY-SA 2.0) .  
Placerat på bjälklag ligger Barbican Beech Gardens utanför London, designat av Nigel Dunnett.

# RESULTAT

# VÄXTBÄDDSSCENARION

# VÄXTBÄDDSSCENARIO

## 50 MM

### ANALYS OCH DISKUSSION

I det här kapitlet kommer jag delvis att diskutera och analysera resultatet från min studie. Detta kommer sedan att fördjupas i diskussionsdelen i slutet av arbetet.

När fuktighetsgraden i växtbädd tre ökar från ”mycket torrt” till ”torrt” vid 20 %(volym) biokol (tab. 1) ökar mängden potentiella växtarter att plantera från 28 till 41 stycken vilket är en ökning med cirka 46 % (tab. 2). De arter som tillkommer är mest gräs och örter, dessa kommer dock aldrig att växa till sin fulla potential utan hålla sig relativt låga. Det är svårt att veta exakt vilken skillnad 10 %(volym) biokol gör i en sådan här tunn växtbädd och vilka effekter det får. Jag fann det svårt att bedöma hur stor skillnad en beräknad höjning av näringshalten från ”mycket lågt” till ”lågt” gör för de potentiellt valbara arter som finns. Litteraturen beskriver inte växtarterna på det sättet och det är därför svårt att göra en bedömning.

Utifrån resultatet anser jag att en kombination av mer fukt och näring gör en signifikant skillnad i växtbädden. Vilket betyder att 20 %(volym) biokol kan vara att föredra om målet är att förbättra förhållandet i den tunna växtbädden och utöka potentiella växtarter. Höjningen av pH-värdet från ”medel” till ”högt” (tab.1) i växtbädd tre gynnar kalkälskande växter och har också en viss positiv effekt på antalet växter som är möjliga att använda.

Tabell 1. Utsnitt ur tabell 1 med substratets egenskaper för växtbädd 1 - 3.

Nr	Karaktär	Växtbädd djup	%(volym) biokol	Fukt	pH	Näring
1	Sedum, örter och gräs	50 mm	0%	Mycket torrt	Neutralt	Mycket lågt
2	Sedum, örter och gräs	50 mm	10%	Mycket torrt	Neutralt	Lågt
3	Sedum, örter och gräs	50 mm	20%	Torrt	Högt	Lågt

Tabell 2. Kryssen indikerar potentiella växtarter i ett lättviktigt och väl-dränerande standardsubstrat för gröna tak med olika halter av biokol. De potentiella växtarterna bortser från möjlig konkurrens av andra växter.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	0 %(volym) biokol	10 %(volym) biokol	20 % (volym) biokol
<i>Achillea millefolium</i>	Rölleka	x	x	x
<i>Allium oreophilum</i>	Berglök			x
<i>Allium schoenoprasum</i>	Gräslök	x	x	x
<i>Alyssum montanum</i>	Liten stenört			x
<i>Anthemis marschalliana</i>	Guldulla			x
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Getväppling			x
<i>Armeria juniperfolia</i>	Tuvtrift	x	x	x
<i>Armeria maritima</i>	Strand trift	x	x	x
<i>Asperula tinctoria</i>	Färgmåra			x
<i>Aubretia x cultorum</i>	Aubretia			x
<i>Bouteloua gracilis</i>	Moskitgräs	x	x	x
<i>Campanula rotundifolia</i>	Liten blåklocka	x	x	x
<i>Cerastium tomentosum</i>	Silverarv	x	x	x
<i>Dianthus arenarius</i>	Sandnejlika	x	x	x
<i>Dianthus deltooides</i>	Backnejlika	x	x	x
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	Bergnejlika	x	x	x
<i>Dianthus knappii</i>	Svavelnejlika	x	x	x
<i>Dianthus plumarius</i>	Fjädernejlika	x	x	x
<i>Draba aizoides</i>	Barrdraba	x	x	x
<i>Euphorbia myrsinites</i>	Myrtenörel	x	x	x
<i>Festuca ovina</i>	Färsvingel	x	x	x
<i>Filipendula vulgaris</i>	Brudbröd			x
<i>Helianthemum nummularium</i>	Solvända			x
<i>Hylotelephium ewersii</i>	Mongoliskt fetblad	x	x	x
<i>Lychnis viscaria</i>	Tjärblomster			x
<i>Melica ciliata</i>	Grusslok			x
<i>Origanum vulgare</i>	Kungsmynta			x
<i>Phedimus floriferum</i>	Smaragdfetblad	x	x	x
<i>Phedimus spurius</i>	Kaukasisk fetblad	x	x	x
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	Backsippa			x
<i>Sedum acre</i>	Gul fetknopp	x	x	x
<i>Sedum album</i>	Vit fetknopp	x	x	x
<i>Sedum anacampseros</i>	Cirkelfetblad	x	x	x
<i>Sedum hispanicum</i>	Blek fetknopp	x	x	x
<i>Sedum hybridum</i>	Sibiriskt fetblad	x	x	x
<i>Sedum kamtschaticum</i>	Kamtjatka fetblad	x	x	x
<i>Sedum sexangulare</i>	Kantig fetknopp	x	x	x
<i>Sempervivum tectorum</i>	Taklök	x	x	x
<i>Thymus doerfleri</i>	Dvärgtimjan	x	x	x
<i>Thymus serpyllum</i>	Backtimjan	x	x	x
<i>Veronica spicata</i>	Axveronica			x
<b>ANTAL POTENTIELLA VÄXTARTER</b>		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>41</b>



# VÄXTBÄDDSSCENARIO

## 150 MM

### ANALYS OCH DISKUSSION

En ökning av substratdjupet från 50- till 150 millimeter ger ett mycket större utbud av potentiella växtarter. Här ser vi en ökning med 76 arter om vi jämför växtbädd ett och fyra utan biokol, där artantalet för sedumbädden var 28 stycken (tab. 2) och nu är 104 stycken (tab. 3) för växtbädden av torrängskaraktär. Substratdjupet är alltså en väldigt betydande faktor och 100 millimeter gör en stor skillnad för vilka arter som kan överleva.

Gällande växtbäddarna med biokol så finns liknande tendenser som för 50 millimeter. Artantalet är relativt lika för växtbädden utan biokol och den med 10%(volym) biokol. När fuktighetsgraden ökar från ”torrt” till ”friskt” i växtbädd sex som innehåller 20 %(volym) biokol tillkommer däremot 31 potentiella växtarter i jämförelse med växtbädd fyra utan biokol (tab. 3). Det är en ökning med cirka 30 %. De växter som har tillkommit vill gärna ha lite fuktigare jord och klarar inte av att stå torrt lika länge.

Tabell 1. Utsnitt ur tabell 1 med substratets egenskaper för växtbädd 4 - 6.

Nr	Karaktär	Växtbädd djup	%(volym) biokol	Fukt	pH	Näring
4	Blommande torräng	150 mm	0%	Torrt	Neutralt	Lågt
5	Blommande torräng	150 mm	10%	Torrt	Neutralt	Medel
6	Blommande torräng	150 mm	20%	Friskt	Högt	Medel

Tabell 3. Kryssen indikerar potentiella växtarter i ett lättviktigt och väl-dränerande standardsubstrat för gröna tak med olika halter av biokol. De potentiella växtarterna bortser från möjlig konkurrens av andra växter.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	0 %(volym) biokol	10 %(volym) biokol	20 %(volym) biokol
<i>Achillea filipendula</i>	Praktrölleka	x	x	x
<i>Achillea millefolium</i>	Rölleka	x	x	x
<i>Achillea tomentosa 'Aurea'</i>	Stenrölleka	x	x	x
<i>Agrostis capillaris</i>	Rödven	x	x	x
<i>Allium oreophilum</i>	Berglök	x	x	x
<i>Allium schoenoprasum</i>	Gräslök	x	x	x
<i>Allium sphaerocephalon</i>	Klotlök		x	x
<i>Alyssum montanum</i>	Liten stenört	x	x	x
<i>Anaphalis triplinervis</i>	Ulleteknell	x	x	x
<i>Anemone sylvestris</i>	Tovsippa	x	x	x
<i>Anthenaria dioica</i>	Kattfot	x	x	x
<i>Anthenaira plantaginifolia</i>	Jättekattfot	x	x	x
<i>Anthemis marschalliana</i>	Guldkulla	x	x	x
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färgkulla	x	x	x
<i>Anthericum liliago</i>	Stor sandlilja			x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Vårbrodd			x
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Getväppling	x	x	x
<i>Arabis caucasica</i>	Fagertrav		x	x
<i>Armeria juniperifolia</i>	Tuvtrift	x	x	x
<i>Armeria maritima</i>	Strand trift	x	x	x
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Vitmalört	x	x	x
<i>Artemisia schmidtiana</i>	Krypmalört			x
<i>Asperula tinctoria</i>	Färgmåra	x	x	x
<i>Aster alpinus</i>	Alpaster			x
<i>Aster amellus</i>	Brittsommaraster	x	x	x
<i>Aster linosyris</i>	Gullborste	x	x	x
<i>Aubretia x cultorum</i>	Aubretia	x	x	x
<i>Bouteloua gracilis</i>	Moskitgräs	x	x	x
<i>Briza media</i>	Darrgräs			x
<i>Calamintha nepeta</i>	Stenkyndel			x
<i>Campanula glomerata</i>	Toppklocka			x
<i>Campanula rotundifolia</i>	Liten blåklocka	x	x	x
<i>Catananche caerulea</i>	Blå gräsfibbla	x	x	x
<i>Carlina aucalis</i>	Silvertistel	x	x	x
<i>Centaurea jacea</i>	Rödclint			x
<i>Centaurea scabiosa</i>	Väddclint			x
<i>Centranthus ruber</i>	Pipört		x	x
<i>Cerastium tomentosum</i>	Silverarv	x	x	x
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Krustätel			x
<i>Dianthus arenarius</i>	Sandnejlika	x	x	x
<i>Dianthus cruentus</i>	Blodnejlika	x	x	x
<i>Dianthus deltooides</i>	Backnejlika	x	x	x
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	Bergnejlika	x	x	x

Tabellen fortsätter på nästa sida.

Fortsättning på tabell 3.

<i>Dianthus knappii</i>	Svavelnejlika	x	x	x
<i>Dianthus plumarius</i>	Fjädernejlika	x	x	x
<i>Draba aizoides</i>	Barrdraba	x	x	x
<i>Dryas octopetala</i>	Fjällsippa			x
<i>Erigeron speciosus</i>	Skönbinka			x
<i>Eryngium alpinum</i>	Alpmartorn	x	x	x
<i>Eryngium giganteum</i>	Silvermartorn	x	x	x
<i>Eryngium planum</i>	Rysk martorn	x	x	x
<i>Euphorbia myrsinites</i>	Myrtentörel	x	x	x
<i>Euphorbia polychroma</i>	Gulltörel			x
<i>Festuca filiformis</i>	Finsvingel	x	x	x
<i>Festuca glauca</i>	Blåsvingel	x	x	x
<i>Festuca mairei</i>	Atlassvingel	x	x	x
<i>Festuca ovina</i>	Fårsvingel	x	x	x
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	x	x	x
<i>Filipendula vulgaris</i>	Brudbröd	x	x	x
<i>Galium verum</i>	Gulmåra			x
<i>Geranium x cantabrigense</i>	Liten flocknäva		x	x
<i>Geranium macrorrhizum</i> 'Spessart'	Flocknäva			x
<i>Geranium sanguineum</i>	Blodnäva	x	x	x
<i>Geranium cinereum</i>	Silkesnäva	x	x	x
<i>Geum triflorum</i>	Fjädernejlikrot	x	x	x
<i>Globularia punctata</i>	Alpskrabba	x	x	x
<i>Goniolimon tataricum</i>	Kvastrisp			x
<i>Gypsophila repens</i>	Hängslöja			x
<i>Gypsophila paniculata</i>	Brudslöja			x
<i>Helianthemum nummularium</i>	Solvända	x	x	x
<i>Helichrysum thianshanicum</i>	Bergseternell	x	x	x
<i>Helictotrichon sempervirens</i>	Silverhavre	x	x	x
<i>Holcus mollis</i> 'Albovariegatus'	Lentätel	x	x	x
<i>Hylotelephium spectabile</i>	Kinesisk kärleksört	x	x	x
<i>Hylotelephium telephium</i>	Kärleksört	x	x	x
<i>Inula ensifolia</i>	Svärdkrissla	x	x	x
<i>Iris germanica</i>	Trädgårdssiris	x	x	x
<i>Jasione laevis</i>	Franska blåmunkar	x	x	x
<i>Knautia macedonia</i>	Grekvädd	x	x	x
<i>Koeleria glauca</i>	Tofsäxing	x	x	x
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Prästkrage	x	x	x
<i>Liatris spicata</i>	Rosenstav			x
<i>Linaria purpurea</i>	Purpursporre	x	x	x
<i>Linum flavum</i>	Guldlin	x	x	x
<i>Linum perenne</i>	Berglin	x	x	x
<i>Lychnis coronaria</i>	Purpurklätt	x	x	x
<i>Lychnis viscaria</i>	Tjärblomster	x	x	x
<i>Melica ciliata</i>	Grusslok	x	x	x
<i>Nepeta faassenii</i>	Kantnepeta	x	x	x
<i>Nepeta nervosa</i>	Axnepeta	x	x	x

<i>Origanum laevigatum</i>	Purpurmejram	x	x	x
<i>Origanum vulgare</i>	Kungsmynta	x	x	x
<i>Papaver nudicaule</i>	Linnévallmo	x	x	x
<i>Papaver orientale</i>	Linnévallmo	x	x	x
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	Klippnejlika	x	x	x
<i>Phedimus ewersii</i>	Mongoliskt fetblad	x	x	x
<i>Phedimus floriferum</i>	Smaragdfetblad	x	x	x
<i>Phedimus spurium</i> 'Album superbum'	Kaukasisk fetblad	x	x	x
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Bockrot	x	x	x
<i>Phlox douglasii</i>	Kuddflox	x	x	x
<i>Primula veris</i>	Gullviva	x	x	x
<i>Poa glauca</i>	Blågröe	x	x	x
<i>Poa pratensis</i>	Ängsgröe			x
<i>Potentilla alba</i>	Vit fingerört	x	x	x
<i>Potentilla atosanguinea</i>	Blodfingerört	x	x	x
<i>Potentilla nepalense</i>	Indisk fingerört	x	x	x
<i>Potentilla nitida</i>	Glansfingerört	x	x	x
<i>Prunella grandiflora</i>	Praktbrunört			x
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	Backsippa	x	x	x
<i>Rhodiola kirilowii</i>	Smalbladig rosenrot	x	x	x
<i>Sanguisorba minor</i>	Pimpinell	x	x	x
<i>Salvia nemorosa</i>	Stäppsalia			x
<i>Salvia pratensis</i>	Ängssalvia			x
<i>Scabiosa japonica</i>	Japansk vädd			x
<i>Sedum acre</i>	Gul fetknopp	x	x	x
<i>Sedum album</i>	Vit fetknopp	x	x	x
<i>Sedum anacampseros</i>	Cirkelfetblad	x	x	x
<i>Sedum hispanicum</i>	Blek fetknopp	x	x	x
<i>Sedum hybridum</i>	Sibiriskt fetblad	x	x	x
<i>Sedum kamtschaticum</i>	Kamtjatka fetblad	x	x	x
<i>Sedum sexangulare</i>	Kantig fetknopp	x	x	x
<i>Sempervivum tectorum</i>	Taklök	x	x	x
<i>Sesleria autumnalis</i>	Höstälväxing	x	x	x
<i>Sesleria caerulea</i>	Atlantisk älväxing	x	x	x
<i>Sesleria heufferiana</i>	Vårälväxing	x	x	x
<i>Sesleria nitida</i>	Glansälväxing	x	x	x
<i>Stachys byzantina</i>	Lammöron	x	x	x
<i>Stipa calamagrostis</i>	Silvergräs	x	x	x
<i>Stipa capillata</i>	Finbladigt fjädergräs	x	x	x
<i>Thymus doerfleri</i>	Dvärgtimjan	x	x	x
<i>Thymus serpyllum</i>	Backtimjan	x	x	x
<i>Trifolium hybridum</i>	Alsikeklöver			x
<i>Trifolium pratense</i>	Rödklöver			x
<i>Trisetum flavescens</i>	Gullhavre			x
<i>Veronica spicata</i>	Axveronica	x	x	x
<b>ANTAL POTENTIELLA VÄXTARTER</b>		<b>104</b>	<b>108</b>	<b>135</b>

# VÄXTBÄDDSSCENARIO

## 300 MM

### ANALYS OCH DISKUSSION

En ökning av substratdjupet från 150- till 300 millimeter ökar mängden av de potentiella växtarterna med 35 stycken vid jämförelse av växtbädd fyra och sju utan biokol, vilket inte är en lika signifikant ökning av artantalet som mellan 50- och 150 millimeter. I växtbädden med 300 millimeter ökar potentiella växtarter med cirka 12 % från växtbädd sju utan biokol till nummer nio med 20 %(volym) biokol (tab. 4). Båda växtbäddarna med biokol har nästan samma jordförhållanden vilket gör det svårt att veta vad skillnaden blir för antalet arter.

I växtlistan (tab. 4) för 300 millimeter tillkommer arter med kraftiga rotsystem eller djupa pålrötter och de växter som behöver lite mer fukt och näring. Om buskar hade räknats med, hade listan förmodligen blivit längre och skillnaden större. Jag anser att det finns en hel del växter som teoretiskt sett skulle klara sig i de relativt goda förhållanden som råder här, men som helt enkelt inte är anpassade för de extrema förhållanden med mycket vind, hög solinstrålning och låg skötsel som ofta råder på gröna tak. Dessa växter har därför inte tagits med i listan över potentiella växtarter.

Tabell 1. Utsnitt ur tabell 1 med substratets egenskaper för växtbädd 7 - 9.

Nr	Karaktär	Växtbädd djup	%(volym) biokol	Fukt	pH	Näring
7	Högre perennplantering	300 mm	0%	Torrt	Neutralt	Lågt
8	Högre perennplantering	300 mm	10%	Friskt	Neutralt	Medel
9	Högre perennplantering	300 mm	20%	Friskt	Högt	Medel/högt

Tabell 4. Kryssen indikerar potentiella växtarter i ett lättviktigt och väl-dränerande standardsubstrat för gröna tak med olika halter av biokol. De potentiella växtarterna bortser från möjlig konkurrens av andra växter.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	0 %(volym) biokol	10 %(volym) biokol	20 %(volym) biokol
<i>Achillea filipendula</i>	Praktrölleka	x	x	x
<i>Achillea millefolium</i>	Rölleka	x	x	x
<i>Achillea tomentosa 'Aurea'</i>	Stenrölleka	x	x	x
<i>Agrostis capillaris</i>	Rödven	x	x	x
<i>Allium giganteum</i>	Jättelök		x	x
<i>Allium oreophilum</i>	Berglök	x	x	x
<i>Allium sphaerocephalon</i>	Klotlök		x	x
<i>Alyssum montanum</i>	Liten stenört	x	x	x
<i>Anaphalis triplinervis</i>	Ulleternell	x	x	x
<i>Anemone sylvestris</i>	Tovsippa	x	x	x
<i>Annenaria dioica</i>	Kattfot	x	x	x
<i>Annenaria plantaginifolia</i>	Jättekattfot	x	x	x
<i>Anthemis marschalliana</i>	Guldkulla	x	x	x
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färgkulla	x	x	x
<i>Anthericum liliago</i>	Stor sandlilja	x	x	x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Vårbrodd	x	x	x
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Getväppling	x	x	x
<i>Arabis caucasica</i>	Fagertrav	x	x	x
<i>Armeria juniperifolia</i>	Tuvtrift	x	x	x
<i>Armeria maritima</i>	Strand trift	x	x	x
<i>Artemisia ludoviciana</i>	Vitmalört	x	x	x
<i>Artemisia schmidtiana</i>	Krypmalört	x	x	x
<i>Asperula tinctoria</i>	Färgmåra	x	x	x
<i>Aster alpinus</i>	Alpaster	x	x	x
<i>Aster amellus</i>	Brittsommaraster	x	x	x
<i>Aster linosyris</i>	Gullborste	x	x	x
<i>Aubretia x cultorum</i>	Aubretia	x	x	x
<i>Bouteloua gracilis</i>	Moskitgräs	x	x	x
<i>Briza media</i>	Darrgräs		x	x
<i>Calamagrostis x acutiflora</i>	Tuvrör		x	x
<i>Calamagrostis brachytricha</i>	Diamantrör		x	x
<i>Calamintha nepeta</i>	Stenkyndel	x	x	x
<i>Campanula glomerata</i>	Toppklocka		x	x
<i>Campanula rotundifolia</i>	Liten blåkllocka	x	x	x
<i>Catananche caerulea</i>	Blå gräsfibbla	x	x	x
<i>Carlina aucalis</i>	Silvertistel	x	x	x
<i>Coreopsis verticillata</i>	Höstöga	x	x	x
<i>Centaurea jacea</i>	Rödklint	x	x	x
<i>Centaurea scabiosa</i>	Väddklint	x	x	x
<i>Centranthus ruber</i>	Pipört	x	x	x
<i>Cerastium tomentosum</i>	Silverarav	x	x	x
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Kruståtel	x	x	x
<i>Dianthus arenarius</i>	Sandnejlika	x	x	x

Tabellen fortsätter på nästa sida.

Fortsättning på tabell 4.

<i>Dianthus cruentus</i>	Blodnejlika	x	x	x
<i>Dianthus deltoides</i>	Backnejlika	x	x	x
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	Bergnejlika	x	x	x
<i>Dianthus knappii</i>	Svavelnejlika	x	x	x
<i>Dianthus plumarius</i>	Fjädernejlika	x	x	x
<i>Draba aizoides</i>	Barrdraba	x	x	x
<i>Dryas octopetala</i>	Fjällsippa	x	x	x
<i>Echinacea purpurea</i>	Röd solhatt	x	x	x
<i>Echinops bannaticus</i>	Bolltistel	x	x	x
<i>Erigeron speciosus</i>	Skönbinka	x	x	x
<i>Eryngium alpinum</i>	Alpmartorn	x	x	x
<i>Eryngium giganteum</i>	Silvermartorn	x	x	x
<i>Eryngium planum</i>	Rysk martorn	x	x	x
<i>Euphorbia myrsinites</i>	Myrtentörel	x	x	x
<i>Euphorbia polychroma</i>	Gulltörel		x	x
<i>Festuca filiformis</i>	Finsvingel	x	x	x
<i>Festuca glauca</i>	Blåsvingel	x	x	x
<i>Festuca mairei</i>	Atlasvingel	x	x	x
<i>Festuca ovina</i>	Fårsvingel	x	x	x
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	x	x	x
<i>Filipendula vulgaris</i>	Brudbröd	x	x	x
<i>Galium verum</i>	Gulmåra	x	x	x
<i>Geranium x cantabrigense</i>	Liten flocknäva	x	x	x
<i>Geranium macrorrhizum 'Spessart'</i>	Flocknäva	x	x	x
<i>Geranium sanguineum</i>	Blodnäva	x	x	x
<i>Geranium cinereum</i>	Silkesnäva	x	x	x
<i>Geranium psilostemon</i>	Armenisk näva	x	x	x
<i>Geum triflorum</i>	Fjädernejlikrot	x	x	x
<i>Globularia punctata</i>	Alpskrabba	x	x	x
<i>Goniolimon tataricum</i>	Kvastrisp	x	x	x
<i>Gypsophila repens</i>	Hängslöja	x	x	x
<i>Gypsophila paniculata</i>	Brudslöja	x	x	x
<i>Helenium hoopesii</i>	Solbrud		x	x
<i>Helianthemum nummularium</i>	Solvända	x	x	x
<i>Helichrysum thianshanicum</i>	Bergseternell	x	x	x
<i>Helictotrichon sempervirens</i>	Silverhavre	x	x	x
<i>Holcus mollis 'Albovariegatus'</i>	Lentåtel	x	x	x
<i>Hylotelephium spectabile</i>	Kinesisk kärleksört	x	x	x
<i>Hylotelephium telephium</i>	Kärleksört	x	x	x
<i>Inula ensifolia</i>	Svärdkrissla	x	x	x
<i>Iris germanica</i>	Trädgårdsisris	x	x	x
<i>Jasione laevis</i>	Franska blåmunkar	x	x	
<i>Knautia macedonia</i>	Grekvädd	x	x	x
<i>Koeleria glauca</i>	Tofsäxing	x	x	x
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Prästkrage		x	x
<i>Liatris spicata</i>	Rosenstav		x	x
<i>Linaria purpurea</i>	Purpursporre	x	x	x
<i>Linum flavum</i>	Guldlin	x	x	x
<i>Linum perenne</i>	Berglin	x	x	x
<i>Lychnis chalcidonia</i>	Studentnejlika		x	x
<i>Lychnis coronaria</i>	Purpurklätt	x	x	x
<i>Lychnis viscaria</i>	Tjärblomster	x	x	x
<i>Melica ciliata</i>	Grusslok	x	x	x
<i>Meum athamanticum</i>	Björnrot	x	x	x
<i>Nepeta faassenii</i>	Kantnepeta	x	x	x
<i>Nepeta grandiflora</i>	Blånepeta	x	x	x

<i>Origanum laevigatum</i>	Purpurmejram	x	x	x
<i>Origanum vulgare</i>	Kungsmynta	x	x	x
<i>Panicum virgatum</i>	Rödhiris		x	x
<i>Papaver nudicaule</i>	Linnévallmo	x	x	x
<i>Papaver orientale</i>	Orientvallmo	x	x	x
<i>Persicaria bistorta</i>	Stor ormrot		x	x
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	Klippnejlika	x	x	x
<i>Phedimus ewersii</i>	Mongoliskt fetblad	x	x	x
<i>Phedimus floriferum</i>	Smaragdvetblad	x	x	x
<i>Phedimus spurius 'Album superbum'</i>	Kaukasisk fetblad	x	x	x
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Bockrot	x	x	x
<i>Phlox douglasii</i>	Kuddflox	x	x	x
<i>Primula veris</i>	Gullviva		x	x
<i>Poa glauca</i>	Blågröe	x	x	x
<i>Poa pratensis</i>	Angsgröe	x	x	x
<i>Potentilla alba</i>	Vit fingerört	x	x	x
<i>Potentilla atosanguinea</i>	Blodfingerört	x	x	x
<i>Potentilla nepalense</i>	Indisk fingerört	x	x	x
<i>Potentilla nitida</i>	Glansfingerört	x	x	x
<i>Prunella grandiflora</i>	Praktbrunört	x	x	x
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	Backsippa	x	x	x
<i>Rhodiola kirilowii</i>	Smalbladig rosenrot	x	x	x
<i>Rudbeckia fulgida</i>	Strålrudbeckia		x	x
<i>Rudbeckia nitida</i>	Glansrudbeckia		x	x
<i>Sanguisorba minor</i>	Pimpinell	x	x	x
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Blodtopp	x	x	x
<i>Salvia nemorosa</i>	Stäppsalia	x	x	x
<i>Salvia pratensis</i>	Ängssalvia	x	x	x
<i>Scabiosa japonica</i>	Japansk vädd	x	x	x
<i>Sedum acre</i>	Gul fetknopp	x	x	x
<i>Sedum album</i>	Vit fetknopp	x	x	x
<i>Sedum anacampseros</i>	Cirkelfetblad	x	x	x
<i>Sedum hispanicum</i>	Blek fetknopp	x	x	x
<i>Sedum hybridum</i>	Sibiriskt fetblad	x	x	x
<i>Sedum kamschaticum</i>	Kamtjatka fetblad	x	x	x
<i>Sedum sexangulare</i>	Kantig fetknopp	x	x	x
<i>Sempervivum tectorum</i>	Taklök	x	x	x
<i>Sesleria autumnalis</i>	Höstälväxing	x	x	x
<i>Sesleria caerulea</i>	Atlantisk älväxing	x	x	x
<i>Sesleria heufferiana</i>	Vårlväxing	x	x	x
<i>Sesleria nitida</i>	Glansälväxing	x	x	x
<i>Solidago cutleri</i>	Dvärggullris	x	x	x
<i>Stachys byzantina 'Silver Carpet'</i>	Lammöron	x	x	x
<i>Stachys officinalis</i>	Humlesuga		x	x
<i>Stipa calamagrostis</i>	Silvergräs	x	x	x
<i>Stipa capillata</i>	Finbladigt fjädergräs	x	x	x
<i>Stipa gigantea</i>	Stort fjädergräs	x	x	x
<i>Thymus doerfleri</i>	Dvärgtimjan	x	x	x
<i>Thymus serpyllum</i>	Backtimjan	x	x	x
<i>Trifolium hybridum</i>	Alsikeklöver	x	x	x
<i>Trifolium pratense</i>	Rödklöver	x	x	x
<i>Trisetum flavescens</i>	Gullhavre	x	x	x
<i>Verbascum phoeniceum</i>	Violkungsljus	x	x	x
<i>Verbena hastata</i>	Blåverbena	x	x	x
<i>Veronica gentianoides</i>	Porslinsveronica	x	x	x
<i>Veronica spicata</i>	Äxveronica	x	x	x
<b>ANTAL POTENTIELLA VÄXTARTER</b>		<b>139</b>	<b>156</b>	<b>156</b>

# **FÖRSLAG PÅ NATURALISTISKA PERENN- PLANTERINGAR PÅ GRÖNA TAK**

Figur 16. Perspektiv Sedum, ört och gräsplantering av Carin Wincent



# SEDUM, ÖRT & GRÄS PLANTERING

## VÄXTBÄDD

**Substratdjup:** 50 mm  
**Biokol:** 20 %(volym)  
**Fuktighet:** Torrt  
**Näring:** Låg  
**pH:** Högt

## BESKRIVNING

Planteringen utgår ifrån suckulenta välbeprövade arter för extensiva gröna tak som *Sedum*, *Sempervivum* och *Hylotelephium*, vilket alla är mycket stresståliga arter som överlever längre perioder av torka. Dessa mer långsamt växande arter kommer förmodligen att breda ut sig mer och mer längre fram i planterings livstid och får under tiden lämna plats för mer pionjära örter och gräs som exempelvis *Thymus doerfleri* och *Festuca ovina*. Att tillsätta 20 %(volym) biokol förbättrar substratets egenskaper och möjliggör för en högre andel örter och gräs. En större variation på arter kan gynna den biologiska mångfalden och dessutom bli mer intressant att titta på. Färgskalan i denna plantering går i rosa, vitt, gult och blått. Arterna varierar från cirka 5 till 30 centimeter i höjd (fig. 17).

## VÄXTLISTA

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Täckningsgrad
<i>Achillea millefolium</i>	Rölleka	5%
<i>Allium schoenoprasum</i>	Gräslök	4%
<i>Anthemis marschalliana</i>	Guldkulla	4%
<i>Armeria maritima</i>	Strand trift	5%
<i>Bouteloua gracilis</i>	Moskitgräs	15%
<i>Campanula rotundifolia</i>	Liten blålocka	5%
<i>Dianthus arenarius</i>	Sandnejlika	5%
<i>Festuca ovina</i>	Fårsvingel	10%
<i>Filipendula vulgaris</i>	Brudbröd	5%
<i>Hylotelephium ewersii</i>	Mongoliskt fetblad	4%
<i>Lychnis viscaria</i>	Tjärblomster	4%
<i>Phedimus floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	Smaragdvetblad	5%
<i>Sedum acre</i>	Gul fetknopp	5%
<i>Sedum album</i>	Vit fetknopp	5%
<i>Sedum sexangulare</i>	Kantig fetknopp	5%
<i>Sempervivum tectorum</i>	Taklök	5%
<i>Thymus doerfleri</i>	Dvärgtimjan	4%
<i>Veronica spicata</i>	Axveronica	5%
<b>TOTAL TÄCKNINGSGRAD</b>		<b>100%</b>



Figur 17. Sektion (skala 1:10 i A3) Sedum-, ört- och gräsplantering av Carin Wincent

Figur 18. Perspektiv torrängsplantering av Carin Wincent





# TORRÄNGSPLANTERING

## VÄXTBÄDD

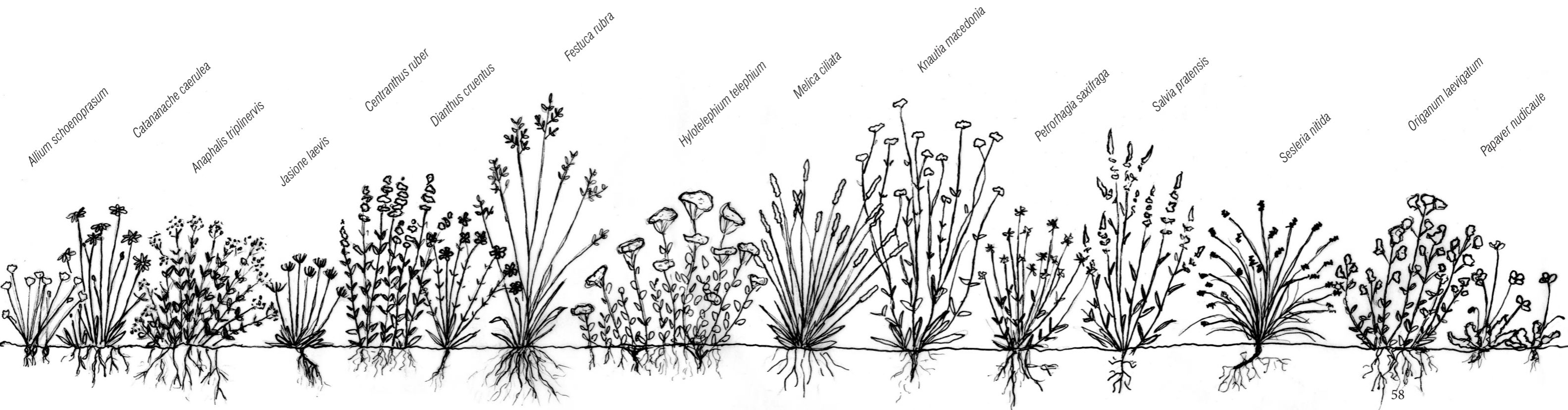
**Substratdjup:** 150 mm  
**Biokol:** 10 % (volym)  
**Fuktighet:** Torrt  
**Näring:** Medel  
**pH:** Neutralt

## BESKRIVNING

100 millimeter mer i substratdjup gör stor skillnad för potentiella växtarter. I den här växtbädden riskerar alltför låga eller konkurrenssvaga arter från växtbädd 1-3 att konkurreras ut. Förhållandet i växtbädden med 10 % (volym) biokol är dock fortfarande relativt dåliga och det är viktigt att välja torktåliga arter. Planteringsmixen för 150 millimeter består av en blandning av stresståliga och pionjära arter med en låg till medel förmåga att konkurrera med andra växter. För att undvika att ogräs tar över har bland annat arter som *Hylotelephium telephium*, *Anaphalis triplinervis* och *Sesleria nitida* valts för sitt robusta växtsätt. Under våren blommar *Pulsatilla vulgaris* tillsammans med *Primula veris*. Under den senare delen av sommaren går tonerna mer åt purpur, lila och orange med arter som *Centranthus ruber*, *Papaver nudicaule* 'Pulchinnella Orange' och *Catananache caerulea*. Planteringen blir cirka 30 till 70 centimeter hög (fig. 19) med vipporna på gräsen.

## VÄXTLISTA

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Täckningsgrad
<i>Allium schoenoprasum</i>	Gräslök	4%
<i>Anaphalis triplinervis</i>	Ulleternell	4%
<i>Catananache caerulea</i>	Blå gräsfibbla	4%
<i>Centranthus ruber</i>	Pipört	3%
<i>Dianthus cruentus</i>	Blodnejlika	4%
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	10%
<i>Helictotrichon sempervirens</i>	Silverhavre	10%
<i>Hylotelephium telephium</i>	Kärleksört	3%
<i>Jasione laevis</i>	Franska blåmunkar	3%
<i>Knautia macedonia</i>	Grekvädd	3%
<i>Linaria purpurea</i>	Purpursporre	4%
<i>Melica ciliata</i>	Grusslok	10%
<i>Origanum laevigatum</i>	Purpurmejram	3%
<i>Papaver nudicaule</i>	Linnévallmo	4%
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	Klippnejlika	3%
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Bockrot	3%
<i>Primula veris</i>	Gullviva	4%
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	Backsippa	4%
<i>Salvia pratensis</i>	Ängssalvia	4%
<i>Sesleria nitida</i>	Glansälvväxing	10%
<i>Veronica spicata</i>	Axveronica	3%
<b>TOTAL TÄCKNINGSGRAD</b>		<b>100%</b>



Figur 19. Sektion (skala 1:10 i A3) med urval av arter från torrängsplantering av Carin Wincent

Figur 20. Perspektiv högre perennplantering av Carin Wincent



# HÖGRE PERENNPLANTERING

## VÄXTBÄDD

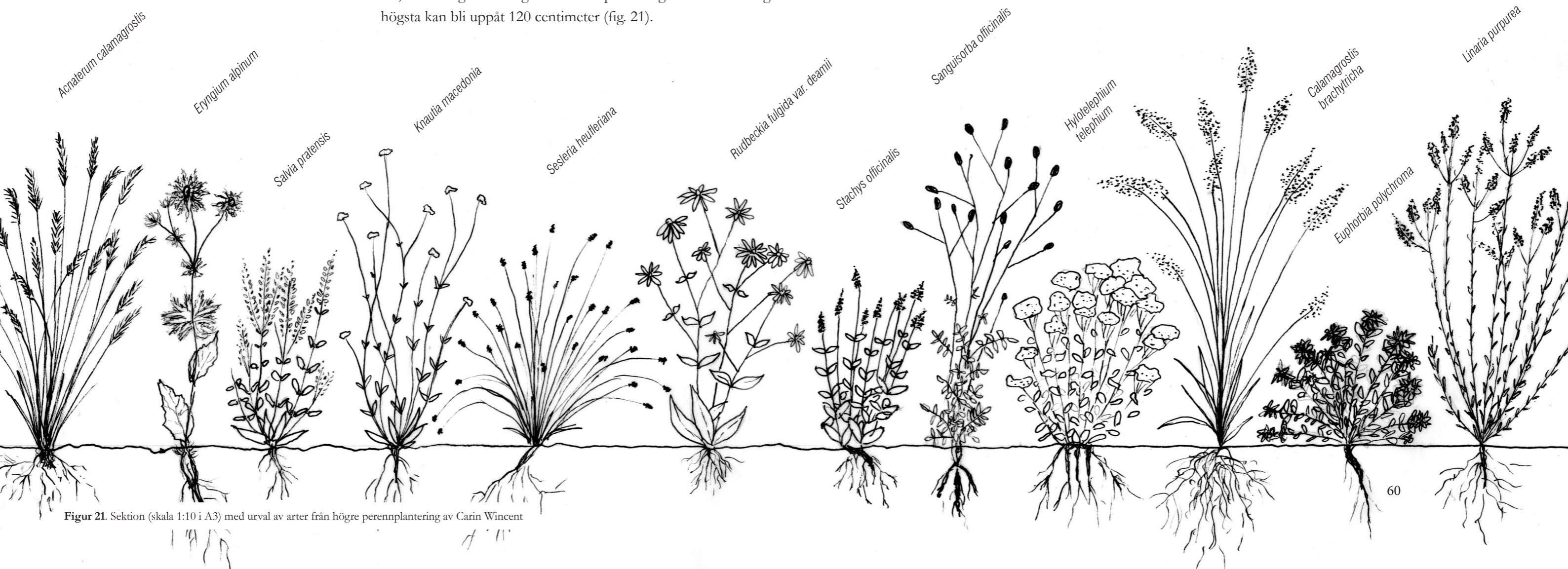
**Substratdjup:** 300 mm  
**Biokol:** 20 % (volym)  
**Fuktighet:** Friskt  
**Näring:** Medel/Hög  
**pH:** Högt

## BESKRIVNING

Den djupaste växtbädden med 20 % (volym) biokol skapar förutsättningar för en frodig och starkväxande plantering. Här är konkurrensen hög i de relativt goda substratförhållandena och det gäller att inte blanda in för konkurrenssvaga växter. Substratdjupet möjliggör för växter med djupare pålrot eller kraftiga rotsystem som *Gypsophila* och *Eryngium*. I den här planteringen utgör kraftigväxande gräs som *Calamagrostis brachytricha* och *Achnatherum calamagrostis* basen tillsammans med karaktärgivande arter som *Rudbeckia fulgida* och *Echinops bannaticus*. Under våren/försommaren blommar *Iris x germanica* och *Nepeta faassenii* i blått tillsammans med *Euphorbia polychroma*s gula blommor. När sommaren går mot sitt slut går färgskalan åt det varmare hållet med gulnande gräs och varma toner av höstblommade perenner i rosa, lila, rött och gult. De lägsta arterna i planteringen blir förmodligen runt 50 centimeter och de högsta kan bli uppåt 120 centimeter (fig. 21).

## VÄXTLISTA

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Ungefärlig Höjd	Täckningsgrad
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	Silvergräs	80 cm	10%
<i>Calamagrostis brachytricha</i>	Diamantrör	80 cm	10%
<i>Echinops bannaticus</i>	Bolltistel	80 cm	5%
<i>Erigeron speciosus</i>	Skönbinka	60 cm	5%
<i>Eryngium alpinum</i>	Alpmartorn	80 cm	6%
<i>Euphorbia polychroma</i>	Gulltörel	50 cm	5%
<i>Gypsophila paniculata</i>	Brudslöja	80 cm	5%
<i>Hylotelephium telephium</i>	Kärleksört	50 cm	5%
<i>Hylotelephium t. 'Jose Aubergine'</i>	Kärleksört	50 cm	5%
<i>Iris x germanica</i>	Trädgårdsiris	30 cm	6%
<i>Knautia macedonia</i>	Grekvädd	80 cm	6%
<i>Linaria purpurea</i>	Purpursporre	80 cm	6%
<i>Nepeta faassenii</i>	Kantnepeta	30 cm	5%
<i>Rudbeckia fulgida var. deamii</i>	Strålrudbeckia	80 cm	5%
<i>Salvia pratensis</i>	Ängssalvia	60 cm	6%
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Blodtopp	60 cm	5%
<i>Sesleria heuffleriana</i>	Vårålväxing	50 cm	10%
<i>Stachys officinalis</i>	Humlesuga	80 cm	5%
<b>TOTAL TÄCKNINGSGRAD</b>			<b>100%</b>



Figur 21. Sektion (skala 1:10 i A3) med urval av arter från högre perennplantering av Carin Wincent

# AVSLUTNING

## DISKUSSION

Genom att lära mig mer om gröna tak, biokol och naturalistiska perennplanteringar har jag fått en större förståelse för hur vi kan skapa gröna tak med växtbäddar som är mer hållbara över tid. Min metod var att ta fram växtlistor över antalet potentiella växtarter på gröna tak, beroende på substratets tjocklek och olika halter av biokol i växtbädden. Metoden har både för och nackdelar. Att skapa hypotetiska växtbäddsscenario var en tidseffektiv metod som gav resultat relativt fort. Att plantera och göra försök i faktiska växtbäddar hade gett mig ett mer pålitligt resultat, men inte varit möjligt inom ramarna för mitt examensarbete. Personligen gav metoden mig en chans att lära mig mer om växter och hur vi kan anpassa oss till deras ståndortskrav i våra konstruerade växtbäddar. Resultatet av växtlistorna gav mig underlag att skapa något konkret och användbart i form av förslag på växtkompositioner för naturalistiska perennplanteringar på gröna tak. Både växtlistor och växtkompositioner kan användas av andra personer som gestaltar gröna tak i framtiden, vilket gör att jag ser metoden som givande.

### Växtbäddsscenario

Mängden potentiella växtarter ökade när växtbädden blev djupare, störst skillnad var det mellan 50 (tab. 2) och 150 millimeter (tab. 3) där artantalet ökade signifikant. Tillsattes biokol, ökade mängden växtarter ännu mer. Biokolen förbättrade substratets egenskaper i form av att vara fukt- och näringshållande, samt höjde pH-värdet i samtliga variationer på tjocklek av växtbäddar (tab. 1). Detta resulterade i fler valbara perenner. Växtbäddarna hade som mest tillgång på vatten och näring, det vill säga vid 20 procentvolym biokol, resulterade i störst antal potentiella växtarter. Resultatet kan tolkas som att biokol gynnar växters tillväxt och kan säkra deras överlevnad i högre utsträckning. Att biokol utökar potentiella växtarter på gröna tak är en teori som studier från Cao et al. (2014) också argumenterar för.

Den största effekten hade biokol i den tunnaste växtbädden på 50 millimeter (tab. 2), där potentiella växtarter ökade med 46 % när 20 volymprocent biokol tillsattes i substratet. När substratdjupet ökade i växtbäddarna blev effekterna av olika halter biokol inte lika stora. Resultatet av detta kan tolkas på olika sätt. En förklaring kan vara att vid 50 millimeter substrat så är förhållandena så pass dåliga i växtbädden, med extremt lite tillgång på vatten och näring, att endast en liten förbättring gör stor skillnad för antalet potentiella växtarter. Det kan också betyda att biokol inte har en lika stor effekt i tjockare växtbäddar eftersom förhållandena redan har förbättrats avsevärt för perenner som anses robusta och torktåliga. Detta kan dock diskuteras mot vad som anses vara lämpliga perenner på gröna tak. När tillgången är relativt god på både vatten och näring, som i fallet med 300 millimeters växtbädd och 20 volymprocent biokol, skulle perenner med höga ståndortskrav teoretiskt sett kunna växa.

Dessa perenner skulle dock vara mer känsliga för förändringar och kanske inte klara av minskat substratdjup eller en långvarig torka, vilket då kan argumenteras för att de inte är lämpliga på gröna tak. Om anläggningen var väldigt skötselintensiv skulle detta kanske fungera, men enligt min uppfattning är oftast så inte fallet och det är inte heller speciellt hållbart. En annan faktor som talar för att det är olämpligt är forskningens bristande kunskap för hur biokol fungerar över lång sikt. Om växtbäddens egenskaper förändrades drastiskt skulle känsliga arter inte ha en chans att överleva.

En annan faktor som hade kunnat påverka mängden potentiella växtarter är om träd och buskar hade räknats med. I djupare växtbäddar hade biokolen i teorin kunnat vara ett bra hjälpmedel för att tillhandahålla den större mängd vatten och näring som träd och buskar ofta kräver. I speciella växtbäddar för gröna tak skulle kanske biokol också kunna ha potential, men detta har legat utanför mitt ämnesområde och är ingenting jag har undersökt.

Gällande pH så har det också en betydande effekt för antalet potentiella växtarter. Om pH-värdet exempelvis blir väldigt högt i växtbäddarna med mycket biokol, skulle teoretiskt sett vissa potentiella växtarter inte längre vara väl anpassade för ståndorten. Ett exempel är ljunghedar, där jorden ofta är surare. *Calluna vulgaris*, ljung, har däremot inte räknats med i någon växtlista av anledningen att den betraktas vara en buske. Hur stor betydelse pH har för växtbädden, i jämförelse med tillgången på fukt och näring, är svårt att säga. Vissa menar att växter inte är speciellt kräsna när det kommer till pH, medan andra menar att det visst spelar en stor roll.

Biokolens effekter kan ses som positivt eftersom det går att skapa en större artvariation och att det gröna taket kan fungera mer resistent mot torka och urlakning av näringsämnen, vilket gör det mer hållbart. Vid designprocessen för gröna tak bör dock beaktas att en förbättrad växtbädd också kommer att generera mer konkurrens bland växter, varför mer robusta och konkurrenståliga arter bör väljas. Här kan principerna för naturalistiska planteringar tillämpas där hänsyn tas till ståndort och hur växter interagerar med varandra.

## Naturalistiska planteringar och lämpliga perenner för gröna tak

Designade växtsamhällen, eller så kallade naturalistiska planteringar, är en blandning mellan hortikultur och ekologi (Dunnett 2019). De kan generera ekosystemtjänster, men bör inte sägas vara lika avancerade som naturliga växtsamhällen som har förändrats genom evolution och succession över miljontals års. Att lyckas replikera all komplexitet i ett ekosystem och dess ekosystemtjänster är förmodligen något vi aldrig kommer att lyckas med. Detta innebär inte att konstruerade växtsamhällen inte har någon betydelse, men att vi måste vara ödmjuka med att inte ersätta naturliga system endast med våra egna konstruktioner.

Gröna takets växter bör anpassas efter ståndorten för att klara av hög solinstrålning, kraftiga vindar och brist på vatten och näring. Precis som Ksiazek-Mikenas & Köhler (2018) skriver så kommer förmodligen bara de mest stresstoleranta arterna att överleva på lång sikt. Jag anser däremot att det är viktigt att vi också planterar pionjärarter och arter med lite starkare konkurrensförmåga, för att undvika att ogräs konkurrerar ut de stresståliga arterna i början när förhållandena i växtbädden fortfarande är relativt goda. Dock bör mycket konkurrensstarka växter undvikas att planteras med alltför sköra växter eftersom de riskerar att blir utkonkurrerade. Här kan vi ta hjälp av naturliga växtsamhällen för att förstå vilken typ av arter som klarar av att leva tillsammans med varandra.

Jag tror det är viktigt att ha en viss acceptans för att alla arter som är med i planteringens startskede inte kommer att finnas med under hela gröna takets livslängd, eftersom det är så populationsdynamik fungerar. En naturalistisk design är dock mer förlåtande på det sättet, att några arter försvinner påverkar förmodligen inte dess estetiska värde nämnvärt och lämnar inte stora fläckar av bar jord. Mina förslag gällande perennmixar för gröna tak utgår från principerna för naturalistiska planteringar och är tänkta att vara ett hållbart alternativ över tid.

Med framtida klimatförändringar är det viktigt att vi försöker hitta lösningar som är mer resurs-effektiva, inkorporerar fler biologiska värden samt kräver mindre skötsel och är hållbara över en längre tid. Där kan gröna tak, biokol och naturalistiska planteringar alla ha en roll att spela.

## Metoddiskussion och framtida forskning

Att biokol har en effekt i växtbäddar går att se i forskningen. Dock varierar resultaten beroende på vad biokolen är gjord av, hur den framställs och vilket substrat den blandas med (Cao et al. 2014). Det är svårt att säga exakt vilken effekt biokol får på gröna tak eftersom det finns relativt lite forskning inom ämnet än så länge. Mina teoretiska växtbäddar ger en fingervisning om resultatet, men mer forskning behövs för att kunna stödja mina teorier.

Mina växtförslag utgick från boken *Perennials and Their Garden Habitat* (Hansen & Stahl 1993) eftersom jag ansåg att boken gav mig relevanta förslag och ofta har citerats som en trovärdig källa. Att utgå från fler källor hade blivit ett alltför extensivt arbete men hade gett mig ett bättre underlag. En svårighet var att översätta växternas krav på fukt, näring och pH i litteraturen till substratets egenskaper i de teoretiska växtbäddarna. Vissa växter beskrevs mer detaljerat än andra och det går inte att fastställa exakt vad författarna menar när de beskriver sina ståndorter, eftersom det inte finns några mätbara siffror. Min uppfattning är trots allt att detta är ett vanligt problem. Att mäta växters exakta ståndorts krav är svårt eftersom växter är levande ting och det finns variationer inom varje art. Den litteraturen jag utgick ifrån är delvis baserat på försöksträdgårdar i tyska Weihenstephan och jag fann ståndorts kraven mer utförligt beskrivet än någon annan litteratur jag hittat, vilken jag anser ger trovärdighet till mina teorier.

För att förbättra vår förståelse behövs mer forskning gällande långsiktiga effekter av biokol, biokol på gröna tak, samt hur växter presterar på gröna tak under ett längre tidsperspektiv. Det behövs även undersökas om naturalistiska planteringar är den mest hållbara lösningen eller om det finns andra alternativ.



# REFERENSER

- Alizadeh, B., Hitchmough, J. (2019). A review of urban landscape adaptation to the challenge of climate change. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. Vol. 11. Ss. 178-194.
- Basso et al. (2013). *Assessing potential of biochar for increasing water-holding capacity of sandy soils*. Agronomy Publications: Iowa State University
- Baum, A., Bell, P., Fisher, J., Greene, T. (2001). *Environmental psychology*. 5. uppl. Orlando: Harcourt College Publishers.
- Berndtsson, J. (2010). Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: a review. *Ecological Engineering*. Vol. 36. S. 351–360
- Besir, A., Cuce, E. (2018). Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 82
- Biederman, L., Stanley Harpole, W. (2013). Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. *GCB Bioenergy*. Vol. 5. Ss. 202-214. DOI: 10.1111/gcbb.12037
- BiodiverCity. (2017). *Biologisk mångfald i den tätta staden*. (Broschyr). Malmö: Vinnova. Tillgänglig: <https://malmo.se/download/18.5cba257415fdf4a09f5107cd/1511355571620/Biologisk+m%C3%A5ngfald+i+den+t%C3%A4tta+staden.pdf>
- Boverket. (2016). *Rätt tät – en idéskrift om förtätning av städer och orter*. Karlskrona: Boverket. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/ratt-tatt-en-ideskrift-om-fortatning-av-stader-orter.pdf>
- Boverket. (2019). *Ekosystemtjänster i den byggda miljön – vägledning & metod*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/>
- Bradley, R. (2015). Long-term Rooftop Plant Communities. I: Sutton, R. *Green Roofs Ecosystems*. Nebraska: Springer.
- Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M.A.S., Ahmedna, M., (2010). Influence of pecan biochar on physical properties of a Norfolk loamy sand. *Soil Science*. Vol. 175. Ss 10–14.
- Byggnadsvårdsföreningen. (2018). *Gröna tak*. Tillgänglig: <https://byggnadsvard.se/grona-tak/> (2020-01-06)
- Cao, C., Farrell, C., Kristiansen, P., Rayner, P. (2014). Biochar makes green roofs structures lighter and improves water supply to plants. *Ecological Engineering*. Vol. 71. ss. 368-374. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.06.017>
- Carlisle, S. Piana, M. (2015). Green Roof Plant Assemblage and Dynamics. I: Sutton, R. *Green Roofs Ecosystems*. Nebraska: Springer.
- Chen et al. (2018). Biochar increases plant growth and alters microbial communities via regulating the moisture and temperature of green roofs substrates. *Science of the Total Environment*. Vol. 635. Ss. 333-342.
- Cook-Patton, S. (2015) Plant Biodiversity on Green Roofs. I: Sutton, R. *Green Roofs Ecosystems*. Nebraska: Springer.
- Cornelissen, G., Martinsen, V., Shitumbanuma, V., Alling, V., Breedveld, G., Rutherford, D., Sparrevik, M., Hale, S., Obia, A., Mulder, J. (2013). Biochar effect on maize yield and soil characteristics in five conservation farming sites in Zambia. *Agronomy*. Vol. 3, ss. 256–274.

- Dunnett, N. (2019). *Naturalistic Planting Design: the essential guide*. Great Britain: Filbert Press
- Dunnett, N., Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs and living walls*. Portland: Timber Press
- Dunnett, N., Nagase, A. (2010). Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 97. Ss. 318-327.
- Dunnett, N., Nagase, A., Booth, R., Grime, P., (2008). Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments. *Urban Ecosystems*. Vol. 11, ss. 1–14.
- Farrell et al. (2019) Optimising green roof substrate weight and water retention using biochar. *Nova tech*. University of Melbourne.
- Fransson, A., Jönsson Belyazid, U., Malmberg, J., Paulsson, M. (2019). Biokol – det nya svarta i gröna klimatskal. *Bygg och teknik*. Vol. 4.
- Fransson, A., Jönsson Belyazid, U., Malmberg, J. (2019). Biokol – en forntida resurs med framtida utvecklingsmöjligheter. *Gröna fakta*. Vol. 3.
- Friedman, A. (2012). *Fundamentals of sustainable dwellings*. Washington DC: Island press.
- Gaunt, J., Lehmann, J., 2008. Energy balance and emissions associated with biochar sequestration and pyrolysis bioenergy production. *Environmental Science & Technology*. Vol. 42, 4152-4158.
- Hartig et al. (2011). Health benefits of nature experience: Psychological, social and cultural processes. I: Nils-son et al (red.) *Forests, Trees and Human Health*. Springer Netherlands. S. 127-168.
- Lee, K. (2014). *The role of green roof views in attention restoration and work performance*. Diss. The University of Melbourne.
- Kaplan, R. (2001). The nature of the view from home psychological benefits. *Environment and Behavior*. Vol. 33. S. 507–542
- Kendal, D., Williams, K., Williams, N. (2012). Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. *Landscape Urban Planning*. Vol. 105. S.34–42
- Kingsbury, N., Oudulf, P. (2013). *Planting – a new perspective*. Portland: Timber Press
- Kim, R., Rafiq, M., Shafique, M. (2018). Green roofs benefits, opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 90
- Krull, E., Lopez-Capel, E., Bol, R., Sohi, S. (2009). *Biochar, climate change and soil: A review to guide future research*. CSIRO Land and Water Science Report 05/09.
- Ksiazek-Mikenas, K., Köhler, M. (2018). Traits for stress-tolerance are associated with long-term plant survival on green roofs. *Journal of Urban Ecology*. Ss. 1-10. Doi: 10.1093/jue/juy016
- Kuoppamäki, K., Levhävirta, S. (2016). Mitigating nutrient leaching from green roofs with biochar. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 152, ss. 39-48
- Lambrinos, J. (2015). Water Through Green Roofs. I: Sutton, R. *Green Roofs Ecosystems*. Nebraska: Springer.
- Lee, K., Williams, K., Sargent, L., Farrell, C., Williams, N. (2014). Living roof preference is influenced by plant characteristics and diversity. *Landscape Urban Planning*. Vol. 122. S. 152–159

- Liu, J., Schulz, H., Brandl, S., Miehtke, H., Huwe, B., Glaser, B., (2012). Short-term effect of biochar and compost on soil fertility and water status of a Dystric Cambisol in NE Germany under field conditions. *Soil Science*. Vol. 175. Ss. 698–707.
- Lundholm, J. Williams, N. (2015). Effects of Vegetation on Green Roofs Ecosystem Services. I: Sutton, R. *Green Roofs Ecosystems*. Nebraska: Springer.
- Malmberg et al. (u.å.) *Biokol i gröna klimatskal*. Malmö: Scandinavian Green Roof Institute. Tillgänglig: <https://greenroof.se/wp-content/uploads/final.pdf> (2020-01-16)
- Marris, E., 2006. Black is the new green. *Nature*. Vol. 442, ss. 624-626.
- Månsson, H. et al. (2017). Betong, Isolering och Tätskikt. I: *Grönataktandboken*. Vinnova.
- Pettersson Skog, A. et al. (2017). Växtbädd och vegetation. I: *Grönataktandboken*. Vinnova. Tillgänglig: <https://gronataktandboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronataktandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf>
- Rainer, T. West, C. (2015). *Planting in a post-wild world: Designing plant communities for resilient landscapes*. Portland: Timberland press.
- Rest till bäst, (2019). *Biokol till växtodling*. [Video]. Tillgänglig: <https://biokol.org/webbforelasningar/> (2019-11-15)
- Rest till bäst, (2019). *Biokol i jord*. [Video]. Tillgänglig: <https://biokol.org/webbforelasningar/> (2019-11-18)
- Rest till bäst, (u.å.). *Om projektet*. Tillgänglig: <https://biokol.org/om/> (2020-03-07)
- Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, S. Fifita, P. Forster, V. Ginzburg, C. Handa, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, L. Mundaca, R. Séférian, and M.V.Vilariño, (2018). *Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- Scandinavian Green Roof Institute, (u.å.). *Om gröna tak*. Tillgänglig: <https://greenroof.se/om-grona-tak/> (2020-01-03)
- Schulz, H., Glaser, B., (2012). Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Soil Science*. Vol. 175. ss. 410–422.
- Speak, A. Rothwell, J. Lindley, S. Smith, C. (2013). Reduction of the urban cooling effects of an intensive green roof due to vegetation damage. *Urban Climate*. Vol 3. s. 40–55
- Spokas K., Cantrell K., Novak J., et al. (2011). Biochar: synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 41, ss. 973–989.
- Sutton, R. (2015). Green roofs ecosystems. *Ecological studies*. Vol. 223.
- The Green Roof Centre. (2011). *Green Roof Guide*. The Green Roof Centre: University of Sheffield. Tillgänglig: [www.greenroofguide.co.uk](http://www.greenroofguide.co.uk)

van den Berg, A., Koole, S., van der Wulp, N. (2003). Environmental preference and restoration: (how) are they related? *Environmental Psychology*. Vol. 23. S. 135–146

VegTech. (u.å.). *Sedumtak och gröna tak*. Tillgänglig: [https://www.vegtech.se/hem/?gclid=CjwKCAiAyeTxBR-BvEiwAuM8dnXzdFmUxbbVX9WFO1W8qF7YAnGQOFpGSvFJreKg3zJqQGtzdkKGfDBoCQu8QAvD\\_BwE](https://www.vegtech.se/hem/?gclid=CjwKCAiAyeTxBR-BvEiwAuM8dnXzdFmUxbbVX9WFO1W8qF7YAnGQOFpGSvFJreKg3zJqQGtzdkKGfDBoCQu8QAvD_BwE) [2020-02-05]

Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: a critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 57

Weather & Climate.t 2019. *Climate and average monthly weather in Nanjing (Jiangsu), China*. Tillgänglig: <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,nanjing,China> (2019-11-18)

## **OPUBLICERAT MATERIAL**

Ann-Mari Fransson, docent i växtekologi, lärare på SLU, mejlkontakt 2020-01-27

Bergquist, L. Hellman, J. Malmberg, J. (2019). *Biokol i lättviktssubstrat för ängsvegetation på tak*. Opublicerat manuskript. Malmö: Scandinavian Green Roof Institute.