

## GRÖNA TAK

Teori och kunskap som utprövas på Galleri Oslo

## GREEN ROOFS

Theory and knowledge that are being tested at Galleri Oslo

IDA SOLLI HANSSON

*Det är frestande att kalla taken i jordens städer för mänskligt skapade öknar, men till skillnad från våra tak är faktiskt öknar levande ekosystem. Sanningen är följaktligen ännu värre: städernas tak påminner mer om helvetet, en plats utan liv med tjärade ytor, våldsamma temperaturväxlingar, bitande vindar och en motvilja mot vatten.*

*Om man går ut på taket på huvudbiblioteket i Vancouver i Kanada, nio våningar ovanför stadens centrum, hamnar man emellertid inte i en asfaltöken utan på en prärie. Det finns nämligen en gräsmark uppe bland molnen (Klinkenborg, 2009, s. 43).*

# FÖRORD

Hur takytor kan användas för att skapa gröna områden har länge intresserat mig. I många städer är det ett stort problem att byggnadsmassorna är för koncentrerade vilket resulterar i hårt utnyttjade stadsrum där det sällan finns utrymme för att etablera nya grönområden. Detta påverkar människans hälsa och miljön negativt.

Gröna tak är idag ett aktuellt tema, med många fördelar. Enligt min mening anläggs det för få gröna tak i Norge.

På Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås undervisas det lite om gröna tak och min uppfattning är att det finns relativt lite kunskap om temat här till lands jämfört med många andra länder som till exempel Tyskland. Jag såg därför denna uppgift som en möjlighet att studera temat på egen hand.

Jag kom tidigt i processen i kontakt med Daniel Molin, klimatrådgivare, på Akershus fylkeskommune. Molin är intresserad av att lära sig mer om gröna tak eftersom han ser att det är ett tema som blir allt vanligare. Han önskar också att se på möjligheterna av att anlägga ett grönt tak på delar av Galleri Oslo, Oslo bussterminal, för att sedan gå vidare med projektet i Akershus fylkeskommune. Molins vision är att genom detta projekt också uppmärksamma gröna tak mer i Akershus. Vi inledde ett samarbete som resulterat i denna uppgift.

Denna masteruppgift är skriven vid Institutt for

landscapsplanlegging ved Universitetet for miljø- og biovitenskap, UMB, under våren 2010. Jag önskar att utträta ett stort tack till min handledare Ingrid Merete Ödegård för hennes engagemang och kunskap och för att hon alltid har ställt upp och kommit med många bra förslag och synpunkter. Jag vill också tacka alla andra som har engagerat sig och hjälpt mig under arbetets gång samt Akershus fylkeskommune som har sponsrat tryckningen och korrekturläsare Unni Solli.

Ås, 12 maj 2010

Ida Solli Hansson

Illustration 1. Grönt tak på ett bostadshus på Manhattan i New York.

Illustration 2. Vild blomsteräng på ett bostadshus i London.



# SAMMANFATTNING

## ABSTRACT

På grund av att dagens städer förtätas och expanderar på en och samma gång, vilket går på bekostnad av de urbana och naturliga grönområdena, har gröna tak blivit ett allt mer aktuellt tema. Genom att lägga gröna områden på byggnaders tak kan städerna få fler grönområden.

Uppgiftens första del är en inledande del som bland annat definierar gröna tak.

I Norge har vi inte kommit lika långt inom denna utveckling jämfört med många andra länder. I den andra delen av denna uppgift ser jag på och diskuterar varför vi bör anlägga fler gröna tak här till lands. Förlusten av gröna områden i städerna påverkar både miljön och vårt välbefinnande negativt. Taklandskapet kan aktivt användas för att ge städerna ett större utbud av gröna områden. Fördelarna med gröna tak är avsevärt fler jämfört med nackdelarna och utmaningarna. Gröna tak bör därför användas i mycket större omfattning för att skapa grönare städer.

Här till lands finns det relativt lite kunskap om gröna tak jämfört med i många andra länder. De få gröna tak som vi kan hitta i Norge har ofta visat sig att vara innehållslösa och saknar vegetation, medan man i utlandet hittar många exempel på förebildliga gröna tak.

I uppgiftens nästa del ser jag på och diskuterar vilken kunskap som krävs för att utforma vällyckade gröna tak.

När ett grönt tak ska utformas måste design- teamet ha kunskap om vilka faktorer man måste ta hänsyn till och kunskap om utformningen i form av både tekniska lösningar (uppbyggnad) och design (utformning ovanpå uppbyggnaden). Jämfört med på markplan är det oftast fler faktorer som begränsar utformningen på gröna tak, men denna del visar att oerhört innehållsrika, frodiga och variationsrika gröna områden kan utformas på tak trots detta.

Det jag har lärt i denna del har jag sedan använt för att skapa ett frodigt, funktionellt, variationsrikt och iögonfallande grönt tak som visar ett brett spektrum av vegetation och material på Galleri Oslo.

Because of today's cities condense and expand at the same time, which goes at the expense of the urban and natural green areas, green roofs have become a current theme. By adding green areas on roof buildings, cities can have more green areas.

The assignment's first part is an introductory section that among other defines green roofs.

In Norway, we are less well advanced in this development compared to many other countries. In the second part of this assignment, I will look at and discuss why we should build more green roofs here. The loss of green areas in cities affects both the environment and our well-being negatively. The roof landscape can actively be used to give cities a greater range of green areas. The benefits with green roofs are significantly more compared to the drawbacks and challenges. Green roofs should therefore be used in much larger scale to create greener cities.

There is relatively little knowledge about green roofs here compared to many other countries. The few green roofs that we can find in Norway have often proved to be empty and with little vegetation, while we abroad can find many examples of exemplary green roofs. In the next part of the assignment, I look at and discuss the skills required to design successful green roofs. When a green roof is to be designed the design-team must have knowledge about what factors should be taken into account and understanding of design in the form of both technical solutions (construction) and design (design on top of construction). Compared with the ground level, it is usually more factors that limit the design, but this shows that some incredibly rich, lush and variability green spaces can be designed nevertheless this.

What I have learned in this part, I take with me to create a lush, functional, varied and eye-catching green roof that displays a wide range of vegetation and materials at Galleri Oslo.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

3	Förord		
4	Sammanfattning		
4	Abstract		
	<b>DEL 1 INLEDANDE DEL</b>		
8	Inledning		
	Mål, problemställningar, uppgiftens uppbyggnad, metod, språk och definition av gröna tak		
	<b>DEL 2 VARFÖR BÖR VI ANLÄGGA FLER GRÖNA TAK I NORGE?</b>		
14	Introduktion		
15	Historia		
16	Fördelar med gröna tak		
	Gröna tak kan komplimentera grönområdena på markplan, gröna tak har positiv inverkan på människan och gröna tak har positiv inverkan på miljön		
25	Nackdelar med gröna tak		
	Pris, tillgänglighet, läckage, brandrisk och underhåll		
26	Utmaningar med gröna tak		
	Sprida kunskap om gröna tak, skapa frodiga, vackra och användbara gröna tak och intensiva gröna tak kräver mycket av konstruktionen		
27	Konklusion		
	<b>DEL 3 VILKEN KUNSKAP KRÄVS FÖR ATT UTFORMA VÄLLYCKADE GRÖNA TAK?</b>		
30	Introduktion		
31	Faktorer att ta hänsyn till		
	Klimat, taklutning, vikt, bevattning och brandrisk		
36	Utformning i form av tekniska lösningar (uppbyggnad)		
			Tätskikt, isolering, skyddande lag, rotskyddande barriär, dräneringslag, geotextil, växtmedium och kritik gentemot dagens uppbyggnad av gröna tak
44	Utformning i form av design (utformning ovanpå uppbyggnaden)		
	Skala, funktion, in- och utsyn, gröna tak och solceller, terrängformer, vegetation, mönster, material, inredning, beläggning och underhåll		
61	Konklusion		
	<b>DEL 4 HUR KAN ETT GRÖNT TAK PÅ GALLERI OSLO UTFORMAS?</b>		
64	Introduktion		
65	Registrering		
	Lokalisering, historia och existerande situation		
71	Önsksningar, mål och utmaningar		
72	Koncept och överordnad idé		
73	Inspiration		
74	Illustrationsplan		
	Illustrationsplan och beskrivning av illustrationsplan		
78	Illustrationsoppriss		
82	Växtplan		
	Växtplan och beskrivning av växtplan		
84	Växtlista		
86	Teknisk plan		
	Teknisk plan och beskrivning av teknisk plan		
90	Tekniska principsnitt		
99	Grov viktberäkning		
100	Illustrationer		
104	Konklusion		
106	Ordlista		
107	Källförteckning		



# **DEL 1 INLEDANDE DEL**

INLEDNING

# INLEDNING

Att anlägga gröna ytor på tak, eller på “den femte fasaden” eller “den bortglömda fasaden” som tak också kallas, är ingen ny teknik. Tak har under lång tid använts för att skapa gröna områden. För inte så länge sedan betraktades vegetation endast som ett vackert inslag i stadsmiljön, men idag används växter också för att lösa tekniska problem, särskilt i våra sterila och tätbebyggda städer. På takytor behöver inte vegetationen inkräkta på andra funktioner i samhället samtidigt som de blir tilltalande inslag i betongdjungeln och gynnar som nämnt både miljön och människans hälsa (Veg Tech, 2009b).

## MÅL

Målet med denna uppgift är att jag vill lära mig mer om gröna tak och att Akershus fylkeskommune ska få nytta av kunskaperna. Målet är också att jag ska utforma ett realistiskt, frodigt, funktionellt, variationsrikt och iögonfallande grönt tak på delar av Galleri Oslo.

## PROBLEMSTÄLLNINGAR

Uppgiften har tre problemställningar:

1. Varför bör vi anlägga fler gröna tak i Norge?
2. Vilken kunskap krävs för att utforma vällyckade gröna tak?
3. Hur kan ett grönt tak på Galleri Oslo utformas?

Gröna tak är ett stort och brett tema och det finns

många områden att fördjupa sig inom.

Genom den första problemställningen önskar jag att läsaren ska få kunskap om vad gröna tak är och varför vi bör anlägga fler i Norge.

Valet av den andra och tredje problemställningen beror bland annat på att det finns lite norsk skriven litteratur om detta tema och att jag har inriktat mig på design- och detaljprojektering under studietiden.

Problemställning ett och två besvaras teoretiskt medan problemställning tre besvaras genom projektering. Detta är en kombinerad teoretisk- och projekteringsuppgift. Detta eftersom det ofta bland annat krävs lite annan kunskap att utforma gröna områden på tak jämfört med på markplan. Existerande tak är till exempel konstruerade för att tåla en viss mängd belastning vilket kan påverka utformningen.

Jag funderade länge på om jag skulle studera och utvärdera existerande gröna tak och ta lärdom från dessa. Eftersom det finns mer skriven litteratur om detta, både utländsk och norsk, gick jag bort ifrån denna inriktning. Till exempel granskar Hanne Pollen i sin masteruppgift *Takhager* (2000) bland annat norska existerande projekt och Amund Hareland skriver bland annat om utländska exempel i sin masteruppgift *Gröne tak og fasader som tilskott til den urbane grøntstrukturen* (2009).

## UPPGIFTENS UPPBYGGNAD

Uppgiften är uppbyggd av fyra delar. Del 1 är denna inledande del.

I del 2 och 3 besvaras problemställningarna om varför vi bör anlägga fler gröna tak i Norge och vilken kunskap som krävs för att utforma vällyckade gröna tak.

Kunskapen i del 3 ligger till bakgrund för den fjärde delen som besvarar problemställning tre om hur ett grönt tak på Galleri Oslo kan utformas.

## METOD

Formulering av problemställningarna har pågått under stora delar av processen.

Den andra och tredje delen av denna uppgift är en studie där avsikten har varit att samla litteratur om gröna tak som har relevans för problemställningarna och förhållandena här till lands. Eftersom mycket av litteraturen är från utlandet har det varit viktigt att vara kritisk eftersom till exempel de klimatiska förhållandena kan skilja mellan olika länder. Därför har jag tagit kontakt med personer inom olika kompetensområden som har kunskap om gröna tak i norska förhållanden.

Litteraturen som använts i denna studie är från böcker, publicerade artiklar, internet och muntliga samtal.

Ett mål har varit att använda många illustrationer



av gröna tak som ligger i områden som liknar till exempel de klimatiska förhållandena som vi har i Norge och för att ge läsaren inspiration.

Den fjärde delen är som nämnt en projekterande del. Olika typer av existerande gröna tak i Norge och Sverige har besökts och illustrationer från andra gröna tak har studerats för att få inspiration. Galleri Oslo har jag besökt flera gånger och ritningar, kartor och 3D modeller har jag studerat för att lära känna taket och området runt omkring. Därefter har olika former av planer, snitt och illustrationer utformats.

## SPRÅK

Jag har valt att skriva denna uppgift på svenska eftersom det är mitt modersmål. Eftersom uppgiften är skriven i samarbete med Daniel Molin på Akershus fylkeskommune och för Universitetet för miljö- och biovetenskap har jag försökt att använda enkel och lättförståelig svenska. De ord som kan vara svårförståliga står översatta i en ordlista längst bak i uppgiften.

## DEFINITION AV GRÖNA TAK

Eftersom min uppfattning är att många här till lands tror att gröna tak endast är de torvtak vi kan se på många stugor i fjällen är det viktigt att definiera och förklara vad gröna tak är.

Det finns många olika definitioner av gröna tak. Steven Peck, grundare och ordförande för organisationen Green Roofs for Healthy Cities, USA, menar att gröna tak är grundläggande för den framväxande praxisen av levande arkitektur som försöker integrera levande organiska system och organiska och livlösa byggnader, vilket resulterar i friskare och mer hållbara byggnader och samhällen. Peck definierar gröna tak som ett grönområde som skapats genom att lägga lager av växtmedium (växtjord kallas ofta växtmedium på gröna tak, vilket jag förklarar närmare längre fram i uppgiften under rubriken om växtmedium) och växter, rotskyddande barriär, dräneringsmaterial, filter och tätskikt ovanpå ett tak (Peck, 2008). Medan författarna Nigel Dunnett och Noël Kingsbury menar att ett grönt tak är ett grönområde som skapats genom att lager av växtmedium och växter har lagts ovanpå ett tak (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Eftersom uppbyggnaden av gröna tak till exempel

Illustration 3. Intensivt grönt tak på City Hall i Chicago.  
Illustration 4. Extensivt grönt tak på Life Expressions Wellness Center i Pennsylvania.



inte alltid består av en rotskyddande barriär väljer jag att definiera gröna tak mer likt Dunnett och Kingsbury jämfört med Peck. Jag tycker det är viktigt att tydliggöra att gröna taks uppbyggnad är integrerad med taket.

Min definition är:

Gröna tak är alla grönområden, det vill säga områden med vegetation, som byggts upp av olika lager där uppbyggnaden är integrerad med taket.

Det finns olika typer av gröna tak. Litteraturen delar in gröna tak i olika typer. Den tyska organisationen The German Landscape, Research, Development and Construction Society (FFL) delar i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) in gröna tak i intensiva gröna tak, enkla intensiva gröna tak och extensiva gröna tak medan Dunnett & Kingsbury i boken *Planting green roofs and living walls* (2008) delar in gröna tak i intensiva gröna tak, extensiva gröna tak och semi-extensiva gröna tak.

Min uppfattning är att det är vanligast att dela in gröna tak i intensiva och extensiva gröna tak och därför förklarar jag dessa två typer av gröna tak nedan.

### INTENSIVA GRÖNA TAK

Intensiva gröna tak förväntas oftast användas likt en traditionell trädgård (Dunnett & Kingsbury, 2008). Denna typ av gröna tak är med andra ord nästan alltid avsedda för mänskligt bruk (Peck, 2008) och kan karakteriseras av djupare växtmedium, högre kapitalkostnader, ökad

mångfald av växter och högre krav på underhåll jämfört med extensiva gröna tak (Dunnett & Kingsbury, 2008).

På grund av att växtmediumet är djupare än 15 cm kan intensiva gröna tak innehålla hela skalan av vegetationstyper, från träd och buskar till perenner och gräsmattor (Cantor, 2008).

### EXTENSIVA GRÖNA TAK

Extensiva gröna tak är som nämnt relativt nya på marknaden. Denna typ av tak är nödvändigtvis inte avsedda för mänskligt bruk, och ibland inte ens avsedda för att någon ska kunna se de. Denna typ av gröna tak betraktas att vara mer ekologiska och bärkraftiga jämfört med intensiva gröna tak på grund av att de bland annat inte behöver bevattnas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Extensiva gröna tak karakteriseras av låg vikt, låg kapitalkostnad, lågt mångfald av växter och minimalt underhållsbehov (Peck, 2008). Ett extensivt grönt tak kan beskrivas som ett grönt täcke med ett djup på växtmediumet från 2,5 till 15 cm. Växterna är perenner, vanligtvis utvalda för sin hårdighet, förmåga att växa i lite växtmedium och anpassningsförmåga till de klimatiska förhållanden som råder på taken (Cantor, 2008).

Jag har uppmärksammat att djupet på växtmediumet hos extensiva och intensiva gröna tak karakteriseras olika i olika litteraturer. Till exempel kan ett grönt tak med ett växtmedium på 20 cm karakteriseras som ett extensivt grönt tak i en litteratur och som ett intensivt grönt tak i en annan. Detta kan kanske bero på att litteraturen

KÄNNETECKEN	EKSTENSIVA	INTENSIVA
Djup på växtmedium	Högst 15 cm	Mer än 15 cm
Tillgänglighet	Ofta otillgängligt	Vanligtvis tillgängligt
Mättad vikt	Låg: 48-171 kg/m <sup>2</sup>	244-1 462 kg/m <sup>2</sup>
Mångfald av växter	Låg	Stor
Kostnad	Låg	Hög
Underhåll	Minimal	Varierar, men ofta högt

Tabellen visar några av skillnaderna mellan extensiva och intensiva gröna tak (Cantor, 2008).

bygger på forskningsrapporter som är skrivna i olika länder eller världsdelar.

Jag har valt att använda de mått på växtmediumet som Steven Cantor använder i boken *Green roofs in sustainable landscape design* (2008) som i sin tur är tagna ur en av FFL:s publikationer (se tabell på föregående sida).

### LOCK ÖVER KONSTRUKTIONER

De flesta tänker sig kanske att gröna tak är placerade uppe på taket på en byggnad ovanför markplan, men gröna tak kan också anläggas på eller nästan på markplan på underjordiska byggnadsstrukturer som till exempel parkeringshus och t-banor. Dessa gröna tak brukar kallas lock över konstruktioner och är betydligt vanligare i Norge jämfört med gröna tak placerade uppe på byggnader en bit ovanför markplan. Ofta kan dessa områden uppfattas som vanliga grönområden och de kan vara både intensiva och extensiva (Hareland, 2009). Några faktorer som till exempel de klimatiska förhållandena kan var olika på markplan jämfört med tak ovanför markplan, men principerna när ett grönt tak ska anläggas på lock är ungefär de samma jämfört med om det gröna taket ska anläggas på ett tak ovanför markplan (Olsen, 2010a).

### GRÖNA TAK OCH TAKTERRASSER

Min uppfattning är att ofta endast extensiva gröna tak betecknas som gröna tak, medan intensiva gröna tak ofta istället betecknas som takträdgårdar. Jag vill därför tydliggöra att extensiva och intensiva gröna tak är två olika

typer av gröna tak.

Samtidigt kan det enligt min mening vara svårt att skilja mellan takterrasser och takträdgårdar. En takterras är inte ett grönt tak eftersom växterna är planterade i fristående behållare som är placerade på terrassens golv (Peck, 2008). För att tydliggöra detta kan det sägas att de fristående behållarna på en takterras relativt enkelt kan flyttas eller tas bort, medan ett grönt tak är integrerat med golvet/taket och inte kan tas bort lika lätt. Områden som är en kombination av dessa, skulle jag beteckna som gröna tak.

Illustration 5. Grönområdet på Grönlands torg i Oslo ligger uppe på en konstruktion och är med andra ord ett grönt tak. Illustration 6. Takterras med växter planterade i fristående behållare på Porter house i New York.





## **DEL 2**    **VARFÖR BÖR VI ANLÄGGA FLER GRÖNA TAK I NORGE ?**

INTRODUKTION    HISTORIA    FÖRDELAR MED GRÖNA TAK    NACKDELAR MED GRÖNA TAK  
UTMANINGAR MED GRÖNA TAK    KONKLUSION

# INTRODUKTION

I denna del av uppgiften kommer jag att studera och diskutera gröna taks historia och vilka som är fördelarna, nackdelarna och utmaningarna med gröna tak.

Jag kommer inte att lägga speciellt mycket vikt på gröna taks historia även om jag anser att den är viktig att känna till för att få en förståelse för utvecklingen av gröna tak.

Det finns flera fördelar med att anlägga gröna ytor på byggnaders tak. När jag har studerat i litteraturen har jag lagt märke till att den positiva inverkan som gröna tak har på miljön används som argumentation för varför vi bör anlägga gröna tak. Den positiva inverkan gröna tak har på människan används däremot ofta inte som argumentation, även om det finns forskning som visar att gröna tak har positiv inverkan på människans hälsa. Detta beror kanske på att det är lättare att mäta hur stor den positiva inverkan är på miljön, till exempel hur mycket vattenavrinningen minskar med gröna tak. Det är däremot svårare att mäta den positiva inverkan gröna tak har på människan. Självt anser jag att inverkan på människan är viktig och kommer därför att använda detta som argumentation för varför vi bör anlägga fler gröna tak i Norge.

Att diskutera nackdelar och utmaningar svarar inte direkt på problemställningen om varför vi bör anlägga fler gröna tak i Norge, men jag vill belysa dessa för att göra läsaren uppmärksam på att fördelarna med gröna tak är betydligt fler.

När jag har besvarat denna problemställning har jag bland annat använt *Vegetationsteknik* (2009b). Jag är medveten om att Veg Tech är ett företag som säljer och önskar att sälja så mycket produkter och kompletta systemlösningar som möjligt inom gröna tak. Jag har därför varit extra källkritisk gentemot denna information.

Illustration 7: Grönt tak på en byggnad i Lökken centrum i Tröndelag.



# HISTORIA

Gröna tak är inget nytt fenomen, takträdgårdar har nästan existerat sedan tiden började registreras.

Den första kända historiska referensen till gröna tak ser ut att vara Ziggurats, tempeltorn, som byggdes i dagens Iran omkring 2100 f.Kr. - 550 f.Kr. Tempeltornen hade avtrappande pyramidform med träd- och buskplanteringar.

De kanske mest kända gröna taken är Babylons hängande trädgårdar som ska ha byggts omkring 600 f.Kr. Det finns inga säkra bevis på att dessa trädgårdar har existerat, men trots detta förblir de kanske de mest kända trädgårdarna i historien (Osmundson, 1999).

Två moderna förespråkare för gröna tak är arkitekterna Le Corbusier (1887-1965) och Frank Lloyd Wright (1867-1959). De designade båda byggnader som inkorporerade tak som funktionella ytor. Le Corbusier såg på byggnadernas tak som en möjlighet att utnyttja städernas areal effektivt genom att göra dessa ytor gröna, medan Wright använde gröna tak som ett redskap för att integrera byggnader med landskapet runt omkring (Peck, 2008).

Vegeterade tak har varit en tradition i Europa under hundratals år. I Norge har vi en lång tradition med torvtak. På de tidigaste torvtaken fungerade björknäver som ett bra tätskikt eftersom björknäver håller tätt och ruttnar långsamt. Två problem med nävern var att de antändes lätt och att de rullade ihop när de torkade. För att hålla på plats nävern och för att

motverka att de rullade ihop lades därför grästuvor uppe på taken i två lager. På grund av den stora brandfaran med gnistor från skorstenen kunde endast tuvor med jord med lite organiskt material användas (Veg Tech, 2009a). Traditionen med att plantera växter på taket kom efter hand. Till en början planterades speciellt torktåliga växter som taklök och sedumvegetation på grund av att deras rötter har en förstärkande effekt på jordlagret och de har en förmåga att skydda mot brand på grund av bladens förmåga att hålla sig saftfulla också under torra perioder (Nyström, 2010). Traditionella torvtak byggs fortfarande i Norge, men idag huvudsakligen på grund av estetiska skäl (se illustration 7) (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Bekymringar över försämrad livskvalitet i stadsmiljön och den snabba minskningen av gröna ytor i intensivt utvecklande städer under 1960-talet resulterade i ett förnyat europeiskt intresse för konceptet om gröna tak, framför allt i Tyskland och Schweiz.

Termerna extensiva och intensiva gröna tak skapades i Tyskland under 1970-talet. Medan intensiva gröna tak har en lång historia var det inte förrän under denna tid som den tyska botanisten Reinhard Bornkamm la grunden för utvecklingen av systemet för extensiva gröna tak (Peck, 2008).

Fram till 1980-talet hade man avsevärda tekniska svårigheter med att konstruera byggnader med gröna tak som inte utsattes för vattenläckage och trädrotter som trängde igenom tätskiktet

(Dunnett & Kingsbury, 2008). Bland annat den allt starkare miljö rörelsen i Tyskland under 1980-talet kombinerat med trycket på miljöfrågor, så som dagvattenhantering, blev bakgrunden till betydande framsteg inom temat gröna tak (Peck, 2008).

Historien om gröna tak är långt ifrån fullständig. Det finns fortfarande många nya områden att skapa kreativa lösningar på hur ett naturligt levande system kan integreras med livlösheten på moderna byggnader (Peck, 2008). Tyskland har fram till nu stått för stor del av utvecklingen. De ligger långt framme inom detta område, medan gröna tak fortfarande nästan är ett helt nytt och okänt tema här till lands. Jag hoppas att vi i framtiden kommer vara en större del av forskningen och utvecklingen av gröna tak.

# FÖRDELAR MED GRÖNA TAK

## GRÖNA TAK KAN KOMPLIMENTERA GRÖNOMRÅDENA PÅ MARKPLAN

### FÖRTÄTNING

Definitionen av förtätning ser ut på följande sätt i *St.meld. nr. 31 frå 1992-93 Den regionale planleggingen og arealpolitikken* på s. 71: *Fortetting omfatter all byggevirkksomhet innenfor dagens tettstedsgrense som fører til høyere eller mer effektiv arealutnyttelse. Fortetting kan anta en rekke ulike former som spenner fra innredninger av loft til bolig og over til store saneringsprosjekter. Tettstedsgrensen er definert gjennom Statistisk Sentralbyrås Folke- og boligtellinger (se SSB's kommunehefter)* (Guttu & Thorén, 2009, s. 4).

Som nämnt var en stor anledning till att det började byggas fler gröna tak i bland annat Tyskland på 1960–80-talet att städerna förtätades. Förtätningen resulterade i färre gröna ytor, försämrad livskvalitet och hade en negativ inverkan på miljön (Peck, 2008).

Norge startade att förtäta sina städer senare jämfört med många andra länder. Detta är kanske en av anledningarna till att det inte finns fler gröna tak här till lands. *Stortingsmelding nr. 31 frå 1992-93 om Den regionale planleggingen og arealpolitikken anbefaler fortetting som strategi for utbygging av byer og tettsteder* (Guttu & Thorén, 2009, s. 1).

Den viktigaste anledningen till att vi satsar på förtätning som strategi idag är för att utveckla

bärkraftiga städer. Genom att areal innanför utbyggda områden utnyttjas mer effektivt kan både den lokala och globala miljön belastas mindre. En förtätad stad resulterar bland annat i mindre transport som i sin tur resulterar i mindre föroreningar och naturen runt kan hållas fri från bebyggelse och istället fungera som rekreatjonsareal (Guttu & Thorén, 1998).

Förtätning innebär också problem. Jon Guttu och Anne-Karine Halvorsen Thorén skriver i *Fortett med kvalitet* (1998), att om vi inte satsar på bra kvalitet i förtätningen av städer kan vi bland annat stå i fara för att bygga ned områden med naturvärden och områden för lek och uppehåll. Förtätade städer bidrar också till en del miljöproblem på grund av bland annat föroreningar och högt energiförbruk. Guttu och Thorén påpekar att sättet vi använder våra arealer på kan skärpa eller bidra till att lösa dessa problem.

Det är helt klart de hårda ytorna som dominerar i många av Norges städer. Det finns relativt få gröna områden i de tätbebyggda städerna och där det finns arealer som hade kunnat vara gröna används områdena ofta istället till exempel till parkering. Där vi har skapat gröna områden har vi ofta varit dåliga på att skapa bra utomhusareal. I exempelsamlingen *Fortett med vett* (2008) har 27 stycken bostadsprojekt värderats i Trondheim, Bergen, Stavanger och Kristiansand på jakt efter bra och förebildliga utomhusareal. Resultatet av undersökningen var enligt författarna Jon Guttu

och Lene Schmidt nedslående eftersom de endast vill beteckna tre projekt som förebildliga, ett av dessa projekt är Bassengtomba i Trondheim som ligger på lock.

Studier och erfaringar visar att förtätning av städer kan komma i konflikt med mål om bra utomhusareal och att detta går ut över områdenas kvalitet. Bristen på areal resulterar i att områdena ofta blir trånga, skuggfulla och lite ägnade för uppehåll och lek och undersökningar visar att de används lite på grund av att man känner sig övervakad från byggnaderna runt omkring (Guttu & Schmidt, 2008). Jag skulle tro att förtätning också resulterar i ett stort tryck på befintliga grönområden.

Bristen på areal i dagens tätbebyggda städer är stor och många av utomhusarealerna är dåligt planerade. Jag anser därför att vi bör utnyttja städernas byggda överflator i större grad, genom att till exempel lägga gröna områden på takytor. När jag pratar om gröna tak i detta sammanhang pratar jag både om extensiva och intensiva gröna tak. Extensiva gröna tak är oftast inte tillgängliga för människan och har därför störst positiv inverkan på miljön, medan intensiva gröna tak kan innehålla nästan alla beståndsdelar som ett område på markplan och skapa användbara utomhusarealer.

Bård Isdahl, projektledare för stadsutveckling i Norsk form, menar i sin rapport *På taket i gården i parken* (2007) att gröna tak fungerar för mindre



barn och vuxna, men dåligt för barn i skolåldern bland annat på grund av deras behov för arealkrävande lek. Han anser att gröna tak inte täcker de krav som till exempel den norska lagstiftningen och föräldrar ställer på vägnar av barnen.

Detta finns det delade meningar om.

Landskapsarkitekt Christine Gjermo, hos Agraff AS i Trondheim, håller inte med Isdahl och menar att det finns flera fördelar med att anlägga gröna tak på till exempel skolbyggnader. Skolgården kan till exempel då stängas för obehöriga och området blir mindre utsatt för vandalism samtidigt som det kan bjuda in till många spännande pedagogiska metoder med anknytning till vatten och vegetation (Hansen, 2009).

Det är viktigt att påpeka att intensiva gröna tak inte kan lösa problemet med bristen på bra utomhusareal i dagens förtätade städer. Precis som Bård Isdahl anser att takterrasser inte ska ersätta grönområden på markplan (Isdahl, 2007) anser jag att gröna tak inte heller ska ersätta dessa områden. De ska vara ett komplement till dessa. Det finns fler utländska förebilder på hur gröna tak kan komplimentera utomhusareal på markplan och vara med på att lösa några av de förtätade städernas miljöproblem. I Malmö i Sverige vill de inte bygga vidare utåt åkrarna och istället förtätar de grönskan i staden. De önskar att skapa kvalitetsgrönska i den miljön som redan finns och för att lyckas med detta anlägger de bland annat gröna tak. Västra hamnen är ett av de områden i Malmö där nytänkande inför framtiden

redan har blivit verklighet (Törnberg, 2009).

Precis som med grönområden på markplan är det viktigt att anlägga gröna tak med bra kvalitet. Det finns annars en risk att dessa områden kommer användas i liten grad. Utmaningen för alla involverade består av att skapa intensiva gröna tak som är frodiga, vackra och användbara för både barn och vuxna samt tar vara på behovet för fysisk aktivitet. Vi har förebilder på detta i utlandet. Tekniken finns och vi har det kapital som krävs, men för att börja anlägga fler gröna tak tror jag att vi måste börja se på staden med nya ögon och tänka på ett nytt sätt. Min uppfattning är att det för många verkar onaturligt att anlägga gröna områden på byggnaders tak.



Illustration 8. Grönare städer resulterar i städer med bättre miljö och friskare invånare.

Illustration 9. Bassengtomt i Trondheim.

## GRÖNA TAK HAR POSITIV INVERKAN PÅ MÄNNISKAN

Det estetiska, vetenskapen om det sköna, de sociala fördelarna som gröna tak ger samt gröna taks förmåga att påverka människors hälsa positivt, är inte de främsta skälen till varför gröna tak anläggs. Detta är istället aspekter som betraktas som bonus (Klinkenberg, 2009).

### ESTETIK

Vad det gäller estetik har flera studier visat att en grön och avkopplande miljö har stor betydelse för människors välbefinnande. Närheten till grönska och natur är känd för att vara betydande och omfattar stressreducering, sänkt blodtryck och ökar positiva känslor (Dunnett & Kingsbury, 2008; Ulrich & Simson, 1986). Att ha utsikt över ett grönt taklandskap från bostaden eller kontoret ger mer positiv energi jämfört med om taklandskapet inte vore vegeterat (Veg Tech, 2009b).

### DET SOCIALA

Utevistelse främjar det sociala livet och ensamhet motverkas. Intensiva gröna tak i bostadshus förenar grannar och i samband med kontorsbyggnader tillhandahåller gröna tak en plats där anställda kan umgås mer avslappnat (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### HÄLSA

Hälsa är ett begrepp som kan definieras på många olika sätt. Världshälsoorganisationen, WHO, definierar hälsa som *högst möjliga välbefinnande*,

*fysiskt, andligt, psykiskt och socialt och ej enbart i frånvaro av sjukdom* (Zettersten, 2007).

Uppfattningen om att rekreation hjälper mot ohälsa är gammal, redan romarna såg behovet av gröna parker i staden. Gröna områden ger oss bland annat möjlighet till upplevelse, avkoppling och olika former av aktiviteter.

Under de senaste decennierna har samband mellan människors vana att vara ute i gröna områden och minskad risk för att drabbas av sjukdomar som bland annat stress, hjärtproblem och fetma också upptäckts (Persson, 2009). Trots att vi idag lever längre är vi mer sjuka och trots att vi är medvetna om sambandet som nämnt ovan är det sjukdomar relaterade till stress och stillasittande som ökar (Zettersten, 2007). Detta visar att vi rör oss allt mindre och troligtvis också spenderar mindre tid utomhus. Om detta endast beror på bristen på många och bra utomhusareal i städerna är svårt att avgöra bland annat eftersom vi har ett annat levnadssätt nu jämfört med förr, men någon form av inverkan tror jag det har.

Närheten till naturen påverkar som nämnt vårt välbefinnande. Barn kan utvecklas bättre, få ökad koncentrationsförmåga och uppmärksamhet och äldre håller sig friskare. Vuxna människor påverkas också positivt av gröna områden då de ger möjlighet till avkoppling och återhämtning

Illustration 10 och 11. Det är stor skillnad att se ner på ett grönt tak jämfört med att se ner på ett tak utan vegetation.



från dagens stressiga vardag (Jensen, 2008). Gröna områden är inte bara en förebyggande faktor för vår hälsa, men undersökningar har också visat att vi tillfrisknar fortare i områden med grönska. Det är därför positivt att till exempel sjukhus och äldreboenden ligger i nära anknytning till gröna utomhusarealer. Genom att utveckla kopplingen mellan grönska och hälsa skulle folkhälsan med andra ord kunna ökas (Andersson, 2009).

#### Växtlighet dämpar buller

Människan styr sin omgivning med hjälp av hörseln. Eftersom det ur ett hälsoperspektiv är viktigt att ha en anständig sömn kan bullerstörningar orsaka allvarliga konsekvenser på vår hälsa, så som stress och försämrad koncentrationsförmåga.

Omkring 20 % av Europas befolkning utsätts för oacceptabla bullernivåer. Undersökningar visar att kostnaden för buller i det svenska samhället uppskattas till 150 miljoner varje år (Lagström, 2004).

De hårda ytorna i dagens städer tenderar att reflektera ljud snarare än att absorbera det. Däremot absorberar gröna tak ljud och fyller därför en viktig funktion i miljöer med höga ljudnivåer. Växtmediumet tenderar att blockera lägre ljudfrekvenser medan växter tenderar att blockera de högre ljudfrekvenserna (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Decibel, dB, är ett mått för ljudets styrka. En

fördubbling av ljudstyrkan innebär en ökning på 3 dB, vilket medför en knappt hörbar förändring i ljudnivån. För att vi ska uppleva en fördubbling av ljudnivån krävs en ökning med 10 dB (Miljöförvaltningen, 2008).

Undersökningar vid Malmö Universitet i Sverige har visat att man med gröna tak får en genomsnittlig bullerreduktion i de underliggande lokalerna med 6 dB jämfört med tak utan vegetation (Veg Tech, 2009b).

Det är ingen tvekan om att buller är ett stort problem i dagens tätorter, och troligtvis kommer problemet att växa i takt med att städerna förtätas ytterligare. Gröna tak absorberar inte bara ljud. När man befinner sig uppe på det gröna taket befinner man sig längre ifrån de flesta ljudkällor jämfört med på markplan.

Grönska och gröna tak har en positiv inverkan på vår hälsa på flera sätt. Jag tror kanske inte att gröna tak har en lika stor positiv inverkan på vår hälsa som naturliga grönområden. Den har en inverkan och jag anser därför att byggnaders tak effektivt ska användas för att införa fler gröna områden i städerna.

Illustration 12 och 13. På Schwab Rehabilitation Hospital i Chicago finns en terapeutisk takträdgård främst för sjukhusets patienter, men också för de anställda.



## GRÖNA TAK HAR POSITIV INVERKAN PÅ MILJÖN

### GRÖNA TAK ÄR BRA FÖR BYGGNINGEN

I städerna finns flera källor som producerar oönskade mängder växthusgaser. Produktionen av växthusgaser skulle kunna sänkas genom att sänka byggnaders energiförbruk. Gröna tak isolerar byggnader. Under varma perioder motverkar avdunstningen från vegetationen uppvärmning av lokaler, under kallare perioder ger det gröna taket en isolering gentemot avkylning och dessutom skyddar gröna tak byggnadens ytterskal mot vindavkylning. Detta resulterar i att energibehovet minskas vilket i sin tur leder till att utsläppet av växthusgaser reduceras (Veg Tech, 2009b).

Environment Canada har gjort en studie som visar att om 6 % av Torontos takytor blev gröna skulle stadens utsläpp av växthusgaser minska med 2.4 miljoner ton per år (Veg Tech, 2009b). Jag vill påpeka att detta är en utländsk undersökning. Jag har inte kunnat hitta liknande utredningar utförda här till lands. Om samma åtgärder gjordes här skulle inte det betyda att resultatet blev det samma på grund av att vi till exempel har ett anorlunda klimat.

Gröna tak kan också konsumera en del av överskottet av växthusgaser. Beräkningar visar att ett 10 kvadratmeter stort extensivt grönt tak tar upp lika mycket koldioxid som ett träd (Veg Tech, 2009).

Ett oskyddat tak utsätts för en kontinuerlig påverkan av regn, sol och vind. På ett grönt tak tillåts inte UV-ljuset i solstrålningen påverka tätskiktet och det utsätts därför inte för lika stora påfrestande temperaturörelser som ett tak där tätskiktet inte skyddas med vegetation. Detta resulterar i att tätskiktets livslängd fördubblas om det kläs med ett skyddande skikt av vegetation (Veg Tech, 2009b).

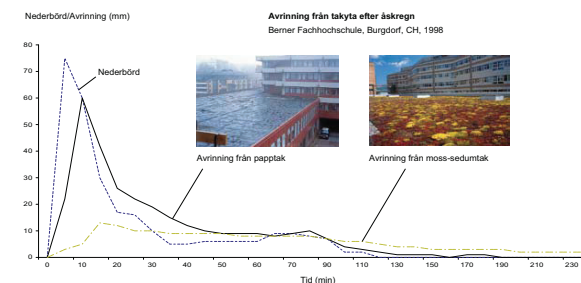
### DAGVATTENAVRINNIGEN HALVERAS

Med gröna tak reduceras och fördröjs dagvattenavrinningen. Detta tema är kanske en av de starkaste argumentationerna som används för att vi ska anlägga gröna tak.

Tak representerar idag en stor del av ogenomträngliga ytor i urbana områden. När det regnar på ett vanligt tak avleds vattnet direkt till anslutande dagvattensystem och därifrån vidare till mottagande vattendrag utan att absorberas, infiltreras eller nästa inte saktas ned (Veg Tech, 2009b). Ett grönt tak fungerar som en äng, det absorberar och filtrerar vattnet, hämmar flödet och behåller vattnet för senare användning och det vattnet som inte utnyttjas av växterna avdunstar gradvis från växtmediumet. På så sätt minskar risken för översvämmande avlopp, avloppets livslängd förlängs och vattnet som

Illustration 14. Vad det gäller hantering av dagvatten fungerar gröna tak som en äng.

Illustration 15. Illustrationen visar skillnaden i avrinning mellan papptak och ett extensivt grönt tak över tid.



återförs till omgivande områden är renare (Klinkenberg, 2009).

Vegetationen fungerar mest effektivt under vegetationsperioden, men också under vintern är avdunstningen av stor betydelse. Extensiva gröna tak planterade med Sedum har den positiva effekten att 50 % av det regnvatten som faller på taket avdunstar direkt utan att belasta dagvattenssystemet, vintertid är siffran 25 % och en varm sommardag 75 % (Garden Aquatic, u.å.).

### GRÖNA TAK FÖRBÄTTAR LUFTKVALITETEN

I flera av dagens städer ligger halterna av skadliga partiklar i luften på direkt hälsofarliga nivåer (Veg Tech, 2009b).

Problemet med dålig luft i städerna kan ibland ses med blotta ögat och många av oss känner skillnad av att andas in luft i en tätbebyggd stad jämfört med ute på landet.

Olika former av växtlighet kan filtrera och fastlägga en stor mängd föroreningspartiklar i luften. Det är svårt att talfästa vegetationens betydelse på föroreningsnivån, men undersökningar har till exempel visat att halten av föroreningspartiklar vid en gata som kantas med växtlighet endast är 15 % av nivån vid motsvarande gata utan vegetation (Veg Tech, 2009b).

I takt med att städerna förtätas ytterligare kommer detta problem att öka. Genom att föra in

vegetation i städerna längs bland annat gatorna, i gårdsrummen och på taken kan stadsklimatet bli bättre. Dunnett & Kingsbury skriver i boken *Planting green roofs and living walls* (2008) att det har bevisats att det räcker att göra 10-20 % av taken gröna för att avsevärt förbättra spridningen av föroreningar.

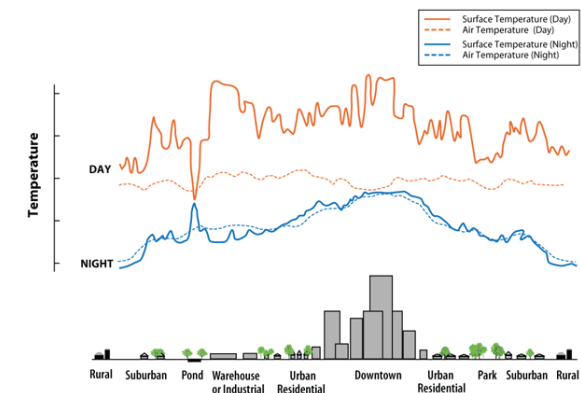
### GRÖNA TAK MOTVERKAR HETA STADSKLIMAT

I takt med att städerna utvecklas förändras landskapet. Öppna landskap med vegetation ersätts med byggnader och infrastruktur. Ytor som tidigare var permeabla och fuktiga har blivit ogenomträngliga och torra. Dessa förändringar resulterar i att städerna blir varmare jämfört med områden utanför städerna, detta fenomen brukar kallas Heat Island-effekt (U.S. Environmental Protection Agency, 2009). I takt med att den globala uppvärmningen och urbaniseringen fortsätter kommer troligtvis Heat Island-effekten att öka.

Heat Islands skapas när mörka och ogenomträngliga ytor absorberar värmeenergi (Chrisman, 2005). På varma sommardagar kan exponerade urbana ytor, till exempel tak, vara 27-50°C varmare än lufttemperaturen, medan tak som ligger i skugga eller i mer lantliga miljöer har en temperatur nära lufttemperaturen. I städerna

Illustration 16. Illustrationen visar smogbildning i Los Angeles. Utanför stadskärnan där det finns mer vegetation ser man att luften är renare.

Illustration 17. Tabellen visar temperaturändringar dag och natt i och utanför städerna.



kan lufttemperaturen vara 1-3°C varmare jämfört med utanför dem. Den största skillnaden i lufttemperaturen finner man efter solnedgång, när den urbana infrastrukturen har frisatt värme. Då kan skillnad i och utanför städerna vara så stor som 12°C (U.S. Environmental Protection Agency, 2009).

Jag tror de flesta av oss är medvetna om att den globala uppvärmningen bland annat leder till att korallreven bleknar och att isen smälter på Antarktiskt. Jag tror färre är medvetna om de negativa följder förhöjda temperaturer har på vår hälsa och på miljön i städerna. Varma dagar och nätter kan tillsammans med höga luftföroreningar till exempel bidra till allmänt obehag, andningssvårigheter, utmattnings och värmeslag (U.S. Environmental Protection Agency, 2009). Till exempel har värmeböljorna i Europa under 2003 och 2006 fått ökat antal döda, speciellt bland äldre människor. Den förhöjda nattetemperaturen i städer har fått skulden för detta (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Den förhöjda temperaturen i städerna innebär också bland annat högre bruk av energi för att kyla ner byggnader och ökad produktion av marknära ozon. Dessutom ställer snabba temperaturväxlingar krav på tätskiktets förmåga att klara av termiska rörelser (Veg Tech, 2009b).

Att anlägga gröna tak är en metod att minska temperaturhöjningen i städerna. Gröna tak har större reflektionsförmåga jämfört med tak utan vegetation och är planterade med växter som

kylar luften. Den instrålade solenergin omsätts i växterna delvis till att avdunsta vatten. Med sin avdunstning bidrar växterna till att höja luftfuktigheten och sänka temperaturen i den annars torra och varma stadsluften (Veg Tech, 2009b). Till exempel kan ett vanligt tak uppnå en temperatur på 70° C en sommardag, medan ett grönt tak sällan överstiger 25° C (Chrisman, 2005). Vid universitetet i Manchester har det bevisats att en ökad andel gröna områden i staden kan sänka den genomsnittliga temperaturen med upp till 4°C. Denna temperaturminskning motsvarar omkring den förutspådda temperaturökningen som den globala uppvärmningen ger fram till 2080 (Veg Tech, 2009b). Också här önskar jag att påpeka att detta är en utländsk undersökning. Samma åtgärder här till lands behöver inte ge samma resultat.

Gröna tak kan med andra ord användas för att mildra de effekter som fruktas bli följden av den globala uppvärmningen.

#### DEN BIOLOGISKA MÅNGFALDEN FRÄMJAS

Begreppet biologisk mångfald definieras som *variationsrikedomen bland levande organismer av alla ursprung, inklusive från bland annat landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem och de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom*

Illustration 18. Gröna tak kan vara habitat och skapa nischer. Illustration 19. Gröna tak kan fungera som så kallade "stepping stones".



arter, mellan arter och av ekosystem  
(Konventionen om biologisk mångfald, 2007).

Tills bara för några år sedan baserade sig utformningen av gröna tak nästan helt på tekniska överväganden. Detta trots för att förespråkare till gröna tak upprepade gånger påpekat att gröna tak kan vara habitat, en miljö där en viss växt- eller djurart kan leva, vilket främjar den biologiska mångfalden (Marinelli, 2006).

Forskning har också visat att gröna tak kan skapa nischer, levnadsområde där en enskild art kan överleva och reproducera sig, för växter och djur, åtminstone för mobila arter så som till exempel fåglar (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

Gröna tak kan också skapa så kallade "stepping stones" mellan andra habitat i städerna, till exempel mellan städernas parker (Dunnnett & Kingsbury, 2008; English nature, 2003).

Det finns flera tak runt om i världen som har haft positiv inverkan på växt- och djurlivet. I Zurich i Schweiz fungerar ett 95 år gammalt levande tak som en fristad för nio lokala orkidéarter som utrotades från det omgivande landskapet när ängarna där de växte odlades upp (Klinkenberg, 2009). I San Francisco ska en av världens mest hotade fjärilsarter försöka räddas med hjälp av gröna tak. Ett grönt hustak i Basel i Schweiz, där gröna tak har blivit en viktig del av stadens strategi för biologisk mångfald, hade 79 olika arter skalbaggar och 40 olika arter spindlar. 13 av skalbaggar och sju av spindlarna står på listan

över hotade arter (Holen & Kielland, u.å.). Urbana habitat ses ofta på som allt för störda för att kunna fungera som reservoar för biologisk mångfald. Även ekologer har varit långsamma med att erkänna att städer erbjuder biologiska fördelar. Gröna tak kan kanske bevisa att de har fel (Marinelli, 2006).

I städerna försvinner allt fler grönområden på markplan vilket som nämnt påverkar den biologiska mångfalden. I många länder har man tagit detta på allvar och använder gröna tak för att främja den biologiska mångfalden. Det finns idag kanske ingen annan stadsyta som har så lite konkurrens för dess användning som taken. Här finns en stor potential för att bland annat försöka upprätthålla städernas biologiska mångfald.

#### PÅ TAK KAN LIVSMEDEL PRODUCERAS

I många städer ser man inte bara på de gröna taken som rekreationsareal utan man försöker skapa hållbara system som inom närproduktion kan förse städerna med livsmedel (Klinkenberg, 2009). På hotellet Fairmont Waterfront i Vancouver i Kanada har man under många år haft egen produktion av grönsaker, frukt, kryddörter och honung på taket. Produktionen har årligen inneburit en besparing på omkring 125 000 kronor (VegTech, 2009b).

Illustration 20. Hotell Fairmont Waterfront i Canada.  
Illustration 21. Vi kan dyrka vår egen mat på gröna tak.



I oktober 2008 stod närmare 300 människor i kö för att få en kolonilott i Oslo. Att dyrka sin egen mat har idag blivit en trend. Folk önskar att veta vad de äter och då är det bäst att dyrka maten själv.

*I Byökologisk program 2002-2014* är ett av målen att areal för kolonilotter ska öka. Flera av de nyinflyttade i Hollenderkvartalet i Oslo som sökte sig dit på grund av kolonilotten är nu oroliga. I stället för att satsa vidare på kolonilotter önskar kommunen att kanske asfaltera området (Blikstad & Kielland, 2008). Återigen resulterar bristen på areal att områden som vi önskar skulle varit gröna blir hårda ytor och får andra funktioner.

Det finns flera fördelar, än de nämnda ovan, med att producera livsmedel i städerna, bland annat minskar transportsträckorna.

Oslo har många tak som kan bli gröna och användas för matproduktion, för både företag och privatpersoner. Vem önskar inte att äta egenodlade tomater, gurkor, morötter, och jordgubbar för att nämna några av de grönsaker och frukter som går att odla på gröna tak.



# NACKDELAR MED GRÖNA TAK

## PRIS

Intensiva gröna tak är dyrare jämfört med extensiva gröna tak. Det är oerhört svårt att uppskatta kostnaden av ett grönt tak eftersom detta beror på flera faktorer. För att ge en uppskattning kan extensiva gröna tak sägas kosta 300-400 kronor per kvadratmeter medan intensiva gröna tak sägas kosta 8 000 kronor per kvadratmeter (Nystöm 2010). Även om extensiva gröna tak är relativt billiga är installeringskostanden högre jämfört med "vanliga tak" (Emmit & Gorse, 2006). Jag tror att detta är en av anledningarna till varför det inte byggs fler gröna tak i Norge idag. International Green Roof Association hävdar att de samlade kostnaderna med gröna tak kan bli mindre över tid jämfört med "vanliga tak" på grund av bland annat isoleringseffekt och att tätskiktet får ökad livslängd (Green Roof Association, 2010). Det har också visat sig att lägenheter i en byggnad med grönt tak säljs till ett högre pris jämfört med tillsvarende lägenhet i ett hus utan grönt tak (Hansen, 2009).

I princip alla existerande byggnader klarar tyngden av de lättaste typerna av extensiva gröna tak. Om det ska anläggas en tyngre typ av grönt tak kan det däremot tillkomma extra kostnader om konstruktionen måste förstärkas (Dalen, 2009).

Det är viktigt att inte endast tänka på kostnaden, men vilken positiv inverkan gröna tak har på både

miljön och oss. Det är också rimligt att tro att om fler gröna tak anläggs kommer det komma fler leverantörer på marknaden, vilket troligtvis kommer att pressa ner priserna på gröna tak.

## TILLGÄNGLIGHET

Intensiva gröna tak är ofta privata eller halvprivata. Det pågår därför en del diskussioner om det är positivt eller negativt att anlägga intensiva gröna tak på tak ovanför markplan. I *Fortett med vett* (2008) hävdar författarna Guttu och Schmidt att anlägga intensiva gröna tak ovanför markplan som blir otillgängliga för allmänheten harmoniserar dåligt med önskan om att nya bostadsprojekt ska tillföra staden kvaliteter i form av ett större register av uterum. Återigen önskar jag att påpeka att gröna tak inte ska ersätta grönområden på markplan, utan vara ett komplement till dessa. Privata och halvprivata intensiva gröna tak har också en del fördelar. Tillträdet kan kontrolleras och förbjudas och därmed vara en säkrare miljö jämfört med grönområden på markplan (Dunnett & Kingsbury, 2008).

## LÄCKAGE

Enligt Per Nyström, direktör på NyFam som arbetar med gröna tak, finns det alltid en risk med läckage på gröna tak (Nyström, 2010). Scandinavian Green Roof Association delar inte

denna mening. De menar att det inte finns någon anledning till att det skulle uppstå läckage såvida tätskiktet inte skadas när det läggs (Scandinavian Green Roof Association, u.å.).

## BRANDRISK

I litteraturen diskuteras det om brandrisken är större på extensiva och intensiva gröna tak jämfört med tak utan vegetation. Vad det gäller extensiva gröna tak planterade med fetbladsväxter är risken beräknad att vara 15-20 gånger mindre (Dunnett & Kingsbury, 2008). Till exempel planterades de traditionella torvtaken med växter med saftfulla blad för att skydda mot brand. Brandrisken är större på extensiva gröna tak som är planterade med ängsvegetation jämfört med om de skulle varit planterade med fetbladsväxter (Nyström, 2010).

Intensiva gröna tak har ofta ett bevattningssystem som resulterar i att växterna och växtmediumet inte torkar vilket minskar risken för brand (FFL, 2008).

## UNDERHÅLL

Gröna tak kräver mer underhåll jämfört med tak utan vegetation. Intensiva gröna tak kräver ofta mer underhåll jämfört med extensiva gröna tak.

# UTMANINGAR MED GRÖNA TAK

## SPRIDA KUNSKAP OM GRÖNA TAK

Jag tror kanske den största utmaningen med gröna tak i Norge är att sprida kunskap om vad gröna tak är. Det finns inte speciellt många gröna tak i Norge. Vad detta beror på är svårt att avgöra. Kanske beror det på som nämnt att städerna här till lands inte började förtätas lika tidigt som till exempel städerna i Tyskland och att vi först nu börjar få upp ögonen för konsekvenserna med förtätning. Den kanske största anledningen tror jag är att det inte finns några rättningslinjer för gröna tak här i landet jämfört med i till exempel Tyskland, Schweiz och Österrike. Där föreskriver lagen grönska på alla tak med en lutning som gör det möjligt (Klinkenborg, 2009). Till exempel i det nya förslaget av *Gröntplan for Oslo* (2009) nämns inte gröna tak. Ändamålet med denna plan är att bevara och vidareutveckla stadens grönstruktur innanför byggzonerna i en situation med stark befolkningsväxt och förtätning. Bör egentligen inte gröna tak nämnas här?

Även om det inte finns några rättningslinjer för gröna tak har Oslo kommun å andra sidan beslutat att hälften av byggnaderna i Barcode-serien, de nya höghusen i Björvika, ska ha gröna tak (Holen & Kielland, u.å.).

Gröna tak är lika ovanligt i Norge idag som det var i Chicago för sju år sedan. År 2001 var Chicagos ordförande Richard M. Daley på besök i Tyskland där han fick se olika exempel på gröna tak. Ett halvt år senare fick han byggtillåtelse att lägga ett 372 000 kvadratmeter stort grönt tak

på stadens rådhus. Daley hakade på den gröna "takvågen" och på sju år har han gjort Chicago till Nordamerikas ledande stad inom området (Holen & Kielland, u.å.).

Jag tror det är oerhört viktigt att ha en drivande kraft eller drivande krafter som sprider kunskap, ser möjligheterna med och uppmärksammar temat mer och som framför allt vågar satsa på att anlägga gröna tak.

## SKAPA FRODIGA, VACKRA OCH ANVÄNDBARA GRÖNA TAK

I Norge finns det som redan nämnt få gröna tak på byggnader ovanför markplan, men flera ligger på lock. På många av dessa areal har man haft problem med att anlägga bra utomhusarealer. Många av principerna är de samma när ett grönt tak ska anläggas på byggnaders tak ovanför markplan och när de ska anläggas på lock på eller i strax närhet av markplan. Detta visar att en stor utmaning med gröna tak, som också nämnts tidigare i uppgiften, är att utforma frodiga, vackra och användbara gröna tak. Det finns många exempel på detta utomlands som vi kan ta lärdom av. Det är med andra ord inte omöjligt att skapa bra grönområden på tak. Det kräver bara lite annan kunskap jämfört med den kunskapen som krävs för att utforma gröna områden som inte ligger på tak.

## INTENSIVA GRÖNA TAK KRÄVER MYCKET AV KONSTRUKTIONEN

Gröna tak, speciellt intensiva gröna tak, kräver mycket av konstruktionen på grund av den stora vikt de utsätter byggnaden för. I redan existerande byggnader kan konstruktionen behöva förstärkas om det skall anläggas ett grönt tak på byggnaden. Beroende på byggnadens konstruktion och funktion kan detta vara lättare eller svårt att utföra.

Det kan samtidigt diskuteras om gröna tak bör utnyttjas på alla byggnader. En del hävdar att värnade byggnader inte bör anläggas med gröna tak medan andra hävdar att gröna tak inte passar på byggnader som till exempel har en speciell arkitektonisk utformning. Jag tror det är viktigt att avgöra ifrån fall till fall istället för att säga att till exempel inga värnade byggnader ska anläggas med gröna tak.

# KONKLUSION

Våra städer expanderar och förtätas på en och samma gång samtidigt som den naturliga grönskan förvandlas till hårdgjorda ytor som betong och asfalt. Förlusten av de gröna miljöerna påverkar vårt välbefinnande och den ekologiska balansen. Att anlägga gröna tak är en metod att göra städerna grönare och bidra till en hållbarare utveckling. Det finns miljoner kvadratmeter av takytor som enkelt skulle kunna bli gröna ytor. Gröna tak kommer inte att ersätta våra skogar och slätter eller stoppa den globala uppvärmningen. Däremot kan gröna tak vara med på att mildra konsekvenserna av städernas tillväxt och utveckling.

Det är viktigt att poängtera att gröna tak inte ska användas som ett argument för att ersätta gröna områden på markplan, utan gröna tak ska komplettera dessa.

Fördelarna med gröna tak är betydligt fler än nackdelarna och utmaningarna. En del av nackdelarna som brandrisk, kan diskuteras om det verkligen är en nackdel eller brist på kunskap. Vad det gäller extensiva gröna tak planterade med fetbladsväxter är brandrisken som nämnt beräknad att vara 15-20 gånger mindre jämfört med tak utan vegetation.

Jag anser att det i Norge bör anläggas fler gröna tak och hoppas att inom kort se ett större antal gröna tak på vårt annars så monotona taklandskap.

Illustration 22. Grönt tak i New York. Empire State Building reflekteras i fönstret.

Illustration 23. Extensiva gröna tak på byggnader i Stuttgart i Tyskland.





# DEL 3 VILKEN KUNSKAP KRÄVS FÖR ATT UTFORMA VÄLLYCKADE GRÖNA TAK?

INTRODUKTION      FAKTORER ATT TA HÄNSYN TILL      UTFORMNING I FORM AV TEKNISKA LÖSNINGAR (UPPBYGGNAD)  
UTFORMNING I FORM AV DESIGN (UTFORMNING OVANPÅ UPPBYGGNADEN)      KONKLUSION

# INTRODUKTION

Gröna tak kan skilja sig starkt från varandra beroende på tekniska lösningar (uppbyggnad) och design (utformningen ovanpå uppbyggnaden).

Utgångspunkten för att konstruera ett grönt tak är den samma för alla tak, det krävs en väderbeständig yta som tål belastningen av den typ av grönt tak som önskas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

I denna del kommer jag att se på vilken kunskap som krävs för att utforma vällyckade gröna tak. Jag har tidigare i arbetet nämnt att det finns lite norsk skriven litteratur om temat och att Guttu och Schmidt i *Fortett med vett* (2008) skriver att förtätningen i dagens städer resulterar i att allt fler bostadsprojekt här till lands blir underbyggda med parkering och att det är svårt att få till bra utomhusareal på lock. De har en tendens till att bli innehållslösa och sakna vegetation.

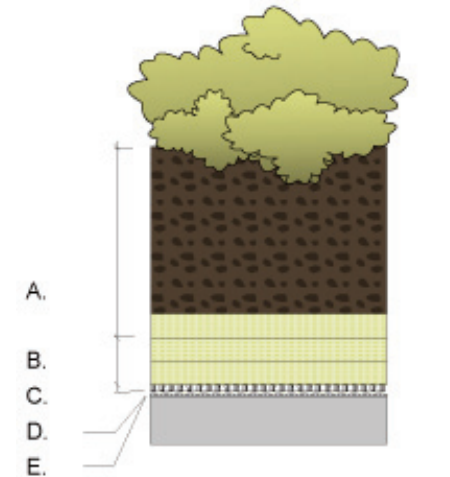
Kunskapen härifrån ska sedan ligga till grund för kommande del där jag ska utforma ett grönt tak på Galleri Oslo.

Ett vällyckat grönt tak kan se ut på flera olika sätt. På extensiva gröna tak är det viktigt att det gröna taket påverkar miljön positivt och ju synligare taket är för allmänheten ju viktigare är det med en tilltalande utformning. Ett vällyckat intensivt grönt tak ska innehålla flera funktioner. Det ska kunna användas av olika åldersgrupper och vara variationsrikt vad det gäller element och vegetation.

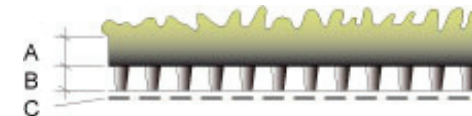
Denna del delas in i tre mindre delar. I den första delen ser jag på vilka faktorer som det ska tas hänsyn till när ett grönt tak ska utformas. I den andra delen beskriver och diskuterar jag utformningen i form av tekniska lösningar och i den sista delen ser jag på och diskuterar utformningen i form av design.

Det finns lite norsk skriven litteratur om detta tema och det finns nästan inga norska tekniska föreskrifter. Det står lite om hur uppbyggnaden kan se ut i *Byggforsk kunnskapssystemer* (2005), men när jag tog kontakt med SINTEF Byggforsk visade det sig att de egentligen inte önskar att denna information används vid utformning av gröna tak (Kon, 2010). Eftersom det inte finns några norska tekniska föreskrifter har jag istället sett på informationen som den tyska organisationen *The German Landscape Research, Development and Construction Society* gett ut i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008). Riktlinjerna används mycket utomlands och har i en del grannländer använts som en bas när gröna tak ska utformas. Riktlinjerna innehåller grundläggande krav och principer. Jag har också sett på annan utländsk litteratur som omtalar detta tema.

Ett tak utan vegetation består vanligtvis av ett tätskikt och inga lag ovanför detta. Illustrationerna ska ge en förståelse för hur ett grönt taks uppbyggnad kan se ut. Illustration 24. Veg Techs uppbyggnad av gröna tak när det ska planteras små buskar och perenner. Illustration 25. Veg Techs uppbyggnad av gröna tak med moss-sedumvegetation.



- A = 250 mm växtmedium
- B = 3x40 mm vattenhållande skikt
- C = 11 mm dräneringslag
- D = 0,8 mm rotskyddande barriär
- E = Tätskikt



- A = 30 mm sedummatte
- B = 25 mm dräneringslag
- C = Tätskikt

# FAKTORER ATT TA HÄNSYN TILL

Gröna tak kan konstrueras på i princip alla tak så längre faktorerna klimat; taklutning, vikt, bevattning och brandrisk har tagits i betraktning. Genom att förstå dessa faktorer kan de gröna taken få en bättre utformning.

## KLIMAT

Klimat och exponering är kanske de främsta bidragande faktorerna om utformningen av ett grönt tak blir lyckad eller misslyckad (Osmundson, 1999).

Vid utformningen av ett grönt tak är det en del väderberoende faktorer som måste tas i betraktning:

- Det regionala klimatet
- Det lokala mikroklimatet
- Volymen av årsnederbörd
- Genomsnittlig exponering av solljus
- Perioder med torra
- Perioder med frost, med eller utan snötäcke
- Vind (FFL, 2008).

## REGIONALT KLIMAT OCH LOKALT MIKROKLIMAT

Klimatet i Norge varierar beroende på vart i landet vi befinner oss. Det regionala klimatet tillsammans med det lokala mikroklimatet, det vill säga det klimat som råder i luftskiktet mycket nära takytan, är med på att påverka utformningen av gröna tak. På taken är ofta klimatförhållandena kraftigt förstorade jämfört med på markplan just på grund av placeringen ovanför gatunivå. Tas det

inte hänsyn till klimatförhållandena kan de gröna taken bli obehagliga att vistas på eller praktiskt taget oanvändbara (Osmundson, 1999).

## SOLLJUS

Värme kan göra det mycket obekvämt att vistas upp på ett grönt tak. De flesta av oss önskar inte att vistas i solen på en varm sommardag längre än i några minuter och skugga är därför viktigt. Därför används ofta träd, pergolor med vegetation och parasoller som skuggkastande element över sittgrupper på gröna tak. Det är samtidigt viktigt att taken inte skuggläggs allt för mycket eftersom flertalet av de växter som används på gröna tak trivs och utvecklas bäst i lägen med full sol eller omväxlande sol och skugga (Osmundson, 1999).

Bländning kan vara problematisk även i områden där värme inte är ett problem. Bländning är ofta ett bekymmer i utrymmen som innehåller eller gränsar till reflekterande material, som byggnadskroppar. Bländning minskar inte med omedelbar skugga och gröna tak är ofta inte planterade så tätt med vegetation att bländning elimineras. Minskning av bländning kan uppnås genom att använda element som absorberar solljus och på så sätt motverkar effekterna av de närliggande reflekterande ytorna. Sådana element kan vara gräsmattor, markvegetation, buskar och mörk och ljusabsorberande beläggning som tegel och mörk betong (Osmundson, 1999).

Bländning orsakar inte endast obehag för människor. Vegetation som anläggs utmed starkt

reflekterade ytor riskerar att utsättas för kraftig ökad solbestralning. Vegetationen bör på grund av det varma och torra mikroklimatet i närheten av dessa ytor istället ersättas med till exempel singel. En yta med mossa och sedum kan däremot skyddas genom att det sprids ett lag med singel över de utsatta områdena (Veg Tech, 2009b).

## KYLA

För att möjliggöra framgångsrika planteringar på gröna tak måste växternas naturliga förhållanden i så stor grad som möjligt återskapas på taken. I områden med kalla vintrar är det därför viktigt att använda växter som har den hårdighet som krävs för att överleva kylan i området. Det kan i samband med detta nämnas att en del träd som växer naturligt i Norge överlever vintrarna i endast 30 cm djup växtjord. Det är med andra ord inte växtmediumets djup som avgör om växterna överlever vintern (Osmundson, 1999). Theodore Osmundson skriver i boken *Roof gardens: history, design and construction* (1999) att de flesta moderna byggnader idag är isolerade, men ändå läcker lite värme vilket resulterar i att växtmediumet på ett grönt tak inte fryser. David Brasfield i Oslo kommune håller inte med Osmundson på denna punkt och säger att dagens moderna byggnader läcker för lite värme för att växtmediumet inte ska frysa (Brasfield, 2009-2010). Landskapsarkitekt Harald A. Olsen säger att det är viktigt att taken inte läcker värme eftersom detta kan resultera i att växterna tror att det är vår och börjar växa när omgivningstemperaturerna är för kalla (Olsen,

2010b). Det som är viktigt är att det inte kommer kyla ovan- och underifrån. Låga omgivningstemperaturer ovanför växtmediumet så väl som under resulterar i att växterna troligtvis skadas eller dör. Till exempel är som regel inte parkeringskällare isolerade eftersom de inte värms upp. Om ett grönt tak ska anläggas på en sådan byggnad måste växterna därför skyddas mot kylan som kommer underifrån med isolering. När det inte finns något snötäcke kan växtmediumet täckas med till exempel ett 7 cm tjockt lag med bark (3-14 mm) för att förhindra värmeförlust till den kalla luften (Osmundson, 1999).

#### VIND

Vinden kan liksom solen vara en källa till obehag. De flesta tak har tillräckligt med vindstilla perioder för att ett grönt tak ska kunna anläggas. På tak som ständigt utsätts för kraftiga vindar kan problemen vara omöjliga att lösa och dessa tak bör i så fall elimineras som användbara uteplatser för människor och i en del fall bör heller inte extensiva gröna tak anläggas. Vinden kan ha en skadlig inverkan på växterna och takets uppbyggnad, både under anläggningsperioden och när arbetet har slutförts. Över ett platt tak varierar trycket från vinden över takytan. Trycket är relativt lågt i centrum och mest extremt nära kanter och hörn. För att växterna som utsätts för mycket vind inte skall ta skada bör vindresistenta växter användas. För att vinden inte ska kunna ta sig in under takets uppbyggnad och lyfta upp denna underifrån kan ett band av

grus eller sten läggas runt takkanten (Osmundson, 1999).

Starka vindar kan på intensiva gröna tak minskas i någon utsträckning med vindskydd. Vindskydden kan ha olika utformning beroende på materialanvändningen. Glas kan användas när utsikten är viktig och på tak där denna är mindre viktig kan solida väggar, staket eller vegetation användas. Vindskydd kan samtidigt som de skyddar mot vinden ha funktionen att dela av taket i flera mindre områden samtidigt som de också ger skugga.

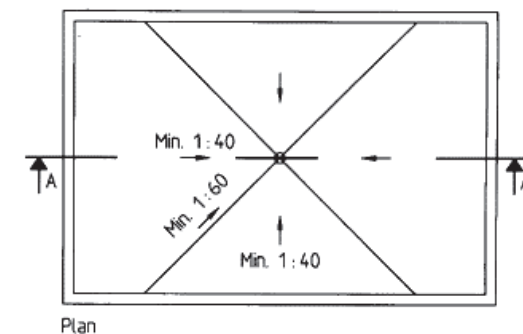
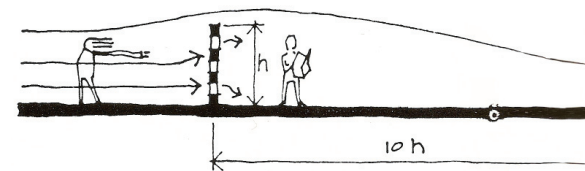
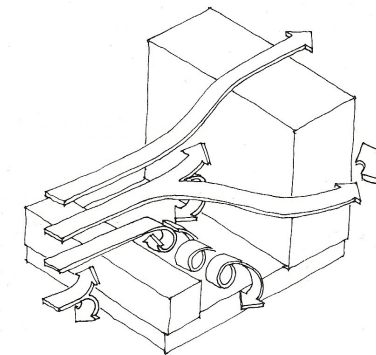
Det är också viktigt att tänka på vad slags element som används uppe på vindutsatta tak. Det kan finnas risk för att stolar, bord och parasoller om de är för lätta blåser av taken och orsakar stor skada (Osmundson, 1999).

Vi kan på olika sätt skapa bättre klimat på gröna tak. Problem kan dock uppstå om det byggs nya byggnader nära in på det gröna taket eftersom både sol- och vindförhållandena då kan förändras.

Illustration 26. När vinden slår mot en byggnad bryts den upp i flera virvlar.

Illustration 27. Perforerade skärmar förhindrar virvelvindar. De är mest effektiva när de är två tredjedelar fasta och en tredjedel ihåliga så vinden kan ta sig igenom. Skärmarna ger skydd på läsidan på en distans som är fem gånger höjden på skärmen och en skyddande effekten på en distans som är tio gånger höjden (Osmundson, 1999).

Illustration 28. Illustrationen visar hur fallet kan vara på ett tak. Taket har fyrsidigt fall mot brunnen.





## TAKLUTNING

Tak kan antingen vara platta eller lutande. Lutande tak används först och främst för att snö och vatten inte ska lägga sig på taken, men också för att en del anser att lutande tak är mer estetisk tilltalande jämfört med platta tak (Weiler & Scholz-Barth, 2009).

Extensiva gröna tak bör enligt The German Landscape Research, Development and Construction Society i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) ha ett fall på minst 1:50 (2 %). Mindre fall än 1:50 kan på extensiva gröna tak bland annat leda till att planteringen blir misslyckad eftersom dräneringen blir för dålig. Mindre fall än 1:50 kräver därför särskilda åtgärder för att växterna inte ska bli stående i vatten. Enligt landskapsarkitekt Harald A. Olsen som har lång erfarenhet med att utforma gröna tak kan fallet vara mindre än 1:50. Att anlägga ett grönt tak med fall 1:60 skapar enligt Olsen inga problem (Olsen, 2010b).

Att anlägga ett grönt tak på ett lutande tak är svårare jämfört med att anlägga ett grönt tak på ett platt tak. Det största problemet med lutande gröna tak är risken för glidning. Till exempel kan glidning uppstå mellan olika lag. Utan extra stabilisering är det därför oförståeligt att anlägga gröna tak på tak där fallet är brantare än 1:6 (ca 17 %). Genom att ta hjälp av bland annat lister, regler och galler kan gröna tak anläggas på tak

med fall upp till 1:1,7 (ca 58 %) (Dunnett & Kingsbury, 2008).

## EROSION

Som nämnt är takytor speciellt utsatta för olika väderförhållanden, speciellt sol, vind och regn. Växtmedium som läggs på lutande tak kan riskera att spolats bort av regn och vind, så kallad erosion. Risken för erosion är störst rätt efter installation, innan växterna täcker ytan. Det finns flera metoder att förhindra erosion. En metod är att använda en nedbrytbar geotextil som läggs ovanpå växtmediumet. Filten bryts ned efter en till två växtsäsonger. Då ska istället växternas rötter binda växtmediumet och förhindra erosion. I många fall kommer inte ens fullvuxna växter att kunna stabilisera växtmediumet på lutande tak tillräckligt eftersom många av växterna inte har rotsystem som klarar att hålla växtmediumet på plats. Växtmediumet måste därför ofta stabiliseras ytterligare, detta kan till exempel göras med ett stabiliseringsnät som förankras med stålvajrar (Werthmann, 2007).

## VIKT

En av de stora skillnaderna mellan extensiva och intensiva gröna tak är deras totala vikt. Takets bärförmåga eller takets bjälklag avgör vilken form av grönt tak som kan anläggas. De lättaste extensiva gröna taken väger omkring 50 kg per kvadratmeter när uppbyggnaden är vattenmättad, vilket inte är mer än vikten hos ett

vanligt tak med betongpannor (Veg Tech, 2009b). Ett intensivt grönt tak kan väga upp till omkring 1 400 kg per kvadratmeter (Dunnett & Kingsbury, 2008). Bärförmågan hos tak som ska anläggas med ett grönt tak måste bestämmas i varje enskilt fall (Veg Tech, 2009b).

Den vikt som ett grönt tak utsätter byggnadens konstruktion för delas in i två olika former av belastningar; så kallade död och levande belastning. Bärförmågan hos ett tak som ska anläggas med ett grönt tak måste vara större än summan av död och levande belastning. Död belastning är vikten av det gröna takets uppbyggnad, som vegetation och alla permanenta material och element som alltid är närvarande på samma plats i strukturen, till exempel pergolor. Levande belastning är vikten från tillfälliga faktorer på det gröna taket, som vikt från människor, snö, vind och tillfälliga objekt. Levande belastning är vanligtvis mycket mindre jämfört med död belastning (Werthmann, 2007).

Om ett grönt tak ska anläggas på en ny byggnad kan de krav som gröna tak ställer vägas in i projektets startfas. Att anlägga ett grönt tak på en redan existerande byggnad kommer däremot betyda att det gröna taket måste anpassas efter byggnadens befintliga bärförmåga eller att byggnadens konstruktion måste förstärkas. Konstruktionen kan förstärkas genom nya strategiskt placerade strukturella komponenter, som pelare och eller balkar. Det är vanligt att takets tyngsta komponenter placeras på eller i

närheten av dessa (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Vikten av uppbyggnaden kan variera lite beroende på producent och vad för material som används. (Weiler & Scholz-Barth, 2009). Vikten måste alltid beräknas vid maximal vattenkapacitet och det är viktigt att inte glömma att beräkna levande vikt och hur mycket vegetationen kommer att väga när denna är fullvuxen. Låga perenner och buskar beräknas ha en vikt på 10 kg per kvadratmeter och träd upp till 15 m 150 kg per kvadratmeter (FFL, 2008).

## BEVATTNING

Det finns delade meningar om bevattning är nödvändigt på gröna tak. En del anser att bevattning är nödvändig under etableringen, andra att bevattning alltid ska förekomma, medan andra igen hävdar att gröna tak ska vara naturliga habitat där ett naturligt urval ska ske i planteringarna och att det därför inte bör användas några konstgjorda medel i dessa områden. Faktum är att en del städer utomlands förbjuder bevattning på gröna tak. Gröna tak kan överleva utan bevattning, men man bör vara medveten om till exempel vilka förödande konsekvenser vind och torra kan ha på ett nylagt grönt tak. Utan någon form av bevattning kan alla växterna på taket dö eller ta stor skada. Om fröna lyckas gro tar det dessutom lång tid att täcka hela taket utan bevattning och också under denna period kan vinden

åstadkomma förödelse på hela taket (Cantor, 2008).

Bevattning kräver minst en vattenanslutning på taket, och anslutningen bör skyddas mot frost (FFL, 2008).

### OLIKA BEVATTNINGSSYSTEM

Det finns olika metoder att bevattna gröna tak på. Nedan nämns tre vanliga metoder:

#### Spridarbevattning

Detta system är slöseri med vatten. En stor del av förlusten går till avdunstning och vinden. Det finns en stor risk att ogräs etableras på det gröna taket när detta system används eftersom ogräs gro lätt på ytor som hålls fuktiga (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### Droppbevattning

Detta system kan antingen vara synligt eller ligga begrävt i växtmediumet. Det begrävda systemet är det mest effektiva. Genom att använda detta bevattningssystem förloras mindre vatten till avdunstning och vind, eftersom rötterna vattnas direkt. Om inte ytan hålls fuktig etableras också mindre ogräs vid användning av detta system jämfört med systemet nämnt ovan (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Illustration 29 och 30. Tabellerna ska ge en indikation på vad olika material väger. Vikten av materialen är när dessa är vattenmättade, om så är lämpligt att visa. Det är viktigt att vara medveten om att vikten kan ändras om flera material blandas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Material i växtmediumet	Vikt av ett 1 cm lager (kg/m <sup>2</sup> )
-------------------------	---

Grus	16 - 19
Småsten	19
Sand	18 - 22
Blandning av grus och sand	18
Matjord	17 - 20
Vatten	10
LECA	3 - 4

Material	Vikt (kg/m <sup>3</sup> )
----------	---------------------------

Sten (granit, sandsten och kalksten)	2 300 - 3 000
Betong (prefabricerad)	2 100
Betong (förstärkt)	2 400
Betong (lätt)	1 300 - 1600
Hårt timmer	730
Mjukt timmer	570
Gjutjärn	7 300
Stål	8 000

### Porösa mattor

Systemet består av porösa mattor som levererar vatten till basen av växtmediumet som sedan dras upp av växterna. Detta system är idealiskt för gröna tak där växtmediumet är 20 cm eller tunnare (Dunnett & Kingsbury, 2008). Överflödigt vatten kan lagras i dräneringsskiktet eller avledas till behållare för att sedan pumpas tillbaka till taket och växterna när det behövs (Cantor, 2008). Genom att plantera grupper av växter med liknande krav på solljus och vatten tillsammans har växterna större chans att överleva. Då kan också taket bevattnas olika beroende på vilka krav de olika grupperna har på bevattning vilket igen resulterar i att det inte slösas lika mycket vatten (Cantor, 2008).

Det är viktigt att bevattning användas i så liten grad som möjligt. Bevattning ska kunna användas där det krävs för att växterna ska ha möjlighet att etablera sig och för att de inte ska ta skada eller dö. Jag tycker inte att extensiva gröna tak ska bevattnas under torra perioder endast för att ge de ett bättre estetiskt uttryck.

Intensiva gröna tak kräver mer vatten jämfört med extensiva gröna tak bland annat på grund av att det oftast inte används lika torktåliga växter. Lagring och återvinning av regnvatten bör betraktas som grund för bevattningssystem på gröna tak. De största argumenten för gröna tak är idag den positiva inverkan som de har på miljön. Det är därför viktigt att också utformningen av taken i stor grad inte påverkar miljön negativt. (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### BRANDRISK

Intensiva gröna tak som bevattnas, underhålls regelbundet och i allmänhet har ett tjockt växtmedium är motståndskraftiga mot gnistor och värmestrålning (FFL, 2008). Om denna typ av gröna tak inte bevattnas, vilket jag diskuterade i stycket om bevattning, kommer brandrisken att vara större.

Extensiva gröna tak anses enligt The German Landscape Research, Development and Construction Society vara tillräckligt motståndskraftiga mot gnistor och värmestrålning när växtmediumet är av en specifik mineralsammansättning och inte tunnare än 3 cm och vegetationen som används utgör en låg brandrisk. Varje 40 m ska det finnas 30 cm höga barriärer tillverkad av obrännbart material eller en 1 m bred remsa av solid stenbeläggning, grus eller småsten, om brandväggen inte behöver ha en höjd ovanför taket (FFL, 2008). Jag har inte sett speciellt många extensiva gröna tak som varje 40 m har en barriär för att förhindra spridning av brand om det skulle uppstå. Jag skulle därför tro att detta först och främst används på de tak där det är större risk för brand, till exempel där det kan komma gnistor från skorstenar.

Illustration 31. Intensiva gröna tak är motståndskraftiga mot brand om de bevattnas. Bilden är tagen utanför Rågsvede äldreboende i Sverige.

Illustration 32. Det extensiva taket på Haraldrud, nordens största hallbygge, har inte en barriär varje 40 m för att förhindra brandspridning.



# UTFORMNING I FORM AV TEKNISKA LÖSNINGAR (UPPBYGGNAD)

Ett grönt taks uppbyggnad kan se ut på många olika sätt. Istället för att försöka redogöra för alla de olika system som finns kommer jag först och främst att se på och diskutera huvudsakliga funktioner på de lag som ett grönt tak vanligtvis kan vara uppbyggt av. De vanligaste lagen är; tätskikt, isolering, skyddande lag, rotskyddande barriär, dräneringslag, geotextil och växtmedium.

När uppbyggnaden av ett grönt tak ska utformas är det viktigt att det sker i ett samarbete mellan personer inom flera kompetensområden; landskapsarkitekter, arkitekter, ingenjörer och takkonstruktörer. Till exempel kan också botaniker och bevattningsspecialister ingå i design-teamet. Landskapsarkitekter brukar ha mest kunskap om dräneringslagret och de lag som ligger ovanpå detta och mindre kunskap om uppbyggnaden under. Landskapsarkitekter bör dock ha en grundläggande förståelse för lagen under (Osmundson, 1999).

## TÄTSKIKT

Ett tätskikt är ett vattentätt membran som är en viktig förutsättning för alla gröna tak. Tätskiktet ska först och främst förhindra vatten att tränga in i byggnaden från utsidan. Skiktet måste också vara hållbart, eftersom målet är att det inte ska ersättas eller repareras under hela byggnadens livslängd (Osmundson, 1999).

Alla existerande tak har någon form av tätskikt, men i de flesta fall är inte dessa tätskikt anpassade för gröna tak. Om de skulle vara anpassade har tätskikten ofta utsatts för mycket sol och vind och bör därför ersättas. I samband med att det ska anläggas ett grönt tak på en existerande byggnad måste det alltså oftast läggas ett nytt tätskikt (Veg Tech, 2009b).

## OLIKA TYPER AV TÄTSKIKT

Det finns ett flertal olika sorter tätskikt som gröna tak kan anläggas på. Olika sorters tätskikt används beroende på om betongunderlaget är platsgjutet eller prefabricerad, förtillverkade betongelement. Detta på grund av att den prefabricerade betongen har mer skarvar, vilket ökar risken för sprickor i betongen (Johansson, 2010).

Det finns tre huvudtyper av tätskikt:

### Takpapp

Det vanligaste förekommande tätskiktet består oftast av takpapp. Detta är ett lite robust system och är därför inte en idealisk bas för gröna tak (Dunett & Kingsbury, 2008).

### Tätskiktsmatta

Detta tätskikt består av skivor av oorganisk plast eller syntetiskt gummimaterial som överlappas vid fogarna och förseglas med värme (Osmundson, 1999). Dessa membraner kan vara mycket effektiva och är mycket vanliga. En av nackdelarna med dessa tätskikt är att fogarna utgöra svaga punkter som rötterna kan

utnyttja och läckage kan uppstå (Dunett & Kingsbury, 2008).

### Flytande tätskikt

Denna typ av tätskikt sprutas eller målas på takytan och bildar ett tätt tätskikt utan fogar (Osmundson, 1999). Detta system är lättare att tillämpa på vertikala eller ojämnt utformade ytor jämfört med de andra två systemen (Dunett & Kingsbury, 2008).

## ISOLERING

Tak är primära platser för värmeöverföring. Värmeenergi går alltid från varma till kalla områden, det vill säga kyla går aldrig in i en struktur utan värme lämnar den. Isolering begränsar överföringen av värmeenergi genom att skapa en barriär mellan områden med olika temperaturer. I en isolerad struktur har värme mindre möjlighet att lämna byggnaden under vintern och mindre möjlighet att gå in under sommaren (Osmundson, 1999).

Ofta är isoleringen en integrerad del av arkitektens ursprungliga ansvar eftersom isoleringen ska bevara energi som uppfyller byggnormer (Osmundson, 1999).

### KALLA TAK, VARMA TAK OCH INVERTERADE VARMA TAK

Isoleringen måste ha liten vikt och stor tryckhållfasthet så att den inte pressas samman av

material och elementen ovanför. Isoleringen kan installeras antingen över eller under tätskiktet (Cantor, 2008). Ett kallt tak har isolationsskiktet under takytan, ett varmt tak har isoleringsskiktet mellan takytan och tätskiktet, medan ett inverterat varmt tak har isoleringsskiktet ovanför tätskiktet (se illustration 33) (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Susan K. Weiler och Katrin Scholz-Barth skriver i boken *Green roof systems: a guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure* (2009) att den generellt önskade platsen för isoleringen är ovanför tätskiktet bland annat eftersom den då ger ett extra skydd åt tätskiktet. På existerande tak som inte är vegeterade ligger isoleringen under tätskiktet. Det vanligaste isoleringsmaterialet är polystyren.

### ISOLERING SKYDDAR VÄXTERNA MOT TERMISKA FLUKTUATIONER

Speciellt under vintern när växternas rötter kan frysa, tina och återigen frysa isolerar isoleringen inte bara byggnader, utan skyddar också växternas rotsystem. Normalt är ett 5-8 cm tjockt isoleringsskikt tillräckligt för att skydda växterna från permanenta frostsador (Weiler & Schulz-Barth, 2009).

### SKYDDANDE LAG

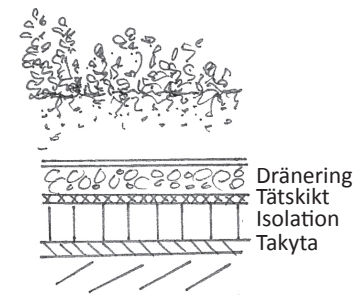
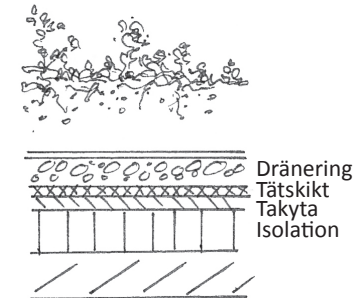
När tätskiktet är installerat är det oerhört känsligt för skador från byggverksamhet, utrustning och gångtrafik, därför krävs det ett permanent eller

tillfälligt skydd ovanför tätskiktet omedelbart. Det permanenta skyddet skyddar inte bara tätskiktet under anläggningsperioden, men också efteråt eftersom underhåll och reparationer kan orsaka oavsiktliga skador. Skyddet ska vara hållbart och av ett material som skyddar tätskiktet. Material som kan användas är betong eller trycklaminerade glasfibrer. Vanlig tjocklek på laget är mellan 3 och 6,5 cm. En stor nackdel med att använda ett permanent skydd är att det är mycket svårt att rutinmässigt kontrollera tätskiktet och hitta källan till ett läckage och reparera denna om en sådan skulle uppstå (Weiler & Scholz-Barth, 2009). En annan nackdel är vikten. På de tak där vikten är begränsad kan man därför utvärdera om detta skikt är nödvändigt (Olsen, 2010b). En annan metod för att skydda tätskiktet är därför att installera en tillfällig arbetsyta. Detta kan vara en armerad betongplatta, på mer än 7 cm, som skyddar tätskiktet under konstruktionsfasen (Weiler & Scholz-Barth, 2009).

### ROTSKYDDANDE BARRIÄR

En byggnad som ska anläggas med ett grönt tak måste skyddas från växternas rötter och mikroorganismernas aktiviteter (Dunnett & Kingsbury, 2008). Om inte tätskiktet är av ett material som är ogenomträngligt för rötter eller att det läggs ett skyddande lag på tätskiktet

Illustration 33. Kallt tak, varmt tak och inverterat varmt tak.



måste det läggas en rotskyddande barriär ovanpå tätskiktet. Denna barriär är inte nödvändig på alla gröna tak.

Extensiva gröna tak med sedumvegetation behöver inte ha den skyddande barriären eftersom de bland annat inte har kraftigt växande rötter (Veg Tech, 2009b).

Den rotskyddande barriären kan vara av ett flytande tätningsmedel eller bestå av delar som svetsas samman till en komplett tätning. Det är viktigt att tätningen är effektiv eftersom membranets svagheter annars kommer utnyttjas av växternas rötter.

Den rotskyddande barriären består oftast av rullar av 0,8 – 1,0 mm tjock PVC, plast, som svetsas samman. För att växternas rötter inte ska skada bland annat takkanter, skorstenar, ledningar, rör och ventiler måste den rotskyddande barriären höjas upp runt dessa (Dunnett & Kingsbury, 2008). Det kan vara svårt att täta kring liknande element. Vid en nybyggnation är det därför en stor fördel om möjligt leda ledningar, rör, ventiler och liknande till en punkt på taket (Osmundson, 1999).

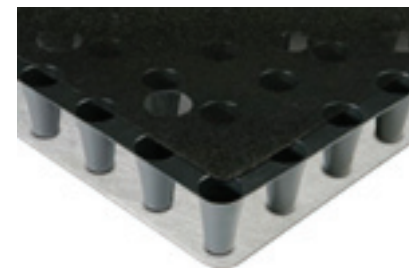
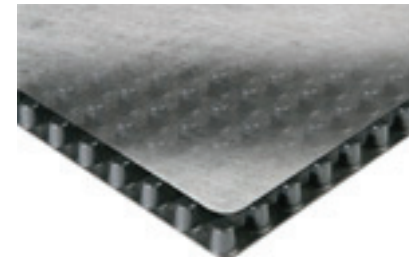
I *Planting green roofs and living walls* (2008) nämner författarna Dunnett och Kingsbury att det förekommit en del diskussioner om miljömässiga konsekvenser vid tillverkningen av PVC. Enligt PVC Forum, en sektorgrupp inom Plast- & Kemiföretagen, är miljöpåverkan vid tillverkning av PVC inte stor. Valet av additiv för PVC-produkterna avgör om någon miljöpåverkan

kan befaras och det är acceptabelt ur miljösynpunkt att deponera och förbränna uttjänta PVC-produkter, men ur resurs- och miljösynpunkt är det bättre att återanvända och materialåtervinna (PVC Forum, u.å.). PVC Forum producerar PVC och det är därför viktigt att var kritisk gentemot denna information. Dunnett och Kingsbury skriver också att som med många ekologiska frågor handlar beslutet om att använda ett visst material som en balans mellan kostnad och nytta (Dunnett & Kingsbury, 2008). Jag väljer att nämna detta eftersom det pågår fler diskussioner om vilka material som bör användas på gröna tak i förhållande till miljöhänsyn. Det är enligt min mening viktigt att använda eller fortsätta hitta så miljömässiga lösningar som möjligt. Jag anser inte att kostanden för ett material är den viktigaste faktorn om materialet ska användas eller inte, utan en viktigare faktor är dess inverkan på miljön. Jag är dock väl medveten om att kostnaden ofta styr vilket material som används.

## DRÄNERINGSSYSTEM

Dräneringssystemet på ett grönt tak består av två stycken element. Det första är ett lag av dräneringsmaterial som reducerar eller fördröjer

Illustration 34. Exempel på en rotskyddande barriär.  
Illustration 35 och 36. Illustrationerna visar två olika modeller av dräneringssystem som består av en formpressad, profilerad matta av polystyren



dagvattenavrinningen och det andra är ett system med brunnar och rör som leder dagvattnet till takens stuprör och därifrån till det kommunala avloppet (Osmundson, 1999).

I *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) finns en del krav listade som bör tas i betraktning vid val av dräneringssystem. Jag väljer att lista upp dessa nedan för att ge en uppfattning om vilka faktorer som bör tänkas igenom:

- Materialens kompatibilitet
- Miljöanpassning
- Växtkompatibilitet
- Brandegenskaper
- Aggregatsammansättning
- Resistens gentemot frost
- Struktur och lagerstabilitet
- Beteende vid kompression
- Vattenpermeabilitet
- Vattenlagringskapacitet
- pH-värde.

### DRÄNERINGSLAG

Dräneringslaget ska innehålla tillräckligt med hålrum för att ta upp överflödigt vatten. Förutsatt att lämpligt material används kan laget fungera som en vattenreservoar, öka det tillgängliga utrymmet för rottillväxt och skydda den underliggande strukturen (FFL, 2008).

### Olika dräneringstekniker

Dränering på gröna tak kan åstadkommas på flera sätt. De nämnda dräneringsmaterialen är de tre

vanligaste och avser huvudsakligen platta eller mycket svagt lutande tak. Vid lutande tak krävs inte alltid ett dräneringslag (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### Krossat material

Grovt krossat material som grus och trasigt tegelkavel innehåller stora mängder tomrum mellan sig när de packas tillsammans i ett lager där vatten kan ansamlas. Principen för den här metoden är den samma som när vi placerar grova material i basen av en blomkruka för att främja dräneringen. Detta är den enklaste formen av de tre nämnda. Ett tunt lager av krossat material kan vara allt som krävs för att lyfta växtmediumet och vegetationen ovanför vattenfickor som samlas på ojämna delar av taket.

Många krossade material är lättare än växtmediumet. En strategi för att minska den totala vikten av ett grönt tak är därför att öka andelen dräneringsmaterial och minska mängden växtmedium. Detta är möjligt eftersom rötter kan växa i detta dräneringsmaterial (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Enligt botanikern Tanaquil Enzenberger bör inte alltför kantiga material användas på ytor som kommer att utsättas för någon form av belastning eftersom materialets kanter kan förstöra växternas rötter. Det bör därför användas material med avrundade kanter i dessa områden (Enzenberger, 2010).

### Vattenhållande skikt

Dessa mattor fungerar likt svampar och

absorberar vatten. De är tillverkade av olika sorters material, som återvunna bilsäten. Det har visat sig att en del av dessa mattor absorberar för mycket vatten och suger fukt ur växtmediumet vilket resulterar i att växterna får för lite vatten (se illustration 37).

### Lättviktig plast eller polystyren dräneringsmoduler

Design och utseende varierar på dessa moduler. De flesta skivor är tunnare än 2,5 cm och i en del fall har modulerna förmågan att behålla vatten som växterna kan utnyttja senare, under torra perioder (se illustrationer 35-36). Vattnet som absorberas kan i en del moduler också användas till att bevattna det gröna taket (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Det är viktigt att använda ett dräneringsmaterial som inte påverkar växterna negativt genom att det absorberar för mycket vatten från växtmediumet. Det är en stor fördel om systemet kan lagra regnvatten till senare bruk.

### BRUNNAR

Brunnarna måste kunna samla och leda bort vatten från dräneringslaget och dagvatten från vegetationslaget (FFL, 2008).

Längst upp på brunnen sitter ett brunnslock. Det finns flera olika alternativ av brunnslock och på gröna tak är det viktigt att dessa hålls fria från bland annat växtmediumet (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Ett existerande tak har redan installerade brunnar.

Om fallet är tillräckligt kan dessa brunnar användas på gröna tak, men brunnslocket måste bytas ut eftersom denna kräver en speciell utformning (se illustration 38) (Olsen, 2010a).

Säker och bra avrinning är viktigare på hårda ytor jämfört med på terräng. Konsekvenserna kan bli stora om vatten ansamlas. Om det är för få brunnar blir det dåligt fall till brunnen och problemet kommer att förstärkas. Det är därför oerhört viktigt att alltid föreslå tillräckligt med brunnar. Det är bättre att föreslå en för mycket jämfört med en för lite (Olsen, 2010a).

## GEOTEXTIL

Ovanför dräneringslaget ska det oftast läggas en halvgenomtränglig polypropylen geotextil, också kallad filtermatta eller filter (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Om man använder ett system där ett vattenhållande lager ligger ovanpå dräneringslaget behövs inte alltid geotextilen. Geotextilen är utformad för att förhindra fina partiklar från att spolans växtmediumet in i dräneringslaget där partiklarna kan påverka vattenpermeabiliteten negativt (FFL, 2008).

Precis som för dräneringssystem finns det i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) listade en del krav som bör tas i betraktning vid val av geotextil. Jag väljer att också här lista upp dessa:

- Miljöanpassning
- Växtkompabilitet
- Brandegenskaper
- Densitet
- Mekanisk stresstålighet
- Effektiviteten av filtrering
- Känslighet för rotgenomträngning
- Resistens mot väder och vind
- Resistens mot mikroorganismer
- Resistens mot kemikalier
- Sträckbar styrka och elasticitet.

Vid kanter och hörn bör geotextilen läggas lite nedanför kanten av till exempel växtmediumet, eftersom den inte bör utsättas för väder eller vind eller vara synlig (FFL, 2008).

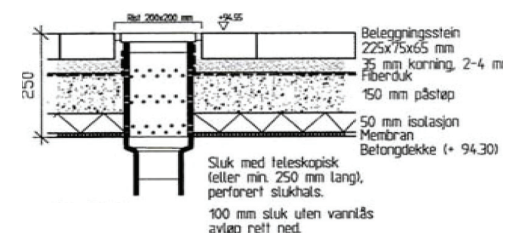
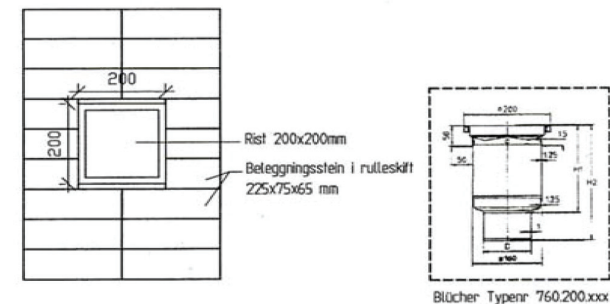
Geotextilen är inte rotskyddande, rötter som söker sig till dräneringsskiktet tränger igenom filtret (Werthmann, 2007)

## VÄXTMEDIUM

### DEFINITION AV OLIKA TERMER

Eftersom naturligt förekommande jord, lätta aggregat och andra tillsatser kan användas som komponenter i planteringssystemet på gröna tak används en del olika termer; växtmedium, substrat och växtjord. Beroende på litteratur har dessa

Illustration 37. Illustrationen visar en del av ett vattenhållande skikt som kan läggas under växtmediumet för att uppbyggnaden ska få en bättre vattenhållande förmåga. Illustration 38. Utformning av brunn på betongbeläggning på ett grönt tak.





termer fått lite olika definitioner och jag önskar därför att ge dessa termer en definition. The German Landscape Research, Development and Construction Society definierar ett växtmedium som det lager som stödjer vegetationen, där växterna får fäste och kan utvecklas. Det är lämpligt att hänvisa till den huvudsakliga delen av växtmediumet som substrat istället för växtjord, eftersom denna del huvudsakligen ofta består av oorganiskt material, från närliggande regioner, som inte bryts ned med tiden och därför inte behöver påfyllning. Ordet substrat används för att hänvisa till de primära råvarorna, vanligtvis de oorganiska komponenterna i växtmediumet. En liten andel organiskt material, näringsämnen och andra material kan ingå i substratet för att skapa det slutgiltiga växtmediumet (Cantor, 2008). Växtjord däremot definieras som ett naturligt förekommande material, där det översta laget används som komponent i växtmediumet (Weiler & Scholz-Barth, 2009).

### IDEALISKT VÄXTMEDIUM

Ett idealiskt växtmedium på ett grönt tak måste innehålla nödvändiga grundläggande fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper. Det måste absorbera vatten och ha bra vattenhållande förmåga samtidigt som växtmediumet ska ha dränerande egenskaper. När växtmediumet är mättat måste det innehålla en tillräcklig volym av luft för den typ av växter som är planterade (FFL, 2008). Växtmediumet bör också kunna ge förankring åt de planterade växterna, kunna

absorbera och leverera näringsämnen, behålla volymen över tid (Dunnett & Kingsbury, 2008), vara lätt, ha lång livslängd och vara billig (Osmundson, 1999).

Växtmediumets uppbyggnad ser ofta olika ut på extensiva och intensiva gröna tak.

Precis som för dräneringssystem och geotextil finns det i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) listade en del krav som bör tas i betraktning vid val av växtmedium. Jag väljer att också här lista upp dessa:

- Miljöanpassning
- Växtkompatibilitet
- Brandegenskaper
- Innehåll av silt och lera
- Organiskt innehåll
- Resistans gentemot frost
- Aggregatens struktur och stabilitet
- Substratets beteende vid kompression
- Vattenpermeabilitet
- Vattenlagringskapacitet
- Luftinnehåll
- pH-värde
- Näringsinnehåll
- Fröns grobarhet
- Andel främmande ämnen.

Det finns relativt mycket information i *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing* (2008) om bland annat vilken halt av lera, silt och organiskt material som

växtmediumet bör innehålla. Jag har valt att inte nämna dessa halter utan istället försöka ge en förståelse om varför till exempel innehållet av lera och silt bör vara litet.

### INHEMSK JORD BÖR INTE ANVÄNDAS PÅ GRÖNA TAK

Generellt växer växter bäst i inhemsk jord, vilket ofta har höga halter av organiskt material och tillgängliga näringsämnen (Weiler & Scholz-Barth, 2009). Anledningen till att inhemsk jord inte bör användas på gröna tak är många.

Växtmediumet på gröna tak måste innehålla en liten andel silt och lera för att till exempel förhindra blockering av geotextilen, som kan användas för att skilja växtmediumet och dräneringslaget åt. Om geotextilen blockeras hålls större mängder vatten kvar i växtmediumet, vilket resulterar i att växternas rötter kan ruttna och taket utsätts för mer belastning.

Organiska material är nödvändig näring för växter. Geotextilen som ofta skiljer växtmediumet och dräneringslaget kan inte förhindra förlusten av organiskt material eftersom det organiska materialet kan lösas upp med vatten och passera genom geotextilen och dräneringsskiktet för att sedan försvinna ut i dagvattenssystemet. Organiskt material ersätts sällan på gröna tak eftersom det bland annat är svårt att ersätta materialet i djup jord planterad med växter. Ersättning av organiskt material på markplan är en lång process där organiskt material, bland annat löv och kvistar, blandas med befintlig jord för att bilda ett nytt

fertilt lager ovanpå det ursprungliga laget. Denna process sker allt för sakta på gröna tak. Förlusten av organiskt material medför två problem; förlust av näringsämnen och volymminskning. Förlusten av näringsämnen kan lösas genom gödsling, medan volymminskningen är svårare att lösa. Volymminskningen resulterar bland annat i mindre utrymme för rötterna (Osmundson, 1999).

Växtmediumets resistens gentemot frost måste garanteras av tillverkaren. Växtmediumet måste innehålla komponenter som kan utsättas för höga nivåer av statisk och eller dynamisk stress (FFL, 2008).

Andra anledningar till att inhemsk jord inte rekommenderas att används på gröna tak är att den blir tung när den är vattenmättad och att det ibland önskas ett ogräsfritt material (Cantor, 2008).

Med detta menas inte att inhemsk jord inte bör användas på gröna tak, men att den bör behandlas och eller blandas med andra material.

#### NATURLIGA MINERALER

Om naturliga mineraler är lokalt tillgängliga är dessa bra att använda i växtmediumet. Konstgjorda mineraler, till exempel Leca som är skapat av lera eller skiffer, kan också användas som enda material eller i kombination med andra material. Leca uppfyller många av kraven på en idealisk bas för gröna tak, men på grund av Lecans lätta vikt och oförmåga att binda sig till varandra

är det önskvärt att Leca kombineras med andra material (Osmundson, 1999).

Alla konstgjorda oorganiska material kritiserar på grund av den energi som behövs vid produktion, men frågan är när det blir tillåtet att använda en energiintensiv produkt om det är större miljöfördelar med att använda denna produkt jämfört med en annan produkt. Detta är en mycket svår fråga att svara på och det finns egentligen inget riktigt svar. Däremot är det mest ekologiskt riktiga material det som utvunnits ur avfall eller återvunna produkter, till exempel tegel. Det är viktigt att också se på hur långt materialet transporteras. Utbudet av material varierar med ort och region och det finns mycket utrymme för experiment. Det är viktigt att försök utförs på nya produkter innan de används i allt för bred utsträckning, detta för att säkerställa att produkterna inte innehåller kemikalier som rinner ut i dagvattensystemet (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### ALTERNATIVA VÄXTMEDIUM

I sökandet efter lämpliga växtmedium har det forskats fram system som inte bara eliminerar jord, men några system behöver inte heller grus eller andra dräneringsmaterial eller geotextil, eftersom det inte finns något att filtrera. Organiskt material behöver inte ersättas i dessa system eftersom växterna växer i medium utan organiskt material. Ett exempel på ett sådant system består av skivor eller block av en speciell form av ullfibrer. Detta system klarar att lagra

vatten och blir en reservoar för växternas tillväxt, medan överflödigt vatten släpps ner i dräneringssiktet under. Containerodlade eller barrot odlade växter placeras i mediet efter att man skurit bort det av laget som krävs för att rotklumpen eller de kala rötterna ska få plats. Rötterna växer sedan i det fuktiga systemet. Detta system är en stabil rotzon för växter och är garanterat fri från skadedjur, sjukdomar och ogräsfrön (Osmundson, 1999). Jag skulle tro att detta system inte bör användas om man önskar att uppnå en så naturlig miljö som möjligt för djur- och växtlivet eftersom djurlivet troligtvis är ganska begränsat i dessa system.

#### TJOCKLEKEN PÅ VÄXTMEDIUMET

Det finns med andra ord inget exakt recept för växtmediet på gröna tak. Kompositionen kan variera kraftigt beroende på vilken typ av grönt tak det är, hur mycket taket kan belastas, lokalt tillgängligt material, tillgänglighet, bevattningssystem och förväntat underhåll. Sammansättningen och djupet av växtmaterialet varierar också kraftigt beroende på vilka växter som ska planteras, växternas storlek vid installation och deras förväntade storlek (Weiler & Scholz-Barth, 2009).

Det finns delade meningar om hur tjock växtmediumet bör vara på gröna tak. Verksamheten Veg Tech menar att deras lättviktsjord bör ha en tjocklek på 250 mm när det ska planteras mindre buskar och perenner och 450 mm när det ska planteras större buskar och

mindre träd (Veg Tech, 2009b). Enligt botanikern Tanaquil Enzenberger, som var rådgivare för Snöhetta när de utformade det gröna taket i Platous gate i Oslo, behöver inte växtmediumet vara djupare än 150-200 mm förutsatt att det har en naturlig jordmånsprocess, bra kvalitet, att taket blir bevattnat, att rötterna kan utbreda sig tillräckligt horisontalt och att träden inte är allt för stora. Detta menar hon, eftersom toppskiktet i naturen ofta inte är djupare.

Eftersom dessa uppgifter skiljer sig lite rådförade jag Harald A. Olsen som har mycket erfarenhet med gröna tak. Med den erfarenheten han besitter menar han att växtmediumet bör ha en tjocklek likt den Veg Tech rekommenderar (Olsen, 2010b).

### **KRITIK GENTEMOT DAGENS UPPBYGGNAD AV GRÖNA TAK**

Den metod om hur gröna taks uppbyggnad kan utformas som har diskuterats i denna uppgift, är den metod som dominerar internationellt och har sitt ursprung i Tyskland. Det finns kritik gentemot denna metod. Kritiker har påpekat att majoriteten av gröna tak i Tyskland har en enklare uppbyggnad utan konstruerade dräneringsskikt, där endast ett växtmedium spridits över ett tätskikt eller en rotskyddande barriär.

En av kritikerna är britten Jonathan Hines som startade att utforma gröna tak under 1990-talet. Hans åsikt är att takanläggningsföretagen, som

har investerat i att främja gröna tak, har ett egenintresse av att sälja produkter för komplexa konstruktioner. De flesta av de gröna tak som Hines har utformat ligger i södra England och har lutning med tre skikt; tätskikt, geotextil och växtmedium. På platta tak kan grus användas som dräneringsskikt. Hines menar att fler skikt inte har visat att ge större nytta och endast resulterar i högre kostnader. På gröna tak där denna uppbyggnad används är enligt Hines ett relativt tunt växtmedium och torvbaserade växter att föredra. Uppbyggnaden liknar den metod som användes på de traditionella skandinaviska torvtaken (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Jag ser inte bort ifrån att takanläggningsföretagen önskar att tjäna pengar på sina system, men jag tror det finns en anledning till att uppbyggnaden idag består av fler lag jämfört med förr. Vi bygger oftast idag en annan typ av gröna tak jämfört med de traditionella torvtaken och de tak Hines utformar. Det finns idag flera takanläggningsföretag på marknaden som tar fram nya lösningar på uppbyggnaden av gröna tak. Konkurrensen leder till att företagen letar efter billigare system att både producera och sälja.

Illustration 39. Trädet på det gröna taket på Platous gate i Oslo bör enligt Veg Tech ha ett omkring 450 mm tjockt växtmedium, medan botaniker Enzenberger menar att det inte behöver vara tjockare än omkring 250 mm.



# UTFORMNING I FORM AV DESIGN (UTFORMNING OVANPÅ UPPBYGGNADEN)

Gröna tak kan designas på många olika sätt. Eftersom bland annat Guttu och Schmidt skriver i *Fortett med vett* (2008) att gröna tak på lock kan bli innehållslösa vill jag undersöka vilka möjligheter som finns vad det gäller designen av gröna tak.

Jag kommer i denna del att se på; skala, funktion, in- och utsyn, gröna tak och solceller, terrängformer, vegetation, mönster, material, inredning, beläggning och underhåll. Jag kommer att lägga störst vikt på vegetation.

## SKALA

Gröna tak kan som nämnt konstrueras på alla ordentligt utformade och tillverkade tak, oavsett skala.

På Fords fabrik i Dearborn utanför Detroit i USA ligger världens största gröna tak. Taket är drygt 40 000 kvadratmeter täckt med sedumvegetation (Veg Tech, 2009b). Medan ett av världens kanske minsta gröna tak finns på en fågelholk på Augustenborgs Botaniska Takträdgård i Malmö.

I San Francisco har en kvinna vid namn Diane Loviglio utformat ett grönt tak på en busskur för att demonstrera tanken med gröna tak, ett tema som inte är lika känt i USA jämfört med i Europa. Anledningen till att hon använde taket på en busskur var att Loviglio önskade att anlägga ett grönt tak nära markplan så att folk inte är tvungna att besöka ett stort industrikomplex för att förstå vad gröna tak handlar om (Klinkenberg,

2009).

Precis som Loviglio tror jag det är viktigt att använda tak av mindre skala på eller nära markplan för att uppmärksamma temat mer, men det jag egentligen önskar att visa med detta exempel är att gröna tak kan anläggas på i princip alla olika former av tak.

## FUNKTION

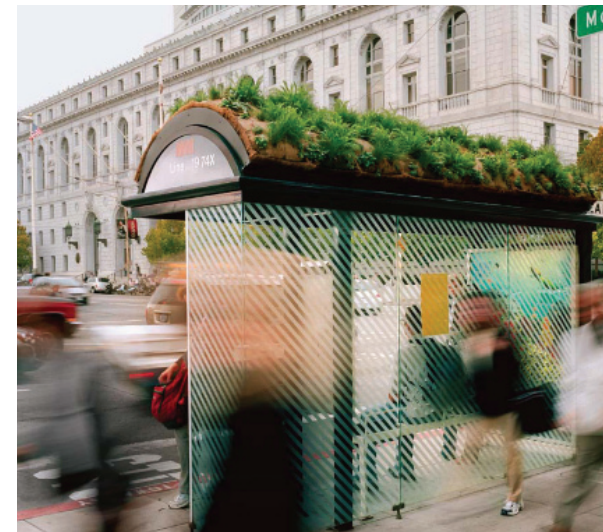
Om det gröna taket ska vara tillgängligt för människor eller inte, vem som i så fall kommer använda det och hur det kommer användas påverkar det gröna takets design (Osmundson, 1999). Vilken funktion det gröna taket kan ha påverkas inte bara av vem och hur det kommer användas men också av faktorer som vilken belastning taket tål, takets lutning och klimatet.

Några av de kanske största utmaningarna med designen av mindre utomhusareal är hur dessa ska delas upp, hur de ska ta vara på de större barnens behov för arealkrävande lek och att de ska ha en flexibel funktion.

I *Fortett med vett* (2008) skriver Guttu och Schmidt att det ofta läggs större vikt på det estetiska jämfört med funktion vid designen av mindre utomhusareal. Utomhusareal som ofta är

Illustration 40: Världens kanske minsta gröna tak.

Illustration 41: Det gröna taket på busskuren i San Francisco.



små delas upp i mindre områden med gångstigar, vegetation, räcken och annan utrustning som begränsar bland annat möjligheterna för bruk. Dessutom läggs gångareal i räta vinklar, trots att fotgängare tar kortaste vägen till målet. Guttu och Schmidt menar att det ofta läggs för stor vikt på plangrafik, hur planlösningen ser ut på ritbordet, när utomhusområden designas vilket går på bekostnad på hur området kan användas i verkligheten. Författarna menar inte att mindre utomhusområden inte ska delas upp, men att det är viktigt att det ges plats till olika funktioner och aktiviteter som inte kommer i konflikt med varandra. Om mindre utomhusområden inte delas upp kan det å andra sidan resultera i att brukare inte vill använda området om det redan används av andra. Det är med andra ord viktigt att reflektera över hur uppdelning görs.

En annan utmaning i små och trånga utomhusarealer är som nämnt att ta vara på de större barnens behov för platskrävande aktiviteter som till exempel bollspel. Guttu och Schmidt skriver att många av de projekt som de undersökt är lite kreativa när det gäller att erbjuda barn aktivitetsmöjligheter. De föreslår att när det är liten plats kan lekområdet för barnen gärna planeras tillsammans med flera funktioner och gärna så att den ger en upplevelse för de vuxna. En stor trästam, en sten att klättra på eller en låg mur kan kombineras med flera funktioner (Guttu & Schmidt, 2008).

Ytterligare en utmaning i små och trånga

utomhusareal är att utforma flexibel funktion för att olika brukare ska kunna använda området. Flerfunktionalitet, det vill säga att området kan användas till olika aktiviteter, är viktigt. En bollbinge användas till bollspel medan en gräsareal kan användas till olika sorters bollspel, lek och uppehåll och olika vinteraktiviteter (Guttu & Schmidt, 2008).

Många av de problem vi ser med funktionen i mindre utomhusområden på markplan bör vi enligt min mening tänka på när vi ska designa intensiva gröna tak eftersom bland annat området på dessa ofta också är begränsat.

#### UNIVERSELL UTFORMNING

Uttrycket universell utformning innebär att alla ska kunna använda städer, parker och hus och att speciella lösningar i form av egna ramper och ingångar för speciella befolkningsgrupper inte är fullgoda lösningar. Tillgänglighet existerar när en person utan assistans från en annan person obehindrat kan ta sig från en plats till en annan. Att området får universell utformning resulterar nästan alltid i bättre lösningar för alla. Alla på hjul, som cyklar och barnvagnar, har nytta av att det till exempel tillrättaläggs för rullstolar (Asmervik, 2006).

Illustration 42: En mur kan ha flera funktioner, den kan ta upp terräng samtidigt som den kan balanseras på. Illustration 43: En stor utmaning är att skapa gröna tak med flerfunktionalitet. 55 Water i New York används mest som lunchpark, men har amfiteater och en stor yta med konstgräs som ger rum för kulturaktiviteter.



I Norge har idag 19 % av befolkningen nedsatt funktionsförmåga. Nedsatt funktionsförmåga kan vara reducerad rörelseförmåga och de drabbade behöver använda rullstol, nedsatt kraft i armar och ben eller nedsatt orienteringsförmåga. En person med nedsatt orienteringsförmåga är blind, svagsynt, har hörselproblem eller är förståndshandikapp. En person som har astma eller allergi har också nedsatt funktionsförmåga (Asmervik, 2006).

Tillgängligheten för människor med nedsatt funktionsförmåga kan i några tillfällen vara i konflikt med till exempel estetik, antikvariska hänsyn, ekonomi, tekniska förhållanden, arealtillgång och trafiksäkerhet. Ambitionen är att tillgängligheten ska tas vara på i så stor grad som praktiskt möjligt (Asmervik, 2006).

Universell utformning är idag ett aktuellt tema. Det är enligt min mening viktigt att tänka på universell utformning när gröna tak ska designas. Det är viktigt att så många som möjligt, oavsett funktionshinder eller inte, kan ta sig upp på gröna tak och använda de.

## IN- OCH UTSYN

Som nämnt tidigare används många av utomhusarealerna i norska städer lite eftersom brukarna känner sig övervakade. När ett intensivt grönt tak ska designas är det därför viktigt att studera hur stor insynen är på taket från

omkringliggande områden. Om det gröna taket är omringat av högre byggnader med till exempel lägenheter och kontor kan det samtidigt vara viktigt att försöka motverka insynen i dessa byggnader från det gröna taket.

### SYNLIGHET FRÅN GATUNIVÅ

Gröna tak kan göras både synliga och inte synliga från markplan beroende på till exempel kundens önskan. Extensiva gröna tak kan vara svåra att se från markplan om man inte arbetar med terrängformer eftersom vegetationen är låg, medan det kan vara lättare att se ett intensivt grönt tak. Bruk av vegetation, element och material påverkar hur synligt gröna tak blir från markplan.

## GRÖNA TAK OCH SOLCELLER

Gröna tak och solceller, som utnyttjar solenergi för att producera el, kan kombineras. Undersökningar har visat att solceller ofta producerar mer el om temperaturen runt omkring är sval. Eftersom gröna tak sänker temperaturen har jämförelser visat att solceller placerade på gröna tak har en 6 % högre produktion jämfört med solceller som inte placerats på gröna tak (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Illustration 44. Vegetationen på det gröna taket i New York är synlig från markplan.

Illustration 45. Solceller och vegetation har kombinerats på ett extensivt grönt tak i Tyskland.



Det som är viktigt att tänka på när gröna tak och solceller kombineras är att solceller inte fungerar om de skuggläggs, vilket de gör om för hög vegetation växer i närheten av dem. Växtvalet är bredare under solceller eftersom de klimatiska förhållandena är mindre stressande för växterna här (Dunnett & Kingsbury, 2008).

## TERRÄNGFORMER

Det är fullt möjligt, precis som på markplan, att skapa terrängformer eller jämna ut nivåskillnader på gröna tak. Det är ofta viktigt att använda material som inte innebär någon väsentlig viktbelastning på takkonstruktionen (Veg Tech, 2009b).

Det finns flera metoder att skapa terrängformer på. Ett exempel är att använda dränerande lättfyllnadsmaterial och ett annat exempel är att använda galvaniserad metall och stål för att skapa former som sedan utformas med samma lagindelning uppe på sig som till exempel extensiva gröna tak. Den sistnämnda metoden kan användas när man önskar att dölja ett ventilationssystem, men inte om terrängformen ska utsättas för mycket belastning (Werthmann, 2007).

## VEGETATION

Växter kan vara de mest attraktiva synliga elementen på gröna tak och att välja rätt växter är

avgörande för hur vällyckat ett grönt tak blir (Dunnett och Kingsbury, 2008).

Taken är en utmanande miljö för växter att växa i. Här är som nämnt växtmediumet ofta tunnare och klimatet annorlunda jämfört med på markplan. Detta är kanske de två största faktorerna att ta hänsyn till vid val av växtmaterial.

Generellt kan det sägas att vegetationen på de mest lyckade gröna taken är lågvuxna, grunt rotade, fleråriga, toleranta mot värme, kyla, sol, vind, torka, insekter och sjukdomar. Därför bör växter som kräver mycket vatten, höga halter av näringsämnen och eller djupt växtmedium undvikas. Med andra ord lämpar sig inte alla växter på gröna tak och varje tak har egna krav med avseende på bland annat designens syfte, funktion, storlek, klimat, tillgänglighet, växtmedium, vattentillgänglighet, kostnad, underhålla och estetik (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

Flera litteraturer har listor med förslag på växter som är lämpliga på gröna tak. Jag har medvetet valt att inte referera till några av dessa listor eller valt att nämna namn på många lämpliga växter som trivs på gröna tak. Detta har jag gjort eftersom förhållandena på tak kan skilja sig starkt ifrån varandra även om taken ligger nära varandra. En växt som trivs på det ena taket kan misstrivas på det andra. Dessutom är en stor del av den litteratur som jag refererar till utländsk och där kan förhållandena vara annorlunda jämfört med här. Där jag nämner namnet på lämpliga växter

är det viktigt att komma ihåg att dessa växter inte behöver vara lämpliga på alla gröna tak.

När det refereras till planteringslistor tror jag också att det kan vara lättare att använda samma växtmaterial som redan använts istället för att själv utforska och undersöka vilka växter som kan vara lämpliga och på så sätt få mer variationsrika gröna tak.

Det finns delade meningar om vilka växter som är lämpliga på gröna tak. En uppfattning idag är att utbudet av växter som kan planteras på gröna tak är oerhört begränsat, men genom att förstå miljön uppe på ett tak kan vi använda ett bredare utbud av växter än vad många tror (Dunnett och Kingsbury). Jag vill på kommande sidor försöka visa vilket brett utbud av växter som kan användas på gröna tak.

## VEGETATION PÅ INTENSIVA GRÖNA TAK

På intensiva gröna tak kan det planteras bland annat gräsmattor, perenner, buskar och träd. Vikt, typ av växtmedium och dräneringslag, förväntad höjd på växterna, typ av rötter, kronstorlek, resistens gentemot torka och övervattning, möjlig livstid och hur lätta de är att ersätta är ytterligare några faktorer som bör tas i betraktning vid val av vegetation (Cantor, 2008).

Det finns några punkter som bör tänkas igenom vid val av vegetation på intensiva gröna tak:

### Undersök hårdighet

Steven L. Cantor skriver i boken *Green roofs in*

*sustainable landscapedesign* (2008) att växmaterialet på gröna tak har rätt hårdighet är grundläggande. Cantor skriver att en tumregel är att sänka hårdigheten med en zon uppe på tak jämfört med på markplan. Jag har försökt att hitta denna tumregel i fler litteraturer utan att lyckas. Jag ifrågasätter denna regel eftersom ingen annan litteratur nämner denna. Dessutom kan de klimatiska förhållandena skilja sig starkt ifrån varandra mellan två tak som ligger inom samma hårdighetszon.

#### Använd hela skalan av växtmaterial

Det rekommenderas att kombinera vintergröna och lövfällande träd, klättrväxter, buskar, perenner, marktäckande vegetation och lökar. Många lökar är hårdiga och trivs bra på gröna tak och de flesta intensiva gröna tak har till exempel väggar som definierar gränser som klättrväxter kan växa mot. En del klättrväxter behöver kunna fästa sig mot ytor och det finns därför delade meningar om dessa klättrväxter ska användas eftersom de kan skada de ytor som de fäster sig mot över tid. Ytorna kan förberedas med till exempel gitter för att de inte ska skada (Cantor, 2008).

#### Tänk på hela säsongen

Att tänka på växternas utseende under hela säsongen är viktigt. Det är oftast inte önskvärt att alla perenner blomstrar under samma tidpunkt (Cantor, 2008).

#### Tänk på växternas speciella egenskaper, både de bra och dåliga

Eftersom utrymmet på gröna tak ofta är begränsat är det viktigt att vara medveten om växternas speciella positiva och negativa egenskaper, som doft, taggar och giftighet (Cantor, 2008). Enligt min mening är det också viktigt att tänka på hur allergiframkallande de växter som önskas användas är.

#### Undvik stökiga växter

Växter som är stökiga och kräver att det städas efter de, till exempel vissa specifika arter av träd som pil och fruktträd bör elimineras. Löv som faller från träd under hela säsongen kan täppa till avloppssystemet medan träd som släpper frukt bland annat kan dra till sig insekter (Cantor, 2008).

#### Undvik stora växter

Träd och buskar som blir stora är ofta inte lämpliga på gröna tak. Det kan i samband med detta nämnas att träd och buskar ofta inte blir lika stora på gröna tak som på markplan på grund av att de på gröna tak bland annat planteras i ett mer begränsat utrymme. Det begränsade utrymmet tillsammans med de klimatiska förhållandena som råder på taket kommer resultera i en hämmad tillväxt jämfört med om vegetationen hade planterats i en stor, öppen, skyddad yta i djupt växtmedium på markplan. Pinus, Acer och

Illustration 46-47. Hela skalan av vegetation bör användas på intensiva gröna tak.





Quercus anpassar sig bättre till mindre utrymmen jämfört med Tilia och Fagus.

Risken med att plantera en buske eller ett träd som växer för fort eller blir för stort är att det troligtvis måste tas bort, vilket kan vara en mödosam och dyr process på gröna tak (Cantor, 2008).

#### Undvik sköra växter

Växter som är sköra som Ailanthus och några arter av Salix som kan brytas i kraftig vind bör undvikas. Kostnaden av reparationer orsakat av brutna kvistar eller kostnaden av att ersätta träd kan vara ganska hög.

#### Överväg att använda bambus och gräs

Bambus och gräs har idag blivit populära växter. Bambus varierar mycket i färg, längd, textur, hårdighet, några är vintergröna och bambus är faktiskt en av de mest envisa växterna. Bambus bör planteras i någon form av behållare för att förhindra att rötterna ska sprida sig, eftersom dessa är ganska aggressiva. Det kan därför också vara svårt att kombinera bambus med andra växter som inte är speciellt konkurrenstillräckliga. Att använda gräs kan vara lika lämpligt som bambus. En av nackdelarna med gräs och bambus är att de kan behöva förtunnas vissa säsonger (Cantor, 2008). Enligt min mening ger bambus och gräs också ett vackert estetiskt uttryck under vinterhalvåret.

#### Expandera paletten

Trots att det finns ett brett utbud med lämpliga

växter är det inte fel att experimentera med växter som till exempel egentligen bör växa under andra förhållanden. Det är då viktigt att de planteras på en yta som de lätt kan tas bort ifrån om de skulle behöva ersättas (Cantor, 2008).

#### VEGETATION PÅ EXTENSIVA GRÖNA TAK

Till skillnad från den stora mångfalden av växter som kan planteras på intensiva gröna tak är paletten av växtmaterial betydligt mer begränsad på extensiva gröna tak. Detta på grund av att växtmediet är mycket tunnare med lågt näringsbehov och att taken ofta inte bevattnas eller gödslas. Precis som växterna på intensiva gröna tak måste växterna på extensiva gröna tak överleva extrema temperaturer, exponering, vind och torka (Osmundson, 1999).

Den suckulenta växten Sedum har länge använts på extensiva gröna tak (Osmundson, 1999). Anledningen till att suckulenta växter klarar att leva under dessa villkor är att de är motståndskraftiga mot stress, bristen på vatten i marken kompenseras genom att växterna själva lagrar vatten i sina vävnader och näringsbehovet uppfylls delvis av damm som faller från atmosfären och delvis genom nedbrytning av döda växtdelar (Dunnett & Kingsbury, 2008). I takt med att branschen har utvecklats under de senaste åren har man funnit fler växter som trivs

Illustration 48. Det extensiva gröna taket på Haraldrud, nordens största hallbyggnad.  
Illustration 49. Olika sorters vegetation på det extensiva taket på Augustenborgs botaniska takträdgård i Malmö.



på extensiva gröna tak.

Det är viktigt att vegetationen på extensiva gröna tak täcker och förankrar ytan av växtmediumet inom en rimlig tid efter plantering och fungerar självläkande så att den nya tillväxten växer i de områden som tagit skada vid till exempel torkning. Det är också viktigt att vegetationen överlever de klimatiska förhållandena som råder på taket (Dunnett & Kingsbury, 2008).

I varmare områden är växternas förmåga att stå emot sommarens torka den viktigaste faktorn för val av växter på extensiva gröna tak. I områden med långa och kalla vintrar är härdighet gentemot kyla under vintern den viktigaste faktorn och i områden med mycket nederbörd är härdighet gentemot våta perioder den viktigaste faktorn (Dunnett & Kingsbury, 2008). Med andra ord kan växter som är lämpliga i ett område vara olämpliga i ett annat.

### **Funktion**

Det finns två huvudsakliga faktorer som avgör vilka växter som används på extensiva gröna tak. Som redan nämnt är miljön (klimat, växtmedium och bevattning etc.) en av faktorerna, medan den andra är vilken funktion taket ska ha, om det ska vara synligt eller inte (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Vikten av de visuella kriterierna kan sammanfattas på följande sätt:

### ***Rent funktionella tak***

Det visuella utseendet har ingen betydelse och det är klokt att koncentrera sig på resurssnåla livsmiljöer (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Begränsad översikt till taket***

Taket kommer att ses på avstånd. Djärva mönster och enkla konstraster i lövverk avgör valet av växter (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Frekvent översikt***

Taket ses ofta på relativt nära håll. En stark visuell plantering är inte nödvändig, men ökar platsens prydnadsvärde (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Ornamental***

Takets visuella utseende är mycket viktigt. Ofta gränsar område till terrasser eller balkonger. Här bör tilltalande växter med olika former, färger, strukturer och texturer, både vintergröna och lövfällande, användas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Design***

Extensiva gröna tak brukar designas efter tre olika metoder; monokultur, enkla växtkombinationer och blandningar och växtsamhällen (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Monokultur***

I monokulturer används en växtart på egen hand eller några få arter planterade tillsammans i grupper som en del av ett mönster. Dessa planteringar är enkla och ofta visuellt ganska

ointressanta. Tak med monokultur är känsliga för sjukdomar eftersom det kan resultera i att stora delar av växtligheten på taket dör (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Enkla växtkombinationer och blandningar***

I enkla växtkombinationer och blandningar används ett begränsat antal arter eller sorter som odlas tillsammans. Enkla blandningar kan innehålla växter av liknande form, ett exempel är de sedummattor som Veg Tech producerar som består av 5-7 olika arter. Denna design bör föredras framför monokultur eftersom olika blandningar av arter har mer sannolikhet att innehålla en eller flera arter som kan överleva sjukdomar och stress (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### ***Växtsamhällen***

Växtsamhällen på extensiva gröna tak är oftast baserade på naturliga livsmiljöer. Växterna väljs och kombineras på ett sätt som nästan motsvarar deras förekomst i naturen. Dessa planteringar har ett naturalistiskt utseende och tenderar att vara självförsörjande och kräver lite underhåll (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Användningen av regionalt inhemska växter har blivit vanligare under de senaste åren.

Förespråkare för inhemska växter anser att dessa växter bör prioriteras på grund av att främmande växter med invasiva tendenser är ett stort problem i vissa regioner. Genom att använda inhemska växter introduceras inte potentiella

problematiske växter, inhemska växter stödjer det lokala djurlivet och användandet av växterna ersätter förlorade habitat. Det finns dock delade meningar över användningen av inhemska växter. En del ekologer anser att det inte finns många lokalt inhemska arter som blir framgångsrika på takens krävande miljöer och där utseendet är viktigt är införandet av växter med attraktiva blommor och blad under hela växtsäsongen avgörande. Lokalt inhemska arter är iögonfallande endast under en kort tid eller inte alls. Dessutom kan icke inhemska arter också ha betydande positiv effekt på djurlivet (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Jag tror det är viktigt att vara öppen för att kunna använda både inhemska arter och icke inhemska arter. Jag håller med om att icke inhemska arter oftast är attraktivare jämfört med inhemska arter, men jag anser att inhemska arter i alla fall kan användas på tak som ingen ser om de har lika stor eller större positiv inverkan på miljön jämfört med icke inhemska arter.

#### VEGETATION PÅ EXTENSIVA GRÖNA TAK

Min uppfattning är att många tänker på Sedum i samband med gröna tak. En del kallar till och med extensiva gröna tak för sedumtak. Det finns ett brett spektrum av växter som kan användas på extensiva gröna tak vilket jag ska försöka visa nedan.

#### Mossor, lavar och ormbunkar

På ostörda stentak växer det efter en tid mossor och lavar. Mossor och lavar växer också bland

annat på kala fläckar på tunna extensiva gröna tak där inga andra växter klarar av att växa på grund av det tunna växtmediumet.

Ormbunkar används ofta inte på extensiva gröna tak eftersom många av de inte är toleranta mot torra och varma förhållanden. Många ormbunkar är ändå toleranta gentemot stress och är anpassade för förhållanden i torr skugga som kan råda uppe på tak. Detta gör att de kan trivas på extensiva gröna tak (Dunnett och Kingsbury, 2008).

#### Lökar

Lågt växande lökar från torra kontinentala klimat är idealistiska för extensiva gröna tak. De växer och blommor tidigt på året för att sedan gå i vila under jorden och på så sätt överleva de klimatiska förhållandena på taket. Olika arter av Tulipa, Narcissus, Iris och Allium har visat sig att fungera bra på extensiva gröna tak. Den största nackdelen är att lökar efter blomning kan bli fula och spretiga och när de slutligen går i vila under jorden lämnar de ett naket område. Lökar bör därför spridas ut enstaka eller i små grupper kombinerat med växter som täcker marken under hela året (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### Annuelier

Annuelier växer, blommor, sätter frön och dör på

Illustration 50 och 51. På extensiva gröna tak med djupare växtmedium kan ett bredare urval av vegetation användas. Ovan Heinz Center 57, Pennsylvania och nedan The Green Institute i Minneapolis, i USA.



en och samma växtsäsong (Snodgrass & Snodgrass, 2006). Det är endast en del annueller som är anpassade att växa på extensiva gröna tak. De överlever bland annat genom att undvika den hårda tiden på året som vilande frön. Annueller är inte speciellt täckande, men deras intensiva blomsterfärger kan göra ett stort intryck. De mest framgångsrika annuellerna är de som självsår sig varje år (Dunnett & Kingsbury, 2008). Denna typ av växter bör inte vara dominerande på extensiva gröna tak eftersom de inte har den nödvändiga livslängd som krävs för att göra ett projekt kostnadseffektivt (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

#### **Örtartade perenner**

Perenner är fleråriga och de dör inte när de satt frö. Örtartade perenner är av estetiska skäl de mest önskade växterna på extensiva gröna tak. De kräver ett djupare växtmedium och erbjuder de största säsongsmässiga variationer och variationer i färg och textur (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

Örtartade perenner och gräs från torra habitat är de vanligaste växterna på extensiva gröna tak. Arterna kan delas upp efter vilken tjocklek de kräver på växtmediumet (Dunnett och Kingsbury, 2008).

#### **Örtartade perenner, växtmedium 4-6 cm**

Det är endast de mest stresstoleranta växterna som överlever på tunnare växtmedium. Många av dessa är succulenta växter som också överlever i ett djupare växtmedium, men tenderar att

elimineras på grund av konkurrens. Det viktigaste släktet av succulenta arter är som nämnt Sedum. En positiv aspekt med Sedum är att dess utseende ändras genom hela året (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Det har förekommit en del kritik gentemot extensiva gröna tak planterade med Sedum eftersom en del ekologer menar att de inte stöder den biologiska mångfalden. De anser att denna typ av gröna tak bland annat inte stödjer populationer med insekter och fåglar (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Det kan hända att extensiva gröna tak planterade med Sedum inte stödjer den biologiska mångfalden lika mycket som ett tak med tjockare växtmedium planterad med en annan sorts vegetation. Extensiva gröna tak planterade med Sedum stödjer den biologiska mångfalden mer jämfört med ett tak utan vegetation. Det positiva med denna typ av gröna tak är att växtmediumet är så tunt att det kan läggas på i princip alla existerande tak utan att deras konstruktion behöver förstärkas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Det finns andra växter förutom Sedum som kan planteras i detta tunna växtmedium, som *Petrorhagia saxifraga*, *Saxifraga crustata* och *Euphorbia cyparissias*.

Problem med svampsjukdomar kan begränsa användningen av tunna växtmedium i en del klimat (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Örtartade perenner, växtmedium 6-10 cm**

Växterna som växer i detta tunna växtmedium är oftast lågvuxna med varierande färger. *Dianthus*, *Thymus*, *Alyssum*, *Campanula* och *Potentilla* är några exempel. Växter som är högre så som *Iris* kan gärna planteras tillsammans med de lågvuxna växterna för att skapa variation (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Örtartade perenner, växtmedium 10-15 cm**

Tjockleken på växtmediumet ökas ofta när de visuella effekterna ska vara stora eftersom det kan användas ett bredare urval av växter när växtmediumet blir tjockare. Bladen och blommornas färger, blomstringstid och struktur är några viktiga faktorer att tänka på vid val av växter här (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Det är viktigt att vara medveten om att ett djupare växtmedium skapar ett mer gästvänligt klimat för ogräs vilket kan resulterat i större underhållskostnader och relativt få örtartade perenner är vintergröna. Om utseendet vinters tid är viktigt måste det ges en kompensation under vintern medan vegetationen är i vila (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

#### **Gräs och halvgräs**

Gräs har huvudsakligen tre syften på extensiva gröna tak. De kan användas för att forma en matris inom vilken ängsblommor är inbäddade, de kan användas som prydnadsväxter eller vara dominerande, som de är på de traditionella torvtaken.

De flesta arter av gräs trivs inte i de tunnaste växt-

mediumen. Förutom ett par små arter av *Festuca* är det endast ett begränsat antal korta halvgräs som planteras i växtmedium tunnare än 6 cm (Dunnett & Kingsbury, 2008).

En spridning av arter av *Festuca* bland lågväxande blomstrande växter i ett 6-10 cm tjockt växtmedium kan skapa en underbar naturalistisk verkan. Det är inte bara arter av *Festuca* som kan trivas på extensiva gröna taken. Där växtmediumet är tjockare än 6 cm kan bland annat olika arter av *Melica* och *Stipa* trivas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Potentiellt växtmaterial för extensiva gröna tak**

Växter som växer på extensiva gröna tak med tunt växtmedium utsätts som redan nämnt för extrema klimatförhållanden, särskilt torka och vindexponering. När man söker efter nya lämpliga växter som kan tänkas trivas på extensiva gröna tak är det därför rimligt att koncentrera sökandet till områden där växterna naturligt växer under liknande förhållanden, som på fjället och längs kusten (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Leveransform**

Målet är att säkra bra etablering. Hur växterna levereras kan vara avgörande för resultatet och skötselbehovet de första åren (Wells, 2008). Leveransformen påverkar också det gröna takets kostnad samt sätter begränsningar för vad för slags vegetation som kan användas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Jag kommer endast kort nämna de olika leveransformerna som finns för växter på extensiva gröna

tak. Växter som planteras på intensiva gröna tak kan också leveras i några av dessa former.

#### **Frön**

Att så är en kostnadseffektiv teknik för ytor som är större än 20 kvadratmeter. Det kan till exempel vara lämpligt att så gräs. Några av nackdelarna är att det tar lång tid för växterna att etableras, 2-3 år, och det finns en chans att det uppstår konkurrens vilket leder till att starkt växande arter eliminerar de svagare arterna vilket resulterar i sämre mångfald (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Sticklingar**

Sticklingar etablerar sig snabbare jämfört med frön och är ett utmärkt val om klienten vill ha ett fullt etablerat tak ett år efter plantering. Sticklingar är dyrare än fröer och ett bredare urval av växter kan användas (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

#### **Pluggs**

Direkt plantering är det bästa sättet att etablera ett småskaligt grönt tak på (Dunnett & Kingsbury, 2008). Pluggs är huvudsakligen sticklingar med etablerade rotsystem som erbjuder en kompromiss mellan kostnad och flexibilitet. Några av fördelarna med pluggs är att de förlänger planteringssäsongen och tillåter en mer noggrann design genom placering av växterna (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

#### **Containrar**

När mer etablerade växter behövs från början

av används växter planterade i containrar. Om växtmediumet är lika djupt på det gröna taket som i containern kommer växterna att etablera sig fortare än vad pluggs gör.

Växter odlade i containrar är ofta inte lämpliga på gröna tak, det finns olika orsaker till detta. Till exempel odlas inte växter i containrar i den sorts växtmedium som finns på gröna tak utan i vanlig växtjord från plantskolan, dessutom är denna typ av etablering ganska kostbar (Dunnett & Kingsbury, 2008).

#### **Vegetationsklädda mattor**

Vegetationsklädda mattor är redan odlade växter som är fullvuxna vid installation. Mattorna fungerar bra på lutande tak eftersom de är färdiga produkter och det därför är mindre chans för erosion (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

#### **Moduler**

En modul är en enhet som innehåller växtmedium, dräneringssystem och växter. Det kan sägas att moduler ersätter de normala lagen i ett grönt tak. Modulerna kan läggas direkt på tätskiktet för att ge en omedelbar verkan (Dunnett & Kingsbury, 2008). Denna typ av leveransform är det dyraste etableringsalternativet. De delar många av fördelarna och nackdelarna med vegetationsklädda mattor. Moduler möjliggör större precision och variation jämfört med vegetationsklädda mattor. De är lätta att byta ut eftersom de är slutna enheter som kan lyftas ut utan större störningar för resten av installationen (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

### *Spontan kolonisering*

Spontan etablering är den mest miljövänliga och billigaste etableringsmetoden jämfört med nämnda metoder. Det är endast de växter som är lokalt tillgängliga och helt anpassade till takets miljö som kommer att överleva. Spontan kolonisering är för de flesta inte visuellt vacker eftersom vegetationen är vad många skulle döma vara ogräs och taket kommer ha en del områden som helt saknar vegetation. Med tiden kan dessa tak bli mycket värdefulla för den biologiska mångfalden (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Den information som finns om vegetation på intensiva och extensiva gröna tak skiljer sig. Informationen som finns om vegetation på extensiva gröna tak är mer specifik jämfört med den information som finns om vegetation på intensiva gröna tak. Vad detta beror på är svårt att svara på. Kanske beror det på att vi ofta kan använda den vegetation som vi finner på markplan på intensiva gröna tak, medan vi inte har lika mycket erfarenhet om växtvalet på extensiva gröna tak.

### **MÖNSTER**

Det finns flera metoder att göra gröna tak mer attraktiva för brukare och omgivningen runt omkring. Ett exempel är att skapa olika mönster på taket med hjälp av till exempel olika växter och eller belägg.

En del extensiva gröna tak kan enligt min mening

vara ganska enformiga att se på ovanifrån. Genom att till exempel komplettera sedumvegetation med ytor av singel kan synligt extensiva gröna tak få en starkare och mer intressant utformning.

### **MATERIAL**

Det finns många olika sorters material som kan användas på gröna tak. Om materialkvalitet används med omtanke kan intrycket av ett litet och skuggfullt utomhusområde ökas väsentligt. Det finns allt för många projekt i Norge där exklusiva material använts utan att öka varken det estetiska värdet eller användarkvaliteten (Guttu & Schmidt, 2008).

Material som genererar luftföroreningar på grund av läckage eller utsläpp av gasformiga ämnen och material som innehåller komponenter som är farliga för växter ska inte användas. Dessutom bör material som kan återvinnas användas (FFL, 2008).

### **TRANSPORT AV MATERIAL UPP PÅ TAKET**

När man ska välja material på gröna tak, speciellt på befintliga byggnader, är det viktigt att fundera över hur materialet ska transporteras till taket. Det är enklare, renare och billigare att transportera

Illustration 52 och 53. Mönster på gröna tak. Ovan Augustenborgs Botaniska Takträdgård i Malmö och nedan Geno Haus i Stuttgart i Tyskland.



tegelsten jämfört med våt betong i hissen. Ska det gröna taket däremot anläggas på en ny byggnad kan kranar och hissar lyfta upp nästan vilket material som helst på taket (Osmundson, 1999).

## INREDNING

Osmundson skriver i *Roof gardens: history, design and construction* (1999) att om ett område utomhus är obekvämt kommer det inte användas, om det inte erbjuder en attraktion som avsevärt väger upp komfort. Det är därför viktigt att intensiva gröna tak har en bra inredning. Inredningen ska vara vattenfast så att den kan stå ute stora delar av året. Om inredningen inte ska plockas bort vid hård vind är det som nämnt tidigare viktigt att använda en inredning som inte blåser bort och orsakar skada.

Inredning på gröna tak innehåller spaljéer, pergolas, vattenelement och belysning. Design och installation av inredningen är platsspecifik och särskilt hänsyn måste göras till konstruktiva, strukturella och arkitektoniska krav. Inredningen måste vara robust och vara placerad så att den sprider sin vikt jämnt. Det är speciellt viktigt att säkerställa att ingen stress genereras på den stödjande basen. Med andra ord måste vikt samt luftmotstånd tas hänsyn till vid val av inredning.

Inredningen kan installeras med hjälp av ett system som förankrar den till taket och fördelar belastningen. Den ska integreras i uppbyggnaden

med hjälp av fundament som inte går igenom tätskiktet (FFL, 2008).

### Spaljéer och pergolas

Det konstrueras ofta strukturer på intensiva gröna tak, till exempel spaljéer och pergolas. Som nämnt tidigare kan dessa strukturer mildra effekterna av klimat och väder, samtidigt som de ger ett visuellt intresse. Pergolas kan ha stor betydelse om de är placerade som en central faktor kring vilket resten av det gröna taket är utformat. De blir då områdets mittpunkt både visuellt och för aktivitet (Osmundson, 1999).

### Vattenelement

Det är möjligt att ha rörligt och stillastående vatten i ett obegränsat antal olika designkonstruktioner på gröna tak. Exempel på vattenelement som man kan hitta på gröna tak är vattenfall och fontäner. Bruk av vattenelement begränsas endast av hur mycket belastning taket tål och starka vindar som tar med sig vatten. Det sistnämnda problemet kan motverkas genom att installera vindsensorer som stänger av vattenelementet när vindhastigheten når en viss gräns (Osmundson, 1999).

På tak på existerande byggnader som inte tål mycket belastning kan det också konstrueras

Illustration 54 och 55: Två olika former av vattenelement på gröna tak. Ovan Augustenborgs Botaniska Takträdgård och nedan Peggy Notebaert Nature Museum i Chicago i USA.



fantasifulla dammar och bäckar. Mycket av effekten med vatten uppträder på vattenytan, därför behöver inte vattenfall och fontäner vara djupare än 10. Vid stillastående vattenelement är ett vattendjup på 25 till 38 cm målad med svart insida tillräckligt för att ge ett intryck av djup (Osmundson, 1999).

Det finns flera metoder att installera vattenelement på gröna tak, bland annat beroende på om taket är isolerat eller inte. Det kanske viktigaste är att vattenelementen ska konstrueras så att de inte läcker. Vattnet ingår ofta i ett cirkulerande vattensystem som leds i rör i taket på våning under. Eftersom en del vatten försvinner genom evaporation och med vinden fyller man på med nytt vatten härifrån (Osmundson, 1999).

### Belysning

I dagens högteknologiska samhälle, speciellt i USA och Västeuropa, är natten längre inte mörk. När solen går ner tänds alla stadens lampor. Allt detta artificiella ljus resulterar i överskottsljus som förstör den naturliga kontrast som fanns förr och skymmer sikten mot natthimmeln. Resultatet blir det som astronauterna kallar för ljusföroreningar. Det var astronauterna som slog larm om ljusföroreningar när de upptäckte att de fick allt svårare att se stjärnor och planeter. Ljusföroreningar får, enligt flera rapporter, långt större konsekvenser än astronauternas försämrade forskningsmöjligheter, bland annat påverkas människans hälsa och ekosystemet. Flera undersökningar har visat att nattligt

artificiellt ljus ökar risken för cancer, särskilt bröstcancer hos kvinnor och att människan har svårare att kunna upprätthålla dygnsrytmen. En del forskare anser också att ljusföroreningar kan leda till svår huvudvärk, trötthet och ångest. Ekosystemet påverkas av att det ljusmässigt snart inte är någon skillnad mellan natt och dag. Växters och djurs naturliga liv och dygnsrytm störs, till exempel kan nattaktiva djur få problem med att navigera (Johansson, 2008).

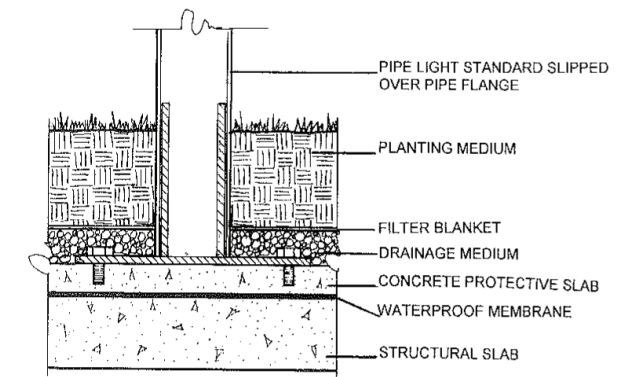
Det är viktigt att vara medveten om vad ljusförorening är och hur det påverkar växt- och djurlivet. Extensiva gröna tak behöver kanske inte belysas och ett intensivt grönt tak som man önskar att belysa behöver kanske inte belysas hela natten.

Sommarnatten i nordnorden ger nog med ljus till att uppfatta omgivningen, därför är det speciellt utomhusbelysning under vinterhalvåret som är aktuellt här (Sandberg, 2008).

När ett grönt tak ska utformas eller när ett existerande grönt tak ska belysas bör man definiera hur området ska användas eller används och hur stort ljusbehovet är. Områdets karaktär bör också definieras och man bör se på dagens

Illustration 56. Det gröna taket på 10 th @ Hoyt apartment i Portland i USA har svag belysning.

Illustration 57: Snittet visar ett exempel på hur belysning kan fästas på gröna tak.





ekonomi och hur framtida drift och underhåll kommer att se ut. Om existerande belysning ska bytas ut ska den nya belysningen inte dra mer energi än den gamla (Kristiansen, 2008). Det är också viktigt att se på hur mycket eller lite ströljus från gator och byggnader runt omkring som når taket.

Belysning av ett grönt tak är minst kostsam när denna planeras under det gröna takets utformning så att elektriska ledningar kan installeras under uppbyggnaden. Att placera ledningar och nödvändiga kopplingsdoser innan placering av växtmediumet eliminerar kostanden för grävning senare. De elektriska ledningarna kan antingen installeras på takytan under dräneringslaget eller mellan växtmediumet och dräneringslaget beroende på vilken sort av dränering som används. Om det önskas höga armaturer är det viktigt att vara medveten att dessa troligtvis måste stå emot tryck från starka vindar och därför måste vara säkert förankrad nedanför det gröna takets tätskikt. Det är egentligen inte önskvärt att penetrera tätskiktet. När mindre armaturer används ska deras förankring inte genomtränga tätskiktet (Osmundson, 1999).

Det finns många olika ljuskällor och armaturer att använda på gröna tak. Fram tills inte så länge sedan har vi belyst utomhusområden med bland annat glödlampor och kvicksilverlampor. Dessa lampor är på väg ut och LED-belysning på väg in. Några av fördelarna med LED-belysning är att den

har mycket lång levnadstid, klarar sig bättre i kyligare miljöer och är mer miljövänlig (FGL, u.å.). Enligt min mening är också skulpturer, bord, stolar och papperskorgar en del av inredningen på gröna tak.

### Skulpturer

Skulpturer är viktiga inslag i alla trädgårdar. De kan installeras när man vill markera en funktion eller ge trädgården ett centrum. Det är endast hur mycket belastning taket tål som sätter begränsning för vad för slags skulpturer som kan användas. Om det gröna taket är designat samtidigt som resten av byggnaden kan takkonstruktionen utformas för att stå emot de koncentrerade lasterna från skulpturer. Om skulpturen ska installeras på en befintlig byggnad bör skulpturen vid behov installeras där taket tål som mest vikt. Om byggnadens konstruktion tål en begränsad belastning kan skulpturerna skapas av material som väger lite, som ihållig metall och plast (Osmundson, 1999).

### Bord, stolar och papperskorgar

När Guttu och Schmidt registrerade utomhusarealer i Norge registrerade de många kroppsfiendliga bänkar, stenbänkar, bänkar utan ryggstöd placerade i skugga och vindutsatta

Illustration 58 och 59. Olika former av flyttbara stolar och bord. Ovan grönt tak på bostadskomplexet The Helena och nedan One union square i New York.



områden.

Det är viktigt att sittlelement betraktas som sittredskap och inte skulpturer.

Enligt Guttu och Schmidt ökar flyttbara bänkar brukmöjligheten väsentligt i mindre områden (Guttu & Schmidt, 2008).

Det gröna taket bör också bestå av väl utformade och noga placerade papperskorgar.

## BELÄGGNING

Det finns många olika sorters beläggning som kan läggas på gröna tak. Materialbruk och olika kombinationer av material begränsas nästan enbart av fantasi och smak.

Det är några ting som bör tas i betraktning vid val av beläggning:

### Bländning

Som nämnt tidigare i uppgiften kan bländning vara ett stort problem på gröna tak. Det bör därför användas material och element som absorberar solljus. Det finns ett stort sortiment av beläggning, från mörkt färgad betong till kakel och tegel, som absorberar solljus och minskar bländning. Betong bör inte användas i områden där snabb nedfrysning och upptining sker eftersom betong är känslig för sprickbildning under dessa förhållanden (Osmundson, 1999)

### Grus

Det rekommenderas att inte använda löst grus

på intensiva gröna tak eftersom grus ofta sparkas omkring och resulterar i mer underhåll. Dessutom är det svårt att manövrera barnvagnar, rullstolar och liknande på grus (Osmundson, 1999).

### Asfalt

Asfalt är oftast opraktiskt och omöjligt att installera på gröna tak eftersom ytan måste behandlas med tung utrustning. Asfalt kan därför endast användas om det gröna taket är direkt tillgängligt från markplan och konstruktionen tål den tunga utrustningen som ytan måste behandlas med (Osmundson, 1999).

### Prefabricerad gatusten

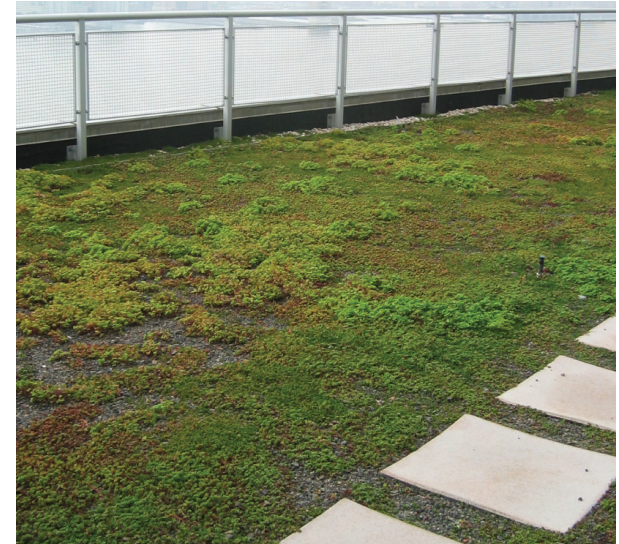
En av fördelarna med att använda prefabricerad gatusten är att dessa enheter lätt kan tas bort så att takytan under lätt kan rengöras och eller repareras om det skulle behövas (Osmundson, 1999).

## UNDERHÅLL

Att designa underhållsfria gröna tak är förmodligen en ouppnåelig uppgift. På extensiva gröna tak kan underhållet begränsas till några enkla årliga uppgifter medan intensiva gröna tak ofta kräver mer underhåll. Dunnett & Kingsbury

Illustration 60. Beläggning kombinerat med vegetation på det gröna taket på bostadskomplexet Verdesia i New York.

Illustration 61. The Louisa i Portland har prefabricerad gatusten vilket rekommenderas att användas.



betonar i *Planting green roofs and living walls* (2008) att målet med designen av ett grönt tak bör om möjligt vara inriktat på att minimera underhåll och reducera eller minska behovet av bland annat gödslingsmedel och bevattning. Medan taket designas är det också viktigt att tänka på vart redskap som ska användas vid underhåll ska bevaras och vart till exempel kvistar och klippt gräs ska läggas. Ska de tas bort från taket eller komposteras uppe på taket?

#### UNDERHÅLL PÅ INTENSIVA GRÖNA TAK

Beroende på hur taket är designat kan det på denna typ av gröna tak vara nödvändigt att utföra följande uppgifter 8 till 10 gånger per år:

- Luckra i planteringarna
- Borttagning av oönskad vegetation och ogräs
- Gödsling
- Beskärning
- Borttagning av löv som fallit från buskar och träd
- Skyddsåtgärddning mot frost
- Bekämpning av skadedjur och sjukdomar
- Borttagning av avfall
- Kontrollera bevattningssystemet
- Kontrollera dräneringssystemet (FFL, 2008).

På gräsmattor och ängsmarkliknande områden kan det vara nödvändigt att utföra följande uppgifter 2 till 12 gånger per år:

- Klippning
- Borttagning av gräsklippen
- Gödsling
- Luftning
- Sandning

- Bekämpning av skadedjur och sjukdomar
- Upprepa frösåning
- Kontrollera bevattningssystemet
- Kontrollera dräneringssystemet (FFL, 2008).

#### UNDERHÅLL PÅ EXTENSIVA GRÖNA TAK

Extensiva gröna tak kan behöva underhåll i form av bland annat borttagning av oönskade arter, gödsling och bevattning tills ungefär 90 % av marktäckning har uppnåtts, vilket kan ta upp till 2 år.

En eller två visuella kontroller per år bidrar till att avgöra vilka underhållsåtgärder som behövs. Det kan vara nödvändigt att utföra följande uppgifter 2 till 4 gånger per år:

- Borttagning av oönskad vegetation och ogräs
- Gödsling
- Beskärning
- Bevattning
- Fylla igen områden där växter saknas
- Ersättning av växtmedium som har försvagats
- Hålla tekniska anläggningar fria från växterna (FFL, 2008).

#### UNDERHÅLL PÅ INTENSIVA OCH EXTENSIVA GRÖNA TAK

##### Oönskade arter och ogräs

Ett sätt att minimera ogräs och oönskade arter är att plantera marktäckande vegetation eftersom det gör det svårare för ogräs och oönskade arter att etableras. Ett annat sätt att minimera ogräs är att upprätthålla en grov och torr yta på växtmediumet.

Det finns stor risk för att vind för med sig frön upp på taket som sedan etableras. Frön från träd och buskar som *Betula* och *Salix* är problematiska eftersom deras rötter skadar tätskiktet. På gröna tak där detta är ett problem rekommenderas det att genomföra rensning av oönskade arter en till två gånger per år. Lämpligen innan de oönskade arterna går till utsäde (Dunnett & Kingsbury, 2008).

I samband med detta kan det nämnas att det finns diskussioner om vad ogräs är. En del förespråkare för extensiva gröna tak anser att arter som börjar växa på taken som inte blivit planterade där, även om de liknar arter på taket, ska rensas bort. Andra förespråkare anser att ett extensivt grönt tak är en dynamisk miljö, där frivilliga arter är välkomna så länge deras rötter inte penetrerar tätskiktet och inte belastar taket mer än vad det är konstruerat för. Den spontana vegetationen kan över tid konkurrera ut de ursprungliga arterna. Om det gröna taket fungerar som innan, uppfattas inte detta som ett problem (Cantor, 2008).

Om designens syfte är att det gröna taket ska ha ett visst utseende anser jag att ogräs kan rensas bort, men om utseendet har liten betydelse ser jag inget problem med att nya arter konkurrerar ut de ursprungliga arterna så länge de nya arterna inte skadar taket.

##### Bekämpa skadedjur och sjukdomar

Skadedjur och sjukdomar är ovanligt på gröna tak, delvis eftersom de arter som används, framför allt på extensiva gröna tak, i allmänhet inte drabbas

av särskilda problem med skadegörare. Under höstar med mycket nederbörd kan svampsjukdomar resultera i fläckar på vegetationen. Svampsjukdomarna kommer ofta från löv som ackumulerats på det gröna taket. Problemet kan därför förhindras genom att inte låta löv samlas (Dunnett & Kingsbury, 2008).

### Gödsling

På gröna tak planteras det oftast stresståliga växter. Lite gödsling efter att växterna har etablerats har visat sig att öka växternas tillväxt. Två år efter plantering är ofta en bra tidpunkt att gödsla det gröna taket lite eftersom växterna är väletablerade och mycket av näringsinnehållet i växtmediumet har uttömts. Ekologiska alternativ baserade på animaliska produkter kan användas som gödsel (Dunet & Kingsbury, 2008).

Under bevattning nämnde jag att det pågår en diskussion om gröna tak ska bevattnas eller inte. Ungefär den samma diskussionen pågår om gröna tak ska gödslas eller inte. Detta eftersom gödsel ibland är en potentiell källa till förorening av dagvattnet. En del städer, särskilt i Europa förbjuder bruk av gödsel på gröna tak (Cantor, 2008). Gödsel ska, precis som bevattning, kunna användas för att förbättra vegetationens tillväxt och för att de inte ska dö eller ta skada. Detta förutsätter att gödseln som används inte påverkar dagvattensystemet negativt i stor grad. Det ska med andra ord inte finnas något gödselsystem på gröna tak, istället ska en trädgårdsmästare avgöra när och vart gödsling är nödvändigt.

Inget grönt tak är det andra likt och därför kräver de olika form av och olika mycket underhåll.

# KONKLUSION

För att kunna svara på problemställningen om vilken kunskap som krävs för att utforma vällyckade gröna tak är det många områden som kan uppmärksammas och diskuteras. Det finns fler inriktningar att observera, men jag har valt de som jag anser viktigast. Kostnader är en faktor som jag kunde tagit med eftersom de skulle kunna påverka hur vällyckade gröna tak kan bli. Mindre medel kan leda till begränsningar, men resulterar framför allt i en större utmaning för de som utformar taket. Det går med andra ord enligt min mening att skapa vällyckade gröna tak med lite medel, men det kan kräva mer kreativitet jämfört med om man hade haft mer medel.

Jag har önskat att få en förståelse för hur gröna tak ska utformas för att bli vällyckade, vilket jag har fått. Denna del inspirerar mig också till hur man kan utforma gröna tak. Till exempel var jag tidigare ovetande om att lätta terrängformer kan skapas.

Att utforma gröna tak kräver mycket mer kunskap än vad jag trodde. Jämfört med på markplan är det oftast fler faktorer som begränsar utformningen. Gröna tak är inte tillfälliga installationer och det är därför viktigt att uppbyggnaden görs riktigt. Felaktig dränering kan få förödande konsekvenser. Det är troligtvis på grund av detta som gröna tak vanligtvis utformas av flera personer inom olika kompetensområden.

Jag kommer att använda kunskapen från denna del för att designa ett vällyckat grönt tak på Galleri Oslo.



## **DEL 4 HUR KAN ETT GRÖNT TAK PÅ GALLERI OSLO UTFORMAS?**

INTRODUKTION    REGISTRERING    ÖNSKNINGAR, MÅL OCH UTMANINGAR  
KONCEPT OCH ÖVERORDNAD IDÉ    INSPIRATION    ILLUSTRATIONSPLAN    ILLUSTRATIONSOPPRISS  
VÄXTPLAN    VÄXTLISTA    TEKNISK PLAN    TEKNISKA PRINCIPSNITT    GROV VIKTBERÄKNING  
ILLUSTRATIONER    KONKLUSION

# INTRODUKTION



Illustration 62. Illustrationen visar den västra delen av Galleri Oslos tak. Bilden är tagen mot nordöst.

## BAKGRUND FÖR VAL AV PROJEKT

I startfasen av denna uppgift kom jag som nämnt i kontakt med Daniel Molin på Akershus fylkeskommune. Han hade då börjat se på möjligheterna att anlägga ett grönt tak på den del av Galleri Oslo som ligger väster om Nylandsveien.

Genom att anlägga ett grönt tak på Galleri Oslo skulle Akershus fylkeskommune enligt Molin kunna fungera som föregångare för gröna tak i huvudstadsregionen samtidigt som det gröna

taket skulle bidra till att generera kunskap. Molin tror också att arbetsmiljön skulle bli bättre med ett grönt tak eftersom de anställda skulle få tillgång till en grön uteplats.

## KARTGRUNDLAG

Det finns inga digitala ritningar över Galleri Oslo och LPO arkitekter, som ritade byggnaden, har kastat sina ritningar. Galleri Oslos vaktmästeri och Plan og bygningsetaten i Oslo har en del ritningar, men det har varit svårt att hitta ritningar på allt som jag önskat. Måtten på existerande ritningar

har inte alltid stämt överrens med verkligheten. Kartgrundlaget som används har jag ritat efter att ha studerat ritningar och tagit egna mått.



# REGISTRERING

## LOKALISERING



Illustration 63. Norge.



Illustration 64. Oslo kommun.

Galleri Oslo ligger i Schweigaards gate, strax intill Oslo centralstation. Det kan sägas att Nylandsveien delar byggnaden i två delar, en västlig och en östlig del. Byggnaden är sammanhängande under vägen.

Projektområdet omfattar den västliga delen.



Illustration 65 och 66. Området runtomkring Galleri Oslo.

## HISTORIA

Den 21 år gamla byggnaden är ritad av LPO arkitekter och stod färdig 1989 (Slettholm & Halvorsen, 2010).

Byggnaden innehåller Oslo bussterminal, samt lite näringsverksamhet och Akershus fylkeskommunes huvudkontor.

Under 1980-talet kallades Galleri Oslo av en del för stadens hjärta (Ulstein, 2010), men idag går byggnaden bland annat under namnen monsterbyggnad och Oslos berlinmur. Byggnaden har i Aftenposten flera gånger utnämnts till Oslos fulaste byggnad (Slettholm & Halvorsen, 2010).

Galleri Oslo var tänkt att vara en överbyggd handelsgata, något den inte är idag. LPO arkitekter menar att Oslo City förstörde för Galleri Oslo, medan Didrik-Hvoslef Eide, arkitekt och styrelsemedlem i Oslo Byens Vel, menar att byggnaden är ett dåligt stadshus i sig själv (Slettholm & Halvorsen, 2010).

Den 2 februari i år kunde det i artikeln *Oslos mest utskjelte bygg kan bli revet* läsas att Plan och bygningsetaten i Oslo föreslår ombyggnad eller rivning av Galleri Oslo på grund av att de bland annat önskar att rusta upp nedre del av Akerselva. I samband med upprustningen av Akerselva finns det flera förslag för Galleri Oslo, ett av dem är att riva den och bygga lägenheter.

Det finns delade meningar om Galleri Oslo bör

rivas eller inte. När jag läste denna artikel blev jag osäker på om detta kom till att påverka mitt projekt och i så fall i hur stor grad. Daniel Molin har varit medveten om denna diskussion i flera år och ansåg därför att projektet med ett grönt tak på Galleri Oslo skulle slutföras. Ett grönt tak kommer inte ändra byggnadens funktion eller fasadens utseende. Att anlägga ett grönt tak på Galleri Oslo tror jag däremot kan uppmärksamma temat i större grad eftersom byggnaden redan är relativt omdiskuterad.

Illustration 67 och 68. Galleri Oslo. Den övre bilden är tagen mot nordöst och den nedre från Nylandsveien mot nordväst.



## EXISTERANDE SITUATION OMRÅDET RUNTOMKRING



Illustration 69. Postgirobygget i bakgrunden av Galleri Oslos norra fasad. Bilden är tagen mot sydväst.



Illustration 70. Oslo centralstation med Postgirobygget till vänster. Bilden är tagen mot väst.



Illustration 71. Oslo postterminal med Galleri Oslo till vänster. Bilden är tagen från gångbron som går över Schweigaards gate mot öst.



Illustration 72. Galleri Oslo med byggnaderna runtomkring. Den västligaste delen av projektområdet ligger omkring 19 m ovanför markplan och den östliga delen ligger omkring 16 m respektive 11 m ovanför markplan.



Illustration 73. Oslo City. Bilden är tagen från taket på Galleri Oslo mot väst.



Illustration 74. Oslo spektrum. Bilden är tagen från taket på Galleri Oslo mot nordväst.



Illustration 75: Hotell Plaza i bakgrunden av Galleri Oslos södra fasad. Bilden är tagen från Schweigaards gate mot nordväst.

## TAKETS UTSEENDE



Illustration 76. Existerande terrass. Genom mötesrum 803 kan brukarna komma in och ut på terrassen.



Illustration 77. Fallet är 1:60 över stora delar av taket. Brunnarna ligger längs takets norra sida.



Illustration 78. Dörrar som är låsta och används av de som underhåller taket.



Illustration 79. Under kupolen finns en brandtrappa.

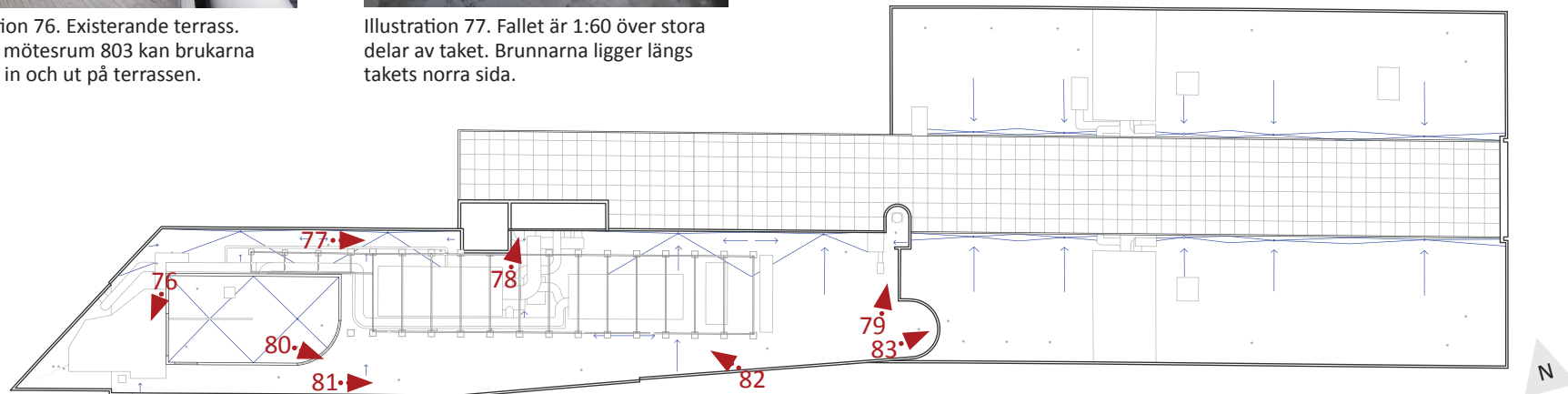


Illustration 80. Utsyn mot öst från mötesrum 803.



Illustration 81. De är oklart vad dessa vertikala installationer har för funktion. De kan enligt arkitekten flyttas vertikalt och horisontalt.



Illustration 82. Existerande konstruktion som ser ut att stötta delar av existerande installationer.



Illustration 83. Denna del av taket ligger lägre och har ett glastak som är upphöjt ovanför övrig takyta.

### STORLEK

Taket är som längst omkring 135 m och som bredast omkring 32 m. Den sammanlagda takytan är omkring 3 000 kvadratmeter. Taket har många fasta installationer i olika storlekar.

### VIKT

I startfasen av projektet var det tänkt att en ingenjör skulle se på hur mycket taket kan belastas idag och hur det kan förstärkas för att belastas ytterligare. Eftersom detta tog längre tid än beräknat har jag försökt att sätta mig in i detta tema på egen hand.

Enligt Björg Endersen på Multiconsult, som räknade på belastningen när byggnaden byggdes, är taket dimensionerat för i alla fall vanlig snölast, det vill säga 150 kg per kvadratmeter. Vid den existerande terrassen är taket konstruerat för att tåla mer belastning.

Byggnaden har bärande ytterväggar vilket resulterar i att taket tål minst tyngd på mitten. Det är enligt Endersen inte omöjligt att förstärka byggnadens konstruktion så att taket kan belastas mer. Om konstruktionen ska förstärkas från markplan påpekar Endersen att det kan vara svårare att förstärka den del av taket som ligger ovanför bussterminalen. Detta eftersom busstrafiken kräver ett visst utrymme (Endersen, 2010).

Efter att ha studera byggnaden ser det ut som konstruktionen kan förstärkas från markplan, att ytterväggarna förstärks ytterligare eller att taket

förstärks med fler bjälkar. Som nämnt måste en ingenjör se på detta.

### IN- OCH UTSYN

Det är en fin utsikt från taket ut över staden.

Galleri Oslo är omringad av olika byggnader. Tre av dessa; Hotell Plaza, Postgirobygget och Oslo postterminal, har direkt insyn på taket. Detta resulterar i att man kan känna sig övervakad.

### BRUK

Den västligaste delen av taket har träbeläggning och är möblerad med bord och stolar och används som uteplats av de anställda på Akershus fylkeskommune (se illustration 76).

### IN- OCH UTGÅNGAR

Akershus fylkeskommune har tillgång till den västliga delen av taket genom mötesrummet som ligger vid den befintliga terrassen. Det finns ytterligare en in- och utgång på denna del av taket som används av de som underhåller byggnaden (se illustration 78).

Den östliga delen av projekteringsområdet, som har färre etager under sig, har in- och utgångar som endast används av de som underhåller taket.

Illustration 84-85. Det finns utrymme att förstärka konstruktionen från markplan också vid bussterminalen om det skulle vara önskvärt.

Illustration 86: Utsikt från taket på Galleri Oslo mot öst.



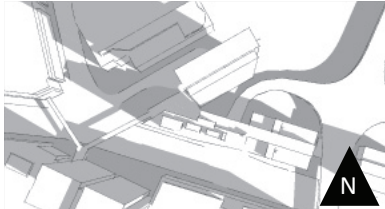


Illustration 87. Solförhållanden höst- och vårdagjämning klockan 9.00.

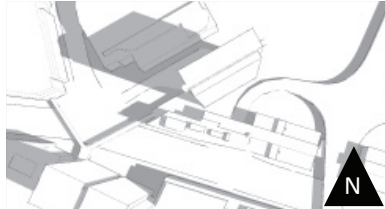


Illustration 91. Solförhållanden den 20 juni klockan 9.00.

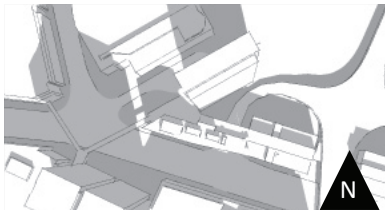


Illustration 88. Solförhållanden höst- och vårdagjämning klockan 12.00.

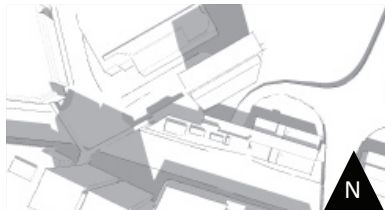


Illustration 92. Solförhållanden den 20 juni klockan 12.00.

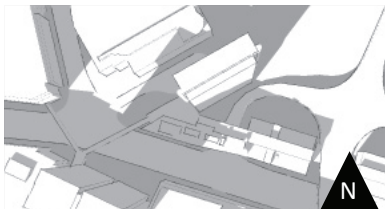


Illustration 89. Solförhållanden höst- och vårdagjämning klockan 15.00.

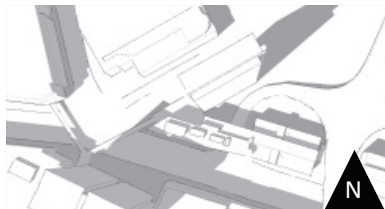


Illustration 93. Solförhållanden den 20 juni klockan 15.00.

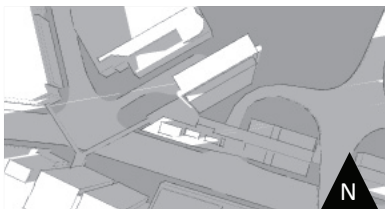


Illustration 90: Solförhållanden höst- och vårdagjämning klockan 18.00.



Illustration 94: Solförhållanden den 20 juni klockan 18.00.

## KLIMAT

### Solförhållanden

Taket på Galleri Oslo skuggläggs relativt mycket av framförallt Postgirobygget. Den västra delen av taket skuggläggs mest.

Mötesrum 803 och existerande installationer som ventilationssystemen bidrar också till en del skugga.

### Vindförhållanden

Vindrosorna visar vindförhållandena på Blindern i Oslo i januari och juli. Enligt Jostein Mamen, forskare vid Metrologisk institutt, är vindförhållandena ganska lika vid Galleri Oslo. Vindstyrkan är enligt Mamen för det mesta något lägre vid Oslo Galleri jämfört med på Blindern eftersom byggnaderna runt omkring Galleri Oslo skapar större friktion. På den andra sidan påpekar han att de samma byggnaderna kan skapa trakteeffekter som ger lokalt stark vind mellan två byggnader som står relativt nära varandra (Mamen, 2010).

Som vindrosorna visar blåser det mest under vinterhalvåret från nordöst och sydväst och under sommarhalvåret från syd och sydväst. Vindarna är ganska svaga.

Vindrose, frekvensfördelning av vind  
Vindretning deles i sektorer på 30°  
Frekvensfördelning av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet  
■ >20 m/s  
■ 15-20 m/s  
■ 10-15 m/s  
■ 5-10 m/s  
□ 0-5 m/s

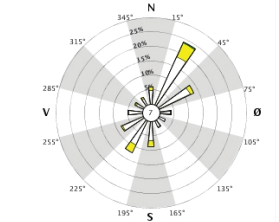
Stille (%)  
○

År: 1981 -2005

jan

Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)

18700 OSLO - BLINDERN



Vindrose, frekvensfördelning av vind  
Vindretning deles i sektorer på 30°  
Frekvensfördelning av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet  
■ >20 m/s  
■ 15-20 m/s  
■ 10-15 m/s  
■ 5-10 m/s  
□ 0-5 m/s

Stille (%)  
○

År: 1981 -2005

jul

Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)

18700 OSLO - BLINDERN

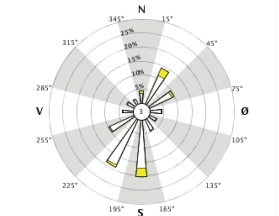


Illustration 95-96. Vindros för Oslo - Blindern i januari och juli.

# ÖNSKNINGAR, MÅL OCH UTMANINGAR

## AKERSHUS FYLKESKOMMUNES KRAV OCH ÖNSKNINGAR

Daniel Molin och Akershus fylkeskommune har gett mig fria händer för utformningen av det gröna taket på Galleri Oslo.

## MIN UTVÄRDERING, MÅL OCH UTMANINGAR

När man kommer upp på taket på Galleri Oslo har man lämnat all trafik, mycket av bullret och stressen nere på markplan. Utsikten är inte spektakulär, men fin. De höga byggnaderna runt omkring kan resultera i att man kan känna sig lite övervakad.

Takytan upplevs som kall och lite inbjudande med många olika former av installationer, som ventilationssystem. Genom att införa vegetation har taket potential för att bli en bra och grön mötesplats för de anställda på fylkeskommunen och ett tak som resten av Oslo kommun kan besöka, inspireras av och få lärdom ifrån.

Målet är att skapa ett frodigt, funktionellt, variationsrikt och iögonfallande tak som visar ett brett spektrum av vegetation och material. Vegetationen som används måste kunna tåla skugga och vind. Det är också viktigt att taket kräver relativt lite underhåll.

Utmaningen blir att skapa ett grönt tak där existerande installationer integreras med

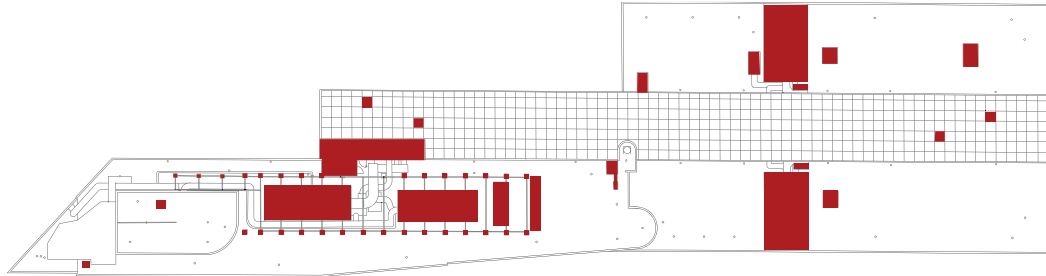
funktion, material och vegetation. Eftersom byggnaden inte är konstruerad för att taket ska belastas ytterligare är en stor utmaning att också konstruera ett lätt grönt tak.



Illustration 97. Millennium Park, i Chicago. På världens kanske största intensiva gröna tak har ett brett spektrum av vegetation kombinerats.

Illustration 98. På det gröna taket i Platous gate 6 i Oslo har olika former av vegetation och material kombinerats.

# KONCEPT OCH ÖVERORDNAD IDÉ

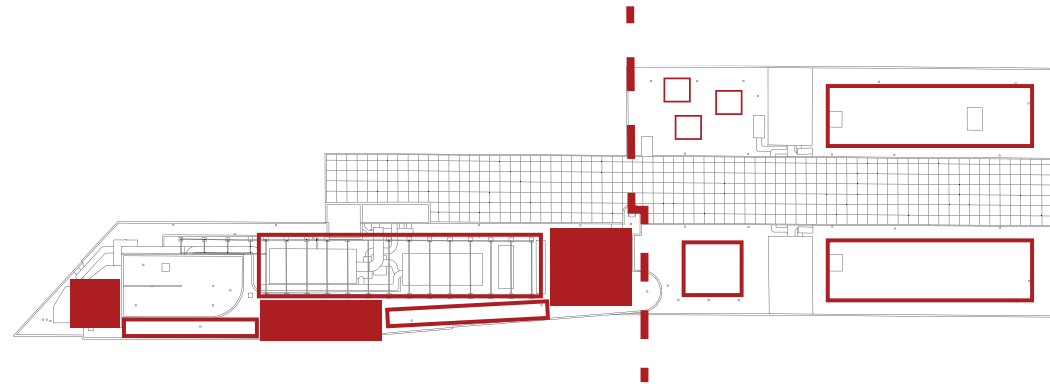


När taket på Galleri Oslo studeras ovanifrån ser man många rektangulära former. Under konceptarbetet arbetade jag med både strama och organiska former och en kombination av dessa. Jag valde slutligen att fokusera på strama former.



Illustration 99-100. Rödaktigt material och vegetation.

Konceptet för taket på Galleri Oslo är rektangeln och kvadraten i olika storlekar samt färgen röd. Många av färgerna på taket och omgivningen är grå och uppfattas av mig som trist. Genom att mycket av materialet och vegetationen ska ha röd nyans önskar jag att skapa en kontrast gentemot det grå landskapet.



Den överordnade idén för det gröna taket på Galleri Oslo är att den västliga delen ska vara ett intensivt grönt tak och den östliga ett extensivt grönt tak. Den intensiva delen ska vara frodig med varierat bruk av vegetation och material. Stora delar de existerande installationerna ska döljas med träkonstruktioner och vegetation för att göra taket mer inbjudande och iögonfallande för både brukarna, men också för de som har insyn på taket. Området ska bestå av tre uppehållsarealer/mötesplatser som de anställda vid fylkeskommunen kan använda under till exempel lunchen och vid oformella möten. Det extensiva gröna taket ska ha en varierande utformning av strama former i olika storlekar, material och vegetation. Taket ska vara en fröjd för ögat, inte endast för brukarna av det intensiva gröna taket, men också för människorna som uppehåller sig i byggnaderna runtomkring.



# INSPIRATION

## GRÖNT TAK PÅ VEG TECHS HUVUDKONTOR I VISLANDA, SVERIGE

Det relativt lilla intensiva gröna taket har utformats på en existerande byggnad och innehåller bland annat olika trädäcken, en dam och en sommaräng.



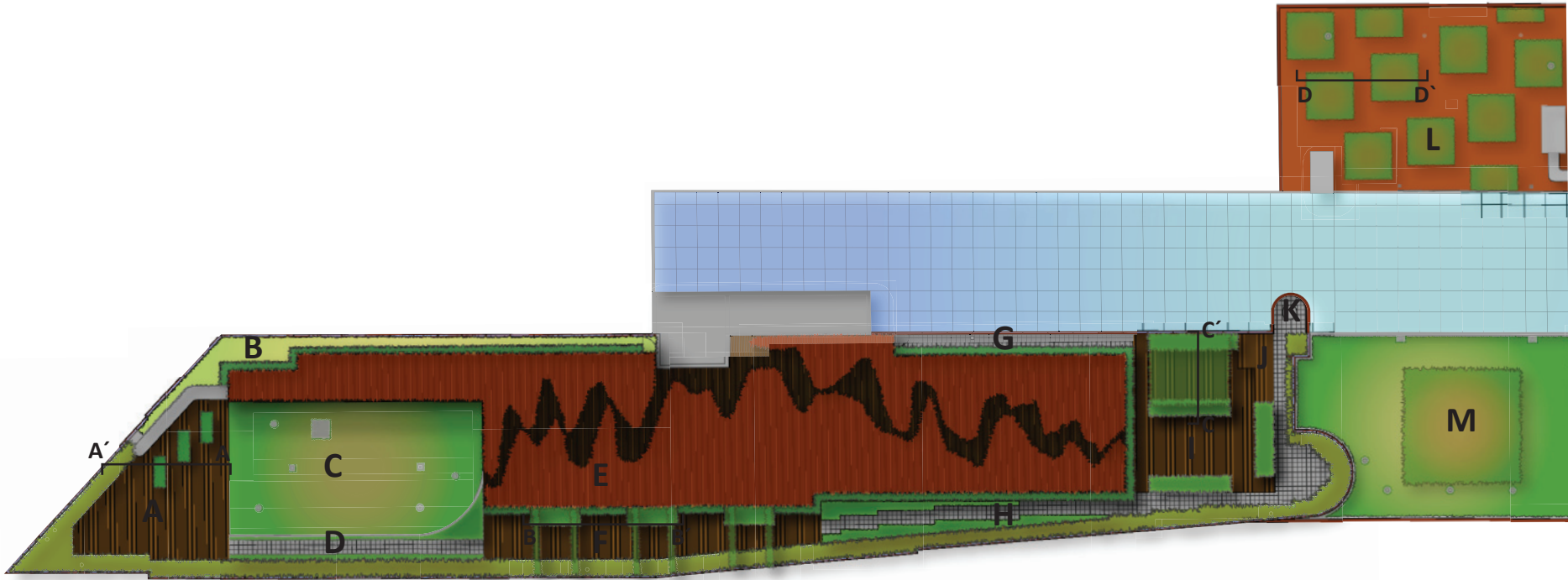
## CASA BAUTRÄGER GARDEN, AUSTRALIEN

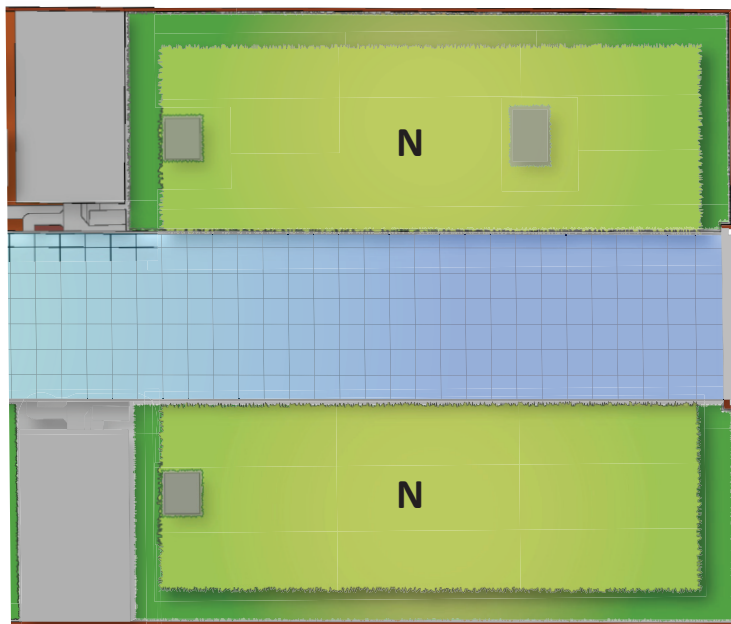
Det intensiva gröna taket är privat och ligger runt herr Baurträgers takvåning. Det innehåller bland annat en dam med vass och liljor, stigar, örträdgård och ett brett spektrum av träd, buskar och blommor (Chrisman, 2005).



Illustration 101-102. Grönt tak på Veg Techs huvudkontor.  
Illustration 103-104: Casa Baurträgers garden.

# ILLUSTRATIONSPLAN



















M 1:400  
För M 1:200 se bilaga 1.



#### TECKENFÖRKLARING

-  Perenner, prydnadsgräs dominerar
-  Buske kombinerat med marktäckande perenner
-  Marktäckande perenner
-  Marktäckande perenner kombinerat med klätter- och klängväxter
-  Perenner
-  Klängväxter
-  Klätter- och klängväxter, röd höstfärg dominerar
-  Sedum-ört-gräsvegetation
-  Moss-sedumvegetation
-  Träbeläggning, furu
-  Rödaktig singel
-  Cortenstål
-  Betongplattor
-  Naturrund sten

## BESKRIVNING AV ILLUSTRATIONSPLAN

Den västra delen är ett intensivt grönt tak och den östra delen (som ligger på en lägre nivå) är ett extensivt grönt tak.

Stora delar av använt material och använd vegetation har en röd nyans för att skapa en kontrast gentemot den grå omgivningen.

Det intensiva gröna taket består i huvudsak av tre mötesplatser/uppehållsarealer. Dessa arealer har till skillnad från övriga områden träbeläggning.

Det extensiva taket är inte tillgängligt för allmänheten. Taket kan delas in i fyra områden. För att försöka visa på hur oändligt många olika sätt också extensiva gröna tak kan utformas har tre av de fyra områdena designats olika.

**A**  
Uppehållsarealen ligger utanför mötesrum 803. Medan de andra uppehållsarealerna ägnar sig mer som lunchareal ägnar sig detta område mer för de som av olika anledningar använder mötesrummet. Om allt för många äter lunch i detta område kan detta bland annat medföra oväsen.

**B**  
Golvet i detta område är sedum-ört-gräsvegetation och marktäckande perenner kombinerat med klätter- och klängväxter. Det är inte meningen att någon ska uppehålla sig i detta område förutom vid

underhåll.

**C**  
Mötesrummet har extensivt grönt tak med moss-sedumvegetation.

**D och H**  
Dessa arealer kan sägas vara genomgångsareal. Området har betongbeläggning med marktäckande perenner längs sidorna.

**E**  
Existerande installationer, som ventilationssystem, är inbyggt av en träkonstruktion som inte är helt tät och som har klätter- och klängväxter växande på sig. Jag övervägde att använda stål istället för trä, men eftersom stora delar av omkringliggande material är hårt och eftersom jag önskade att försöka skapa en mer naturlig omgivning valde jag trä.

Träkonstruktionen är byggd omkring 1 m utanför den existerande konstruktionen för att underhåll ska kunna ske om detta skulle vara nödvändigt.

Det ska placeras flyttbara bord och stolar på taket eftersom flyttbart möblemang ökar brukmöjligheterna. Allt för lätta möbler ska inte användas eftersom dessa kan blåsa bort. Vid hårt väder och under vintern finns det plats för förvaring under träkonstruktionen. Här kan också material som behöver användas vid underhåll förvaras.

**F**  
I detta område kan brukarna slå sig ned i solväggen och till exempel äta sin lunch.

**G**  
Detta är en genomgångsareal för de som underhåller taket.

**I**  
Denna uppehållsareal består av liknande vegetation som område F. Delar av arealen har en pergola som bland annat kastar skugga och gör att brukarna kan känna sig mindre övervakade från omkringliggande byggnader.

**J**  
Träkonstruktionen är inte helt tät och byggd runt befintlig installation. Konstruktionen har två nivåer, den lägsta är i sitthöjd. Om önskvärt finns det plats för en papperskorg innanför konstruktionen som kan nås genom ett lock.

**K**  
Det är inte önskvärt att brukarna ska komma upp på taket genom mötesrummet eftersom det förekommer en del möten där. Det är heller inte önskvärt att brukarna ska komma upp genom den ingång som leder till ventilationssystemen. Den existerande brandtrappan ska därför förlängas för att få brukarna upp på taket. På grund av detta är en brandtrappa måste designen av denna ingång/utgång göras i samråd med en brandingenjör och en arkitekt.

## L

I detta område har singel kombinerats med moss-sedumvegetation. Vegetationen ligger på en terränghöjd för att man ska få en känsla av att denna kommer upp från singeln.

Istället för att använda singel var jag intresserad av att kombinera mattor med olika arter av moss-sedumvegetation. Eftersom företag som Veg Tech oftast endast producerar en sorts matta med olika arter valde jag att istället använda singel. Anledningen till att de extensiva gröna taken med moss-sedumvegetation som de anlagt har olika utseende beror på att mattorna består av 4-7 arter. Beroende på i vilken miljö dessa mattor läggs kommer olika arter att överleva.

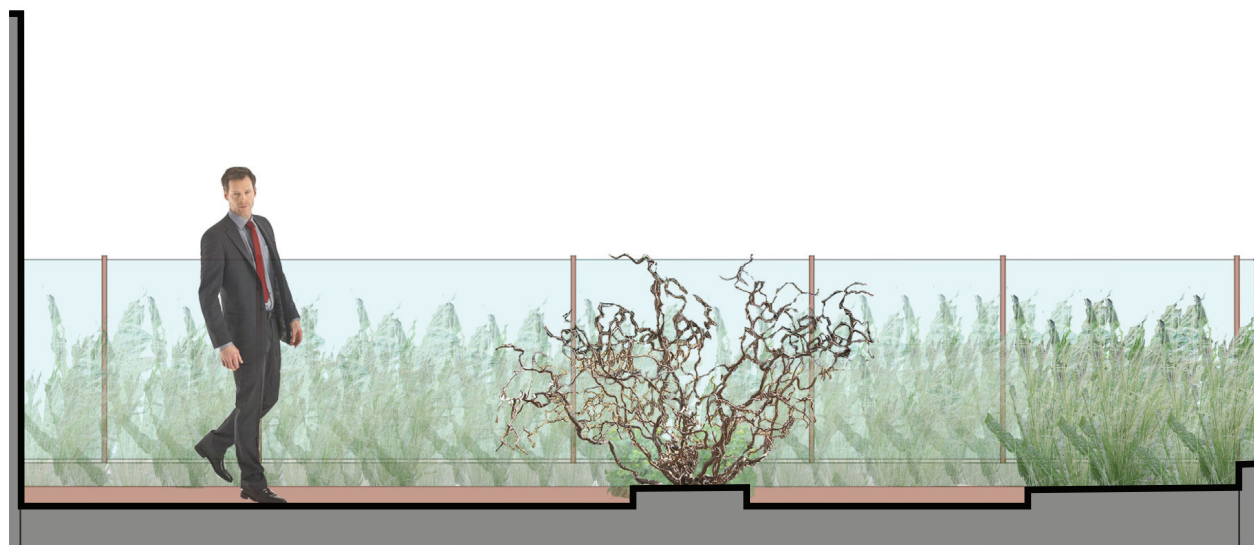
## M

Moss-sedumvegetation täcker hela denna yta och ligger på delar av området på en terrängform.

## N

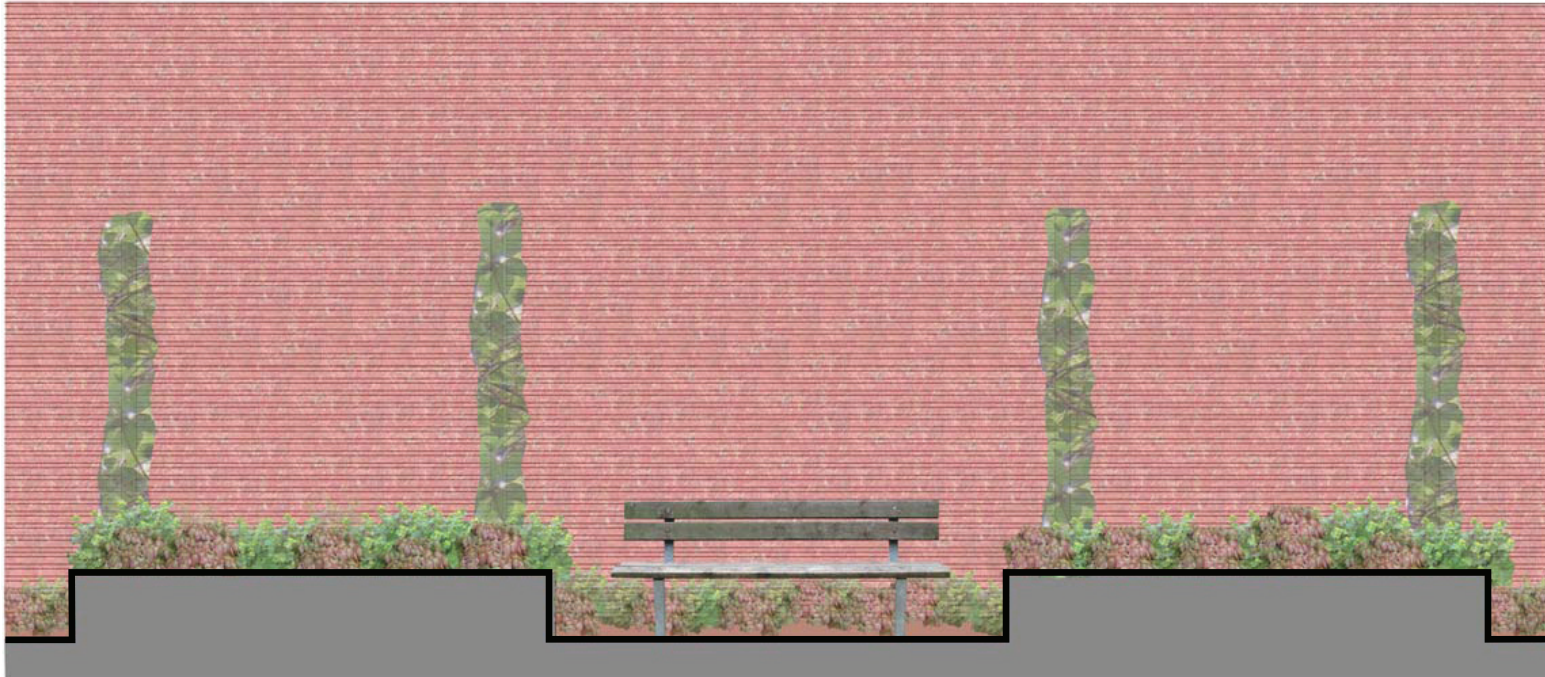
I detta område kombineras sedum-ört-gräsvegetation med moss-sedumvegetation.

# ILLUSTRATIONSOPPRISS



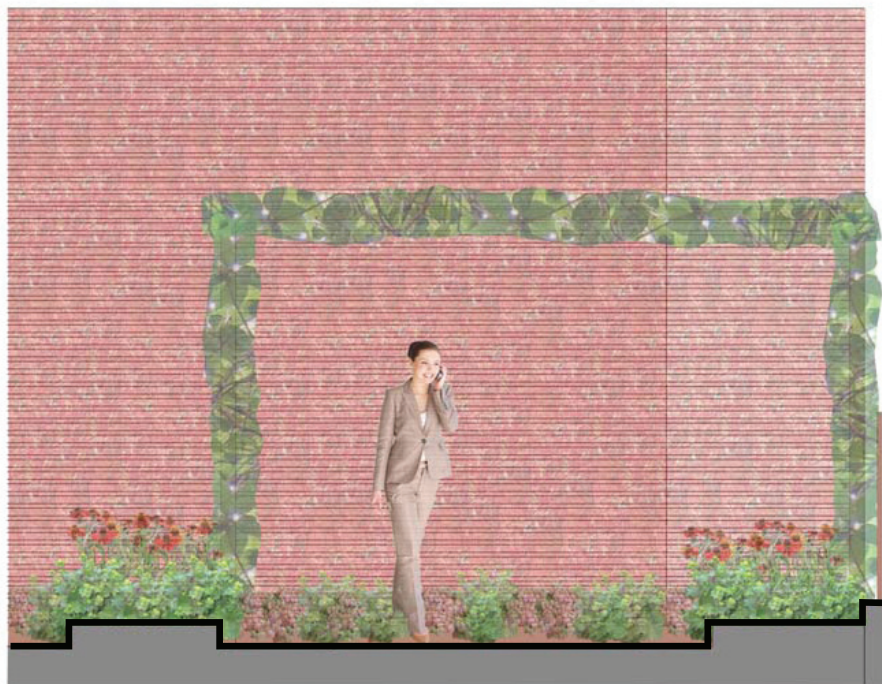
OPPRISS A-A'  
M 1:50

Oppriset är taget i uppehålsarealen utanför mötesrummet, område A. Oppriset visar att vegetationen ligger på en högre nivå jämfört med trätrallen. Mellan vegetation och trätrall finns därför en kant i cortenstål.



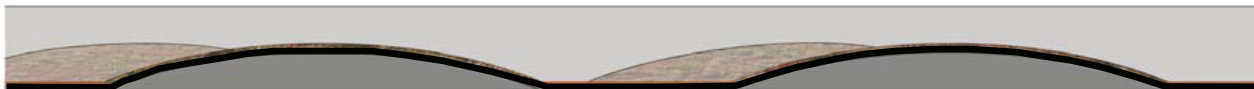
OPPRISS B-B'  
M 1:50

Oppriset är taget i den uppehållsareal som ligger omkring mitt på taket, område F. I bakkant växer klättrväxter mot träkonstruktionen som i sin tur döljer existerande installationer. I detta område finns stolpar som klängväxter ska växa emot. Dessa stolpar har lägre höjd jämfört med träkonstruktionen. Det är inte önskvärt att vegetationen ska bilda ett tak i detta område, till skillnad från i område I, och det ska därför inte fästas ett nät mellan de liggande stolparna här.



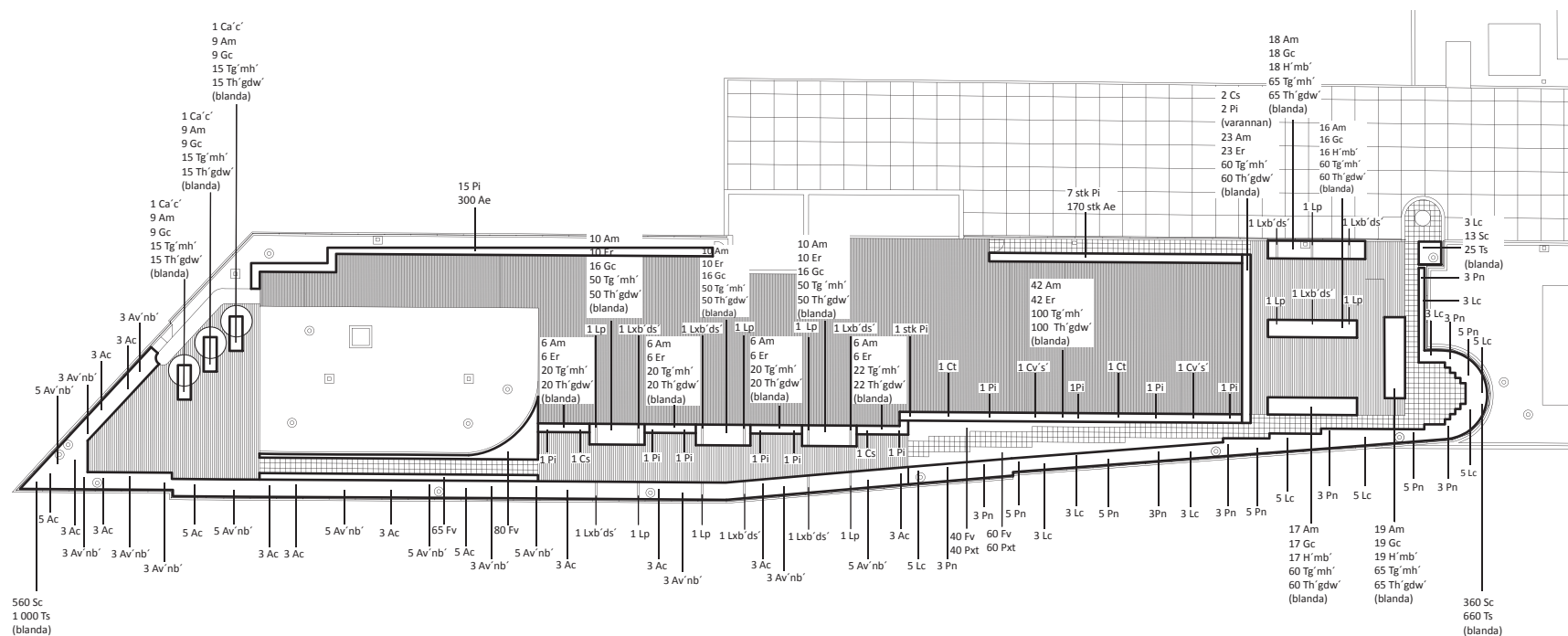
**OPPRISS C-C'** M 1:50  
Oppriset är taget i uppehållsarealen som ligger längst öst på det intensiva gröna taket, område I. I bakgrunden växer perenner och klätter- och klängväxter mot träkonstruktionen. Pergolan består av stolpar som det ska fästas nät emellan så att vegetationen bildar ett tak över delar av uppehållsarealen.





**OPPRISS D-D'** Opprisset är taget på det extensiva gröna taket i område L. I detta område ska singel kombineras med moss-sedumvegetation. Vegetationen ska ligga på en terrängform.  
**M 1:50**

# VÄXTPLAN



M 1:400

För M 1:200 se bilaga 2.

BUSKE		ANTAL	PERENNER		ANTAL	LÖKAR		ANTAL
Ca'c'	<i>Corylus avellana</i> 'Contorta'	3	Am	<i>Alchemilla mollis</i>	216	Pn	<i>Papaver nudicaule</i>	49
<b>KLÄTTER- OCH KLÄNGVÄXTER</b>			Ac	<i>Aquilegia canadensis</i>	48	Pxt	<i>Potentilla x tonguei</i>	100
Cs	<i>Celastrus scandens</i>	4	Av'nb'	<i>Aquilegia vulgaris</i> 'Nora Barlow'	54	Sc	<i>Stipa capillata</i>	933
Ct	<i>Clematis tangutica</i>	2	Ae	<i>Asarum europaeum</i>	470	<b>LÖKAR</b>		
Cv's'	<i>Clematis viticella</i> 'Södertälje'	2	Er	<i>Epimedium rubrum</i>	119	Tg'mh'	<i>Tulipa greigii</i> 'Margaret Herbst'	687
Lp	<i>Lonicera periclymenum</i>	2	Fr	<i>Fragaria vesca</i> var. <i>semperflorens</i>	245	Th'gdw'	<i>Tulipa hybrida</i> 'General de Wet'	687
Lxb'ds'	<i>Lonicera x brownii</i> 'Dropmore Scarlet'	9	Gc	<i>Geum coccineum</i>	145	Ts	<i>Tulipa sylvestris</i>	1 685
Pi	<i>Parthenocissus inserta</i>	35	H'mb'	<i>Helenium</i> 'Moerheim Beauty'	70			
			Lc	<i>Lychnis chalcedonica</i>	43			

## BESKRIVNING AV VÄXTPLAN

Målet har varit att skapa ett frodigt intensivt grönt tak med varierande vegetation som kräver relativt lite underhåll. De valda växterna tillhör härdighetszon 5 eller högre, Oslo ligger i härdighetszon 4 (Resdalen & Hansen, 2005).

Växtvalet består av buskar, klätter- och klängväxter, perenner och lökar som bland annat blomstrar vid olika tidpunkter på året. Majoriteten av de valda växterna har en röd-orange-gul nyans någon gång under året. Om inte blommorna har denna nyans så har bladen, frukten eller bären det. Träd har valts bort bland annat på grund av den

tyngd de utsätter taket för och istället bildar klätter- och klängväxter vertikala element.

Längs delar av takets kant växer prydnadsgräs kombinerat med olika perenner placerade i grupper. Perennerna sprider sig med frön och det är önskvärt att dessa ska sprida sig mer tillfälligt bland prydnadsgräset. Utanför mötesrum 803 är *Corylus avellana* 'Contorta' planterad eftersom denna har ett fint estetiskt uttryck också vintertid vilket är viktigt på grund av utsynen från mötesrummet.

Det intensiva gröna taket är också planterat med många tulpaner för att tidigt på våren få den röd-orange-gula nyansen.

Moss-sedumvegetationen och sedum-ört-gräsvegetationen som används både på det intensiva och extensiva gröna tak kan beställas i färdiga mattor från Veg Tech eller liknande leverantör.

Om inget annat nämns kommer informationen på kommande sidor från *Hageselskapets sortsliste: 2000 planteslag for nordiske forhold presentert i tabellform* (2005).

Om de valda växterna kräver speciell skötsel kommer detta att nämnas. Annars önskar jag att hänvisa till stycket om underhåll tidigare i uppgiften.



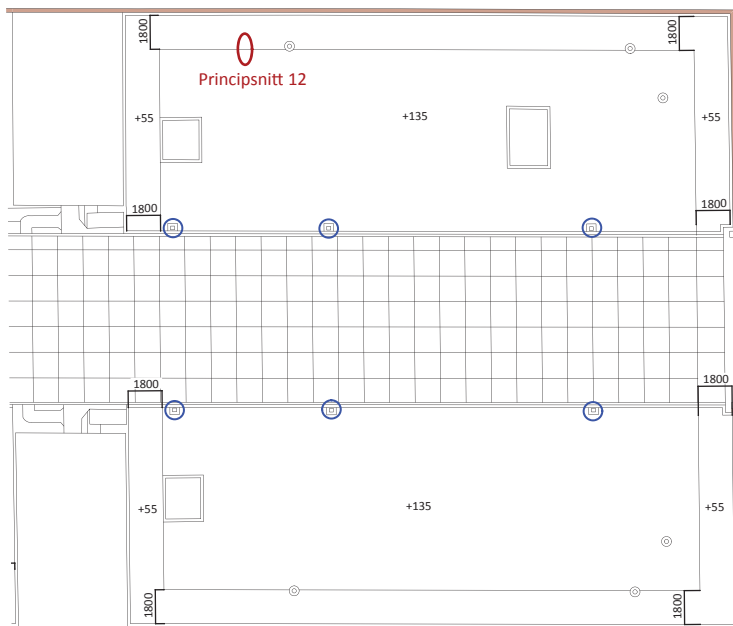
Illustration 105-125. Växtpalet.

# VÄXTLISTA

LATINSKT NAMN	SVENSKT NAMN	KRAV TILL VÄXTPLATS	KVALITETER	SKÖTSEL
<b>BUSKAR</b>				
<i>Corylus avellana</i> 'Contorta'	Hassel	H5	Dekorativ i vintertillstånd.	Vildskott måste rivas av så fort som möjligt.
<b>KLÄTTER- OCH KLÄNGVÄXTER</b>				
<i>Celastrus scandens</i>	Amerikansk trädodöare	H5, tål mycket torka och värme.	Små ljust gula blommor; juni. Honplantan har gula kapslar med röda frön; september-december.	Beskärs vid behov.
<i>Clematis tangutica</i>	Gulleklematis	H7, tål mycket torka och värme.	Guldgula blommor; maj-september.	Beskärs vid behov. Kraftig tillbakaskärning ger senare växt samma år (Hansson & Hansson, 2005).
<i>Clematis viticella</i> 'Södertälje'	Italiensk klematis 'Södertälje'	H5, tål mycket torka och värme.	Mörkt röda blommor; juli-september.	Bör beskäras ned till ca 50 cm från marken på senvintern eftersom den blommar på årskotten och annars tenderar att bli kal nedantill (Hansson & Hansson, 2005)
<i>Lonicera periclymenum</i>	Vildkaprifol	H 5-6, trivs både i sol och skugga. Får fler blommor och frukter i solen.	Ljust gula-svagt röda doftande blommor; juni-september. Röda bär; augusti-september.	Kan skäras tillbaka om man tycker att den blir för aggressiv (Hansen & Hansen, 2007).
<i>Lonicera x brownii</i> 'Dropmore Scarlet'	Eldkaprifol 'Dropmore Scarlet'	H 6-7, trivs både i sol och skugga. Får fler blommor och frukter i solen.	Orangeröda blommor; juni-september. Ljusröda bär; september-oktober.	Beskärs vid behov.
<i>Parthenocissus inserta</i>	Vildvin	H6, sol-skugga. Får bättre färger i solen.	Små blåsvarta bär; juli-oktober. Gula och röda höstfärger.	Om man önskar att begränsa växten kan det vara nödvändigt att klippa skott (Hansen & Hansen, 2007).
<b>PERENNER</b>				
<i>Alchemilla mollis</i>	Jättedaggkåpå	H 6, sol-halvskugga.	Marktäckande. Gulgröna blommor; maj-juni.	Många perenner måste delas och planteras om med jämna mellanrum för att ha bra växt. När tillväxten och blomstringen avtar är det på tid att dela plantan (Månsson & Johansson, 2002).
<i>Aquilegia canadensis</i>	Scharlakansakleja	H 6, sol-halvskugga.	Röda och gula blommor; maj-juni.	Se ovan.

<i>Aquilegia vulgaris</i> 'Nora Barlow'	Akleja 'Nora Barlow'	H 8, sol - halvskugga.	Fyllda gröna och röda blommor; juni-juli.	Se föregående sida.
<i>Asarum europaeum</i>	Hasselört	H 5, sol-skugga.	Marktäckande. Glänsande och vintergröna blad.	Se föregående sida.
<i>Epimedium rubrum</i>	Röd sockerblomma	H 5-6, tål skugga.	Marktäckande. Röda blommor; april-maj. Röddaktiga blad och höstfärg.	Se föregående sida.
<i>Fragaria vesca var. semperflorens</i>	Smultron	H 6-7, sol-halvskugga.	Röda ätbara bär.	Se föregående sida.
<i>Geum coccineum</i>	Röd nejlikrot	H 8, sol - halvskugga.	Orangeröda blommor; juni-juli.	Se föregående sida.
<i>Helenium</i> 'Moerheim Beauty'	Solbrud 'Moerheim Beauty'	H 6, sol - lätt skugga.	Rödbruna blommor; augusti-september.	Se föregående sida.
<i>Lychnis chalconica</i>	Studentnejlika	H 7, sol.	Starkt röda blommor; juli-augusti.	Se föregående sida.
<i>Papaver nudicaule</i>	Sibirisk vallmo	H 8, sol.	Vita, gula, orange och röda blommor; juni-september.	Se föregående sida.
<i>Potentilla x tonguei</i>	Saffransfingerört	H 6, sol.	Aprikosfärgade blommor med rött öga; juli-augusti.	Se föregående sida
<b>PRYDNADSGRÄS</b>				
<i>Stipa capillata</i>	Finbladigt fjädergräs	H 5, sol-halvskugga.	Finbladigt	Gräset ska klippas ned i mars eller april så att 5-10 cm återstår (Widlundh, 2006).
<b>LÖKAR</b>				
<i>Tulipa greigii</i> 'Margaret Herbst'	Strimtulpan 'Margaret Herbst'	H 7	Röda blommor; april-maj.	
<i>Tulipa hybrida</i> 'General de Wet'	Tidiga enkeltblommiga tulpan 'General de Wet'	H 7	Oranga blommor med doft; maj-juni.	
<i>Tulipa sylvestris</i>	Vildtulpan	H 7	Gula blommor; maj-juni.	





M 1:400  
För M 1:200 se bilaga 3.



#### TECKENFÖRKLARING

- ▣ Brunn med 150 mm remsa natursten runt
- Brunn utan remsa med natursten
- ⊙ Existerande system med 150 mm remsa natursten runt
- Existerande system utan remsa med natursten
- ▤ Betongplattor, 300x300 mm
- ▨ Furu, 22x98 mm. Royalbehandlad, brunt färgpirment
- ▩ Furu, 50x50 mm. Royalbehandlad, brunt färgpirment
- Glasstaket
- Cortenstål
- Bevattning
- Tekniska principalsnitt

## BESKRIVNING AV TEKNISK PLAN

### HÖGSTA TILLÅTNA BYGGNADSHÖJD

På existerande byggnader är högsta tillåtna byggnadshöjd fastsatt och denna kan påverka utformningen av det gröna taket (Olsen, 2010a). Plan og bygningsetaten i Oslo har felaktiga uppgifter på högsta tillåtna byggnadshöjd på Galleri Oslo eftersom byggnaden på flera platser är högre än vad uppgifterna säger att högsta tillåtna byggnadshöjd är.

Om man ska bygga högre än högsta tillåtna byggnadshöjd måste man söka tillstånd om detta. Enligt Plan og bygningsetaten skulle det inte vara några problem att få godkänt högre byggnadshöjd på Galleri Oslo (Plan og bygningsetaten, 2010).

### FALL

Det existerande fallet på Galleri Oslo är 1:50. Jag har rådfrågat mig med landskapsarkitekt Harald Olsen angående fallet. Enligt hans mening är existerande fall tillräckligt och det behövs inga fler brunnar. Brunnarnas lock ska bytas ut (Olsen, 2010b).

Uppbyggnaden av betongplattor och vegetationen ska följa takets existerande fall på grund av bland annat existerande taksarg.

På de få ritningar jag har hittat över taket på Galleri Oslo har jag inte hitta några punkthöjder. De punkthöjder jag har satt ut på den tekniska planen är hur mycket högre området kommer

vara när taket har blivit ett grönt tak. Till exempel ligger punkthöjd +400, 400 mm över dagens höjd.

### UNIVERSELL UTFORMNING

Dagens hiss går inte ändå upp till mötesrum 803. In- och utgången vid brandtrappen kommer troligtvis inte att kunna utformas universellt. Taket är universellt utformat och om behovet finns skulle en lösning kunna vara att installera en trapphiss mellan mötesrummet och det plan hissen stannar på. In- och utgången vid mötesrummet har inte heller universell utformning. Relativt enkla lösningar som till exempel en flyttbar ramp skulle kunna resultera i att människor i behov av universell utformning också kan komma ut på taket härifrån.

### EXISTERANDE TRÄTRALL

På långsidorna av den existerande trätrallen finns det en upphöjning på omkring 100 mm. Det är omöjligt att se vad detta är för slags upphöjning och hur denna ser ut under trätrallen. Jag förutsätter att denna kan tas bort. Om denna inte går att ta bort är det viktigt att vegetationens uppbyggnad ser ut på samma sätt som på resten av taket.

### TRÄKONSTRUKTIONERNA

På grund av att träkonstruktionerna är byggda runt existerande installationer är de inte helt täta. Vegetationen kommer troligtvis inte växa så tätt att luftutbyte kan ske. Konstruktionen måste anpassas efter tekniska krav. Om konstruktionen måste öppnas upp ytterligare är

det önskvärt att detta görs på den sidan av konstruktionen som är vänd mot hotellet.

### UPPBYGGNAD

Jag har valt att använda Veg Techs uppbyggnad med dräneringslag och vattenhållande skikt. På extensiva gröna tak rekommenderar Veg Tech ett 25 mm tjockt dräneringslag medan de på intensiva gröna tak rekommenderar ett 11 mm tjockt dräneringslag. Eftersom det är lättare för partiklar att fastna i det tunna dräneringslaget har jag valt att använda det tjockare dräneringslaget också på det intensiva gröna taket.

Veg Tech använder sig inte av ett lager av geotextil i uppbyggande. I uppbyggnaden på det gröna taket på Galleri Oslo ska ett lager av geotextil användas i uppbyggnaden under betongplattor och vegetation för att förhindra att fina partiklar spolats in i dräneringslaget.

Under moss-sedumvegetation behövs det, som nämnt enligt Veg Tech, inte en rotskyddande barriär. Eftersom uppbyggnaden på den östligaste delen inte endast är moss-sedumvegetation utan en kombination av olika material och vegetation ska den rotskyddande barriären läggas över hela taket.

### JORD

Som jag tidigare nämnt finns det delade meningar om hur tjockt växtmediumet på gröna tak ska vara. Bland annat eftersom rötterna inte har möjlighet att sprida sig speciellt mycket



horisontellt har jag valt att använda 250 mm växtmedium där klätter- och klängväxter och perenner är planterade och 150 mm där marktäckande perenner är planterade. Det är viktigt att jorden har en naturlig jordmånsprocess.

#### BEVATTNING

Den tekniska planen visar grovt vilka områden som ska bevattnas. Ytterligare detaljering ska ritas ut av leverantören. Bevattningssystemet ska vara ett droppbevattningssystem som ska ligga nedgrävt i jorden. Om möjligt ska det utvärderas om regnvatten kan lagras för att sedan bevattna vegetationen.

Det ska finnas minst en vattenkran på taket som bevattningssystemet ska koppla sig på. Om en vattenkran inte finns måste minst en sådan installeras.

#### BELYSNING

Jag har valt att inte belysa taket på Galleri Oslo. Detta på grund av miljöhänsyn, att ingen kommer uppehålla sig i området efter kontorstid och att ytterst få har insyn på taket. Det är endast några av hotellrummen på hotell Plaza och kontoren i Oslo postterminal och Postgirobygget som har insyn på taket. Från restaurangen som ligger högst upp i hotellet ser man inte Galleri Oslos tak.

Jag funderade en stund på att belysa det gröna taket så att det var synlig från markplan. Eftersom ströljuset från omkringliggande gator

och byggnader är relativt starkt hade det krävt hög effekt på belysningen och eftersom inte speciellt många uppehåller sig i område förkastade jag denna idé.

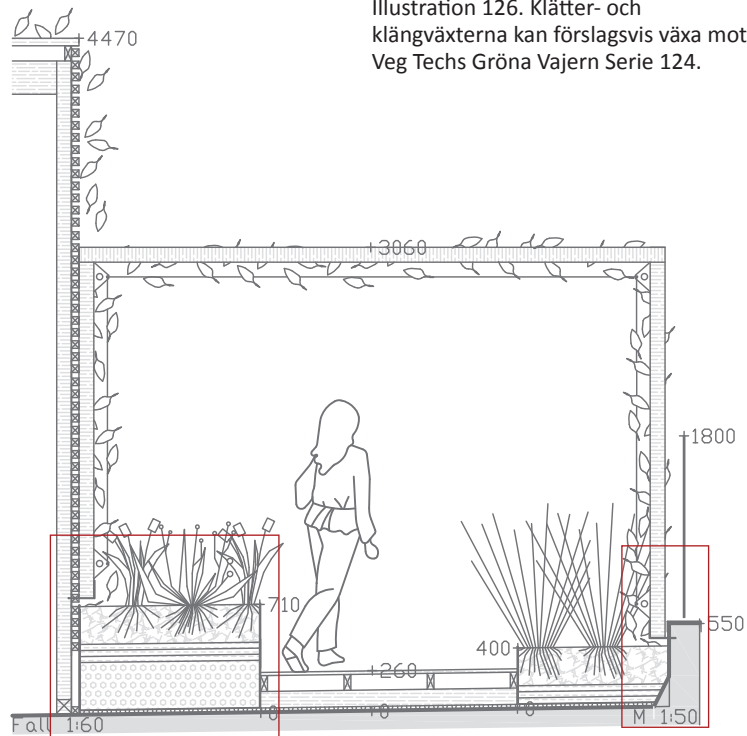
#### ÖVERSIKTSSNITT OCH TEKNISKA PRINCIPSNITT

Den tekniska planen visar i vilka områden översiktssnitt och tekniska principsnitt är tagna.

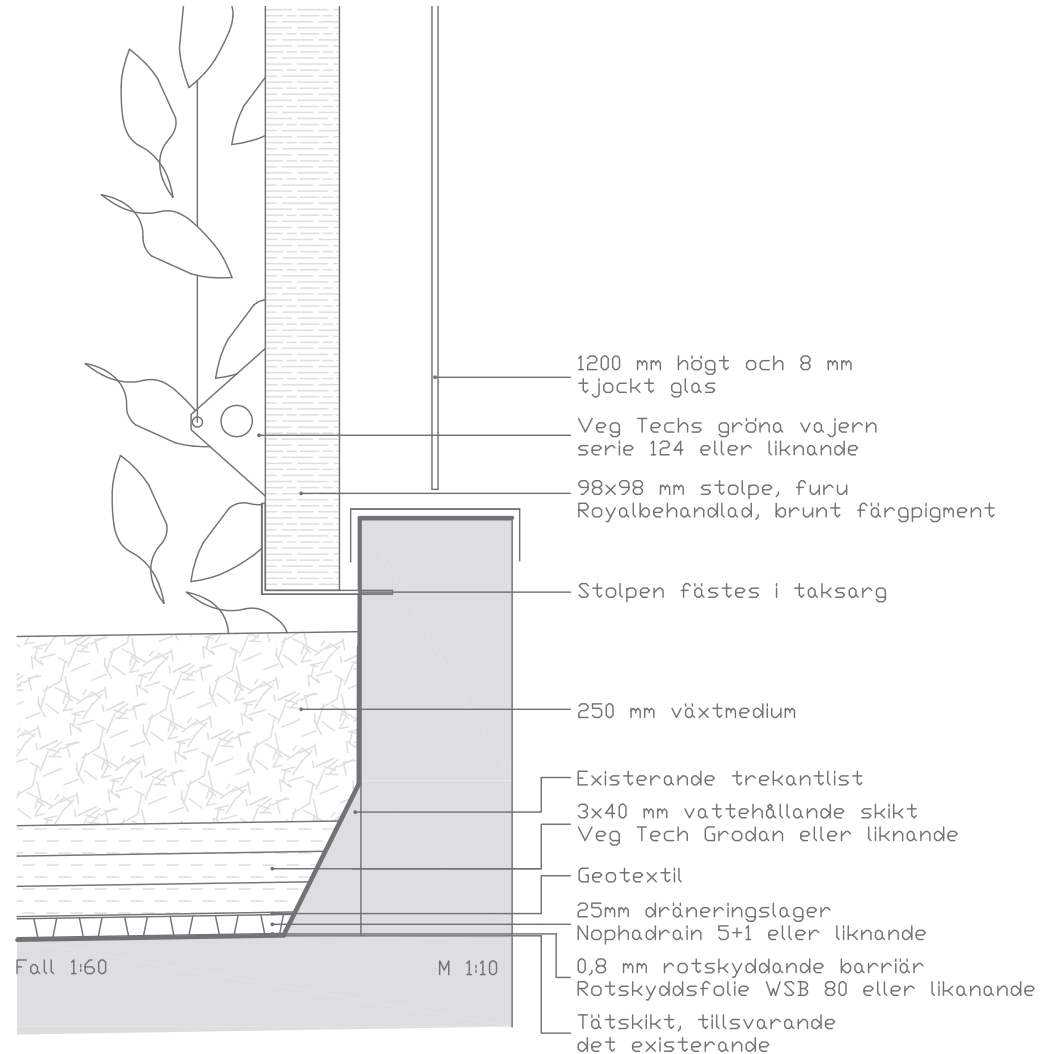
# TEKNISKA PRINCIPSNITT



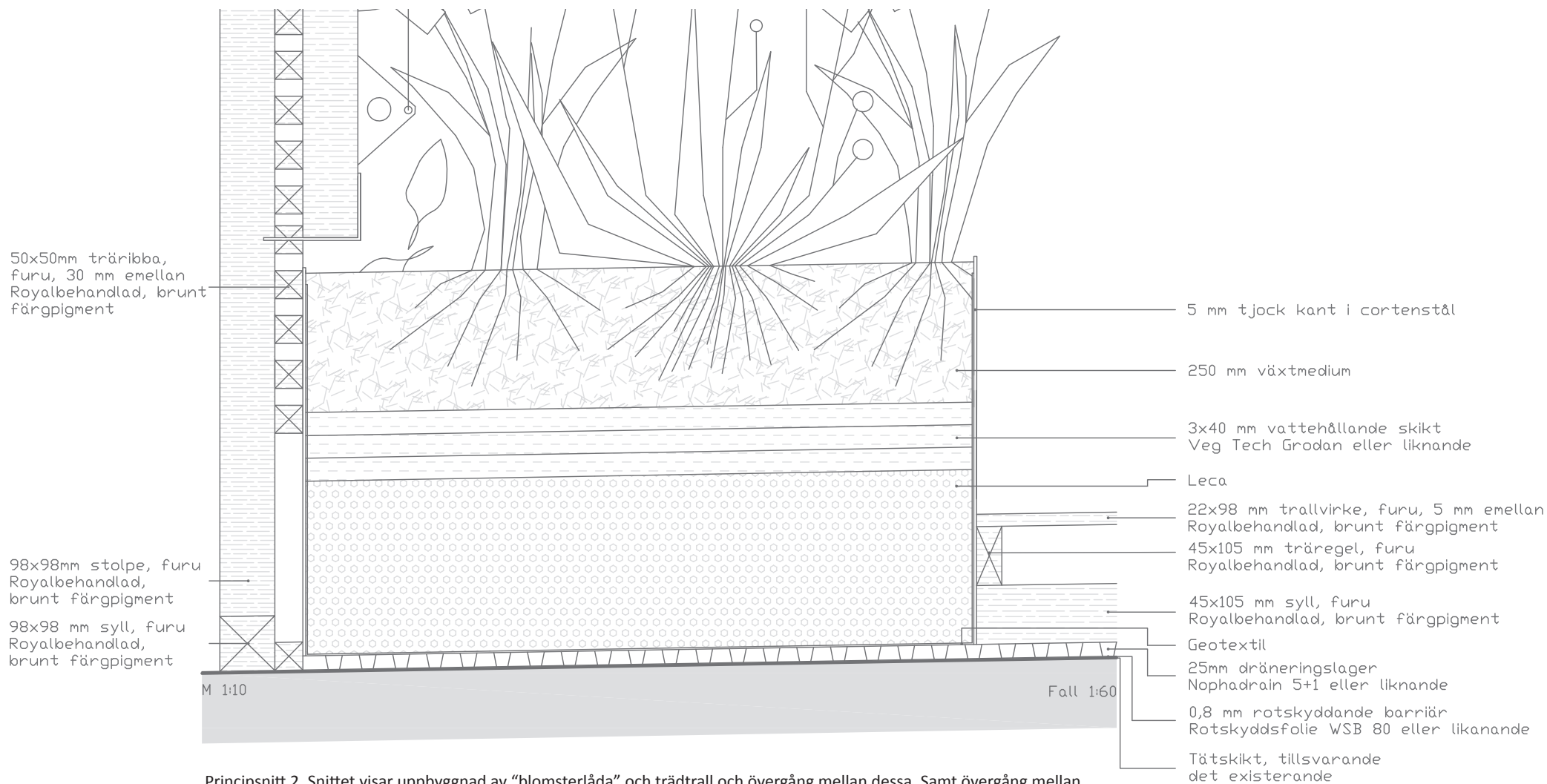
Illustration 126. Klätter- och klängväxterna kan förslagsvis växa mot Veg Techs Gröna Vajern Serie 124.



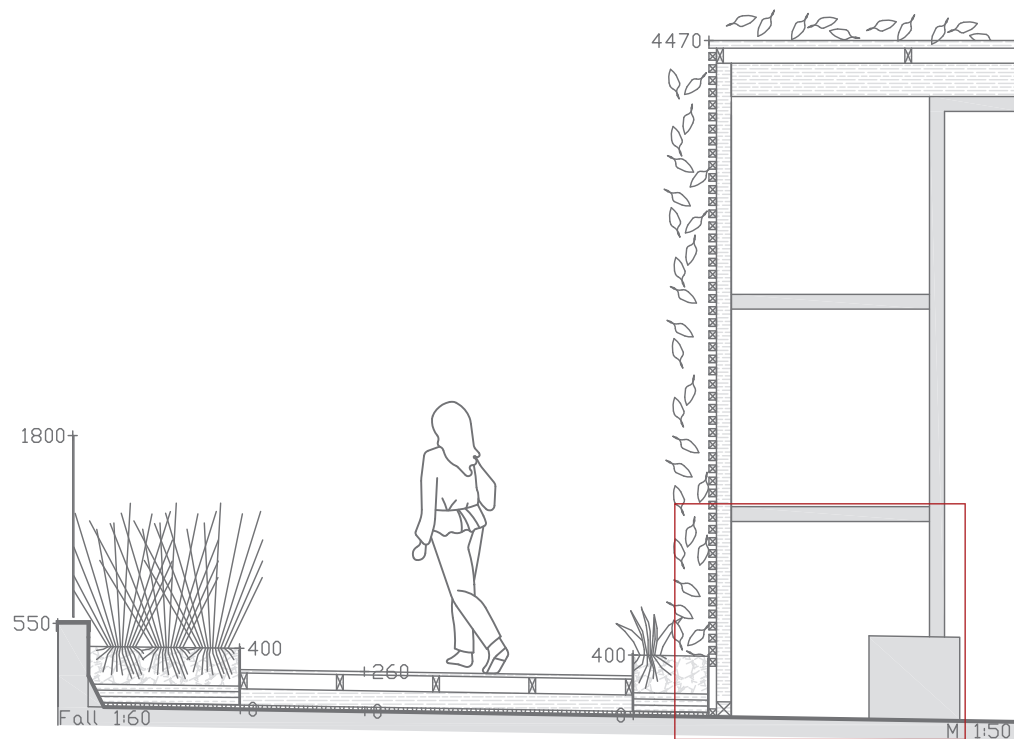
Översiktssnitt 1. Snittet är taget i den ena uppehållsarealen, område F. Markerade områden visar vart principsnitt 1 och 2 är tagna.



Principsnitt 1. Snittet visar hur stolpen ska fästas till existerande taksarg. Stolpen måste fästas till taksargen på grund av att tätskiktet helst inte ska penetreras.



Principsnitt 2. Snittet visar uppbyggnad av "blomsterlåda" och trädtrall och övergång mellan dessa. Samt övergång mellan "blomsterlåda" och träkonstruktion.



Översiktsnitt 2. Snittet är taget i uppehålsarealen som ligger omkring mitt på taket, område F. Markerat område visar vart principsnitt 3 är taget.

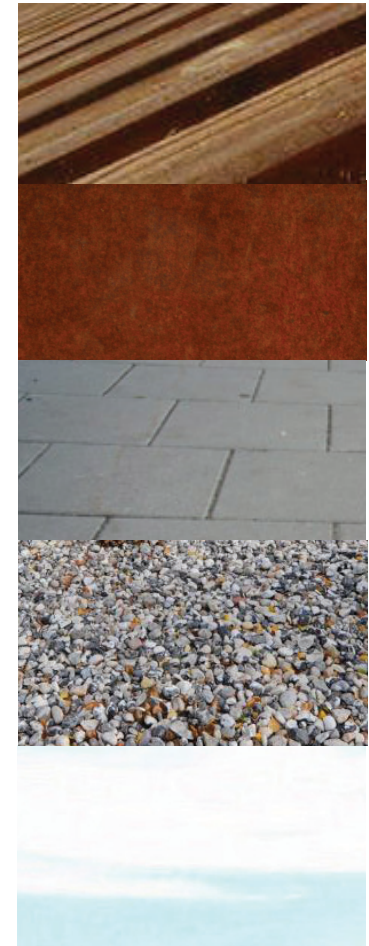
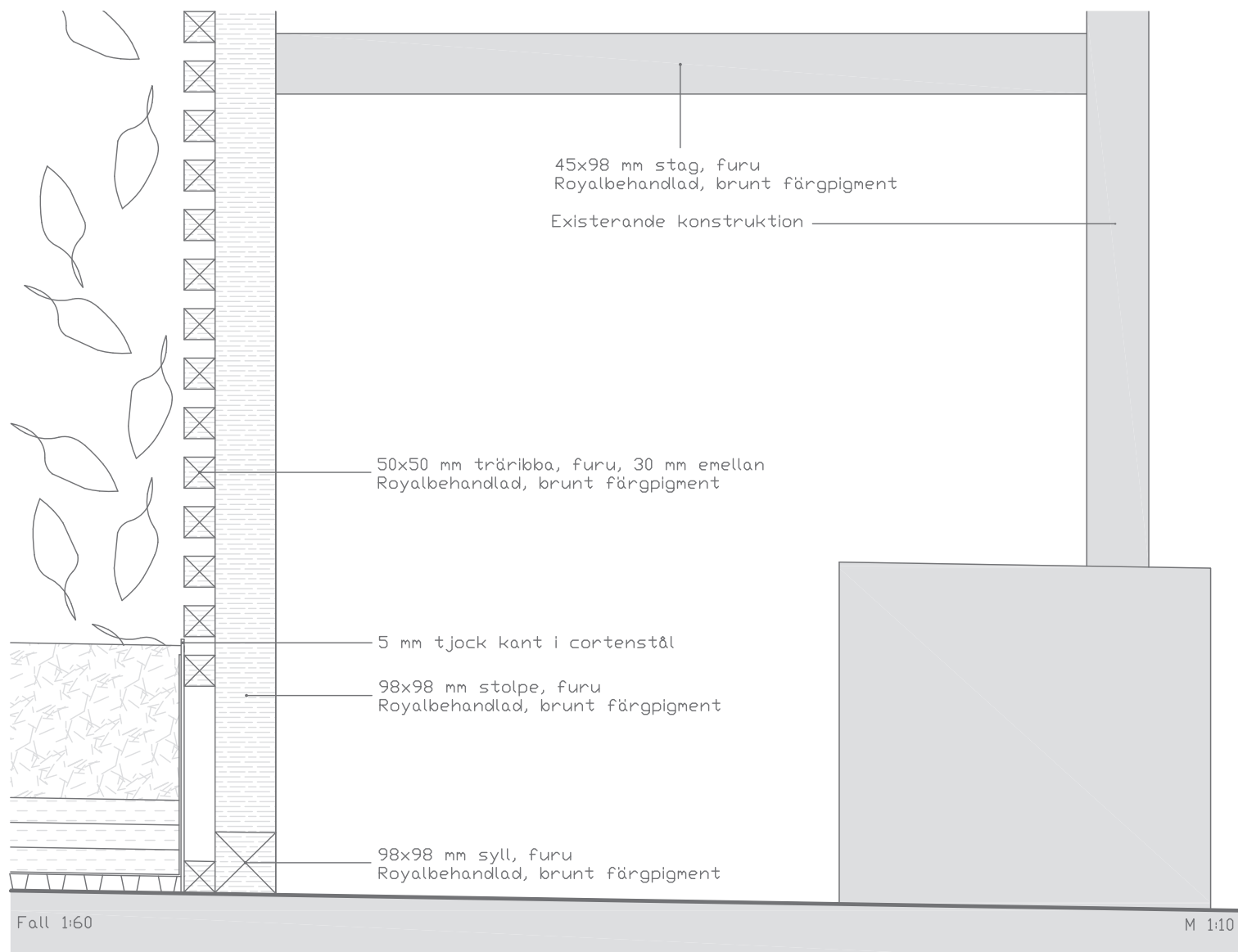


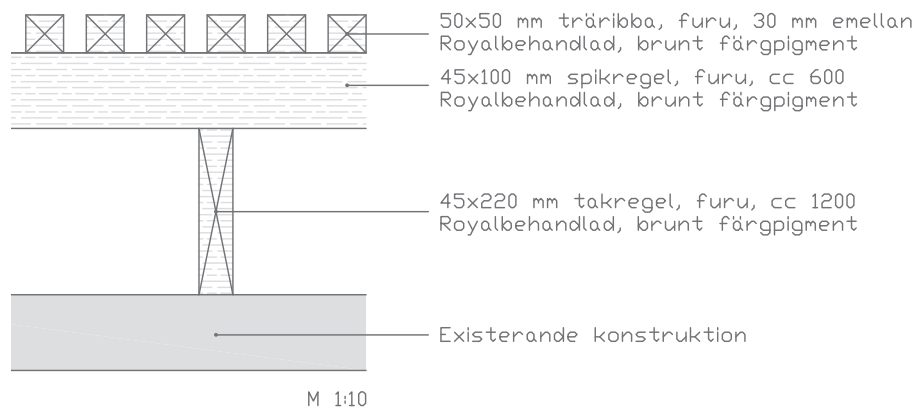
Illustration 127-131. Materialet som används är först och främst furu som är royalbehandlad med brunt färgpigment, cortenstål, grå betongplattor, naturrund sten och glas.



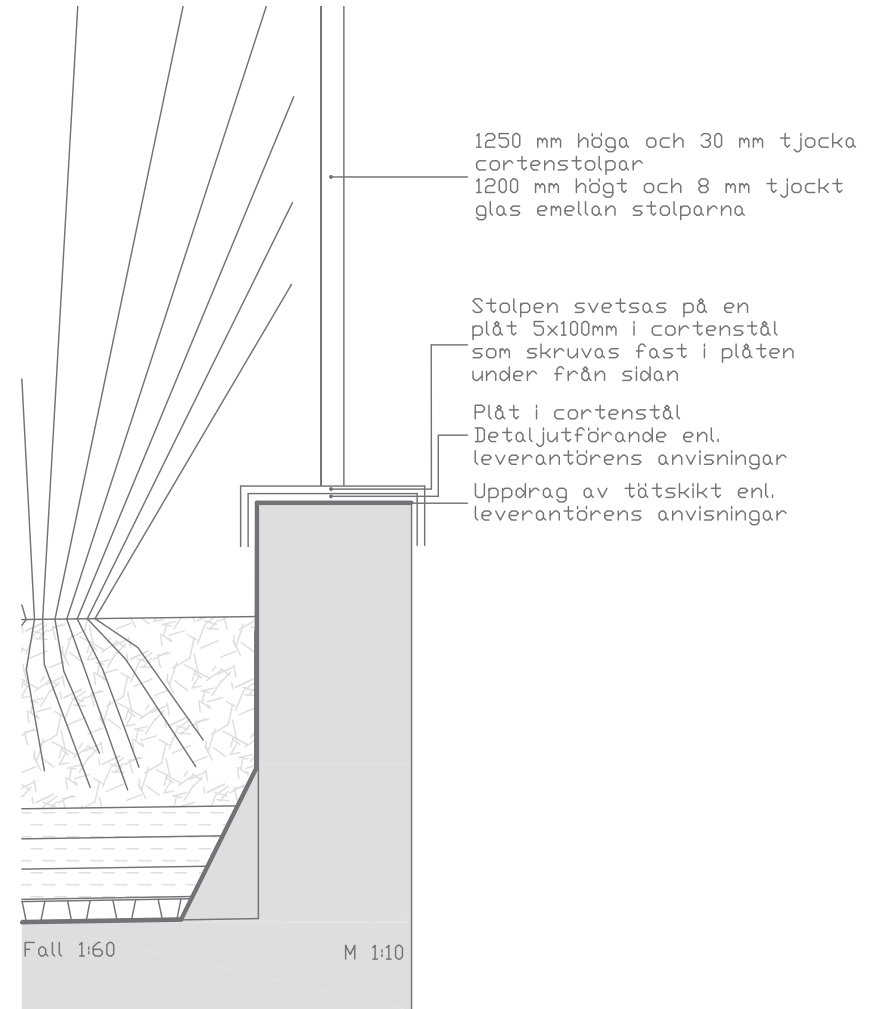
Principsnitt 3. Snittet visar hur den stora träkonstruktionen ska fästas i existerande konstruktion.



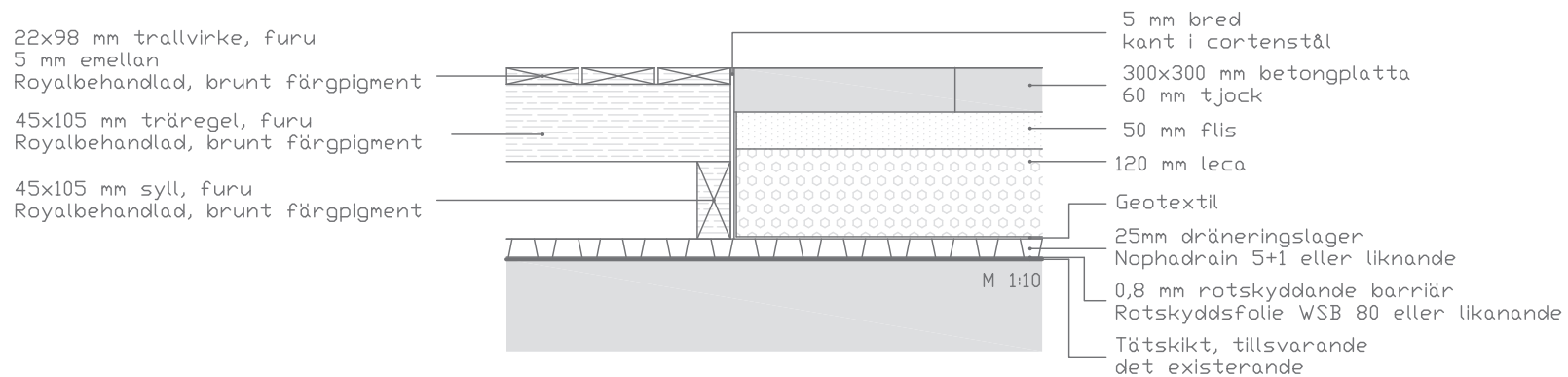
Illustration 132. Inspirationsbild, glasstaket.



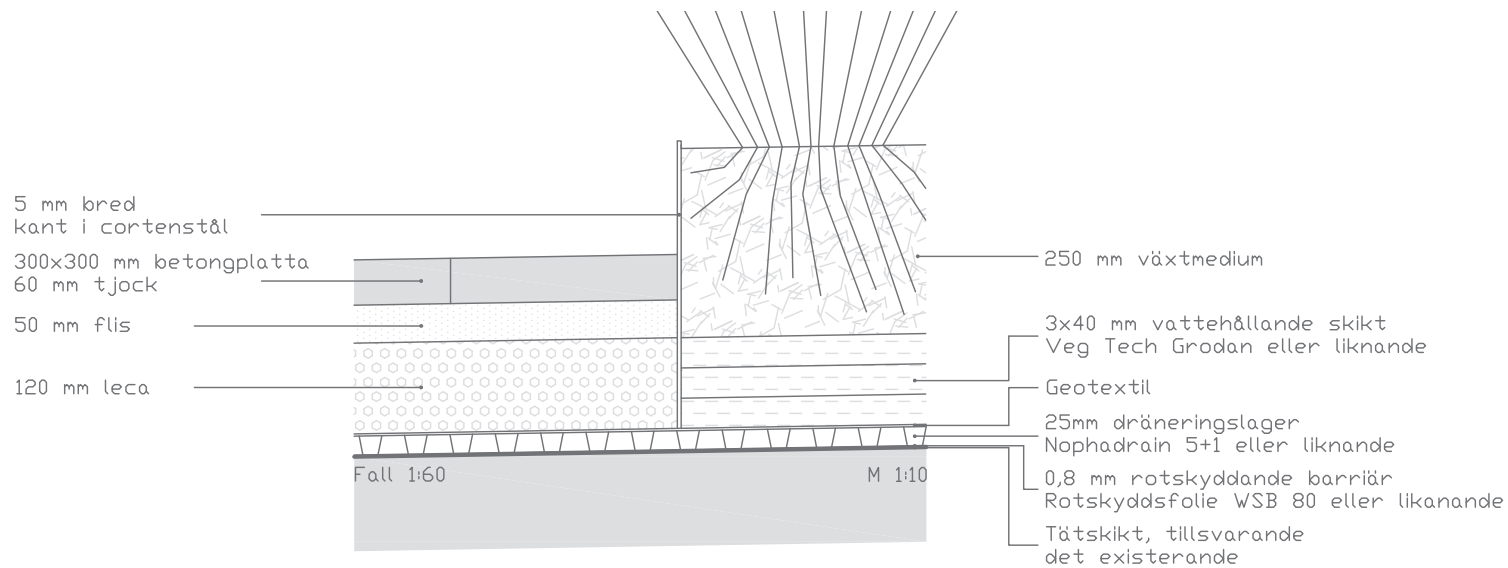
Principsnitt 4. Snittet visar hur träkonstruktionens tak ser ut ovanpå den existerande konstruktionen.



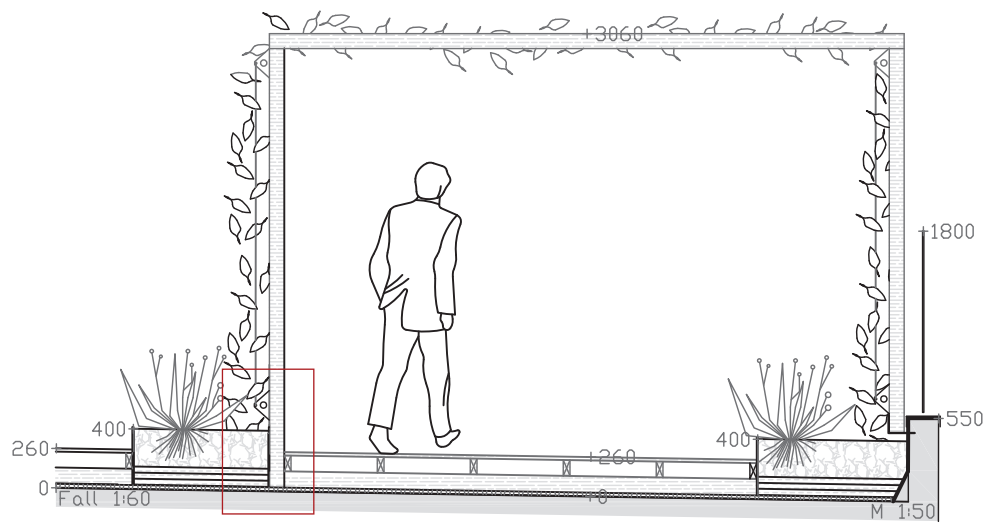
Principsnitt 5. Snittet visar hur staketets cortenstolpar ska fästas i taksargen. Glaset ska fästas i cortenstolparna som på illustration 132.



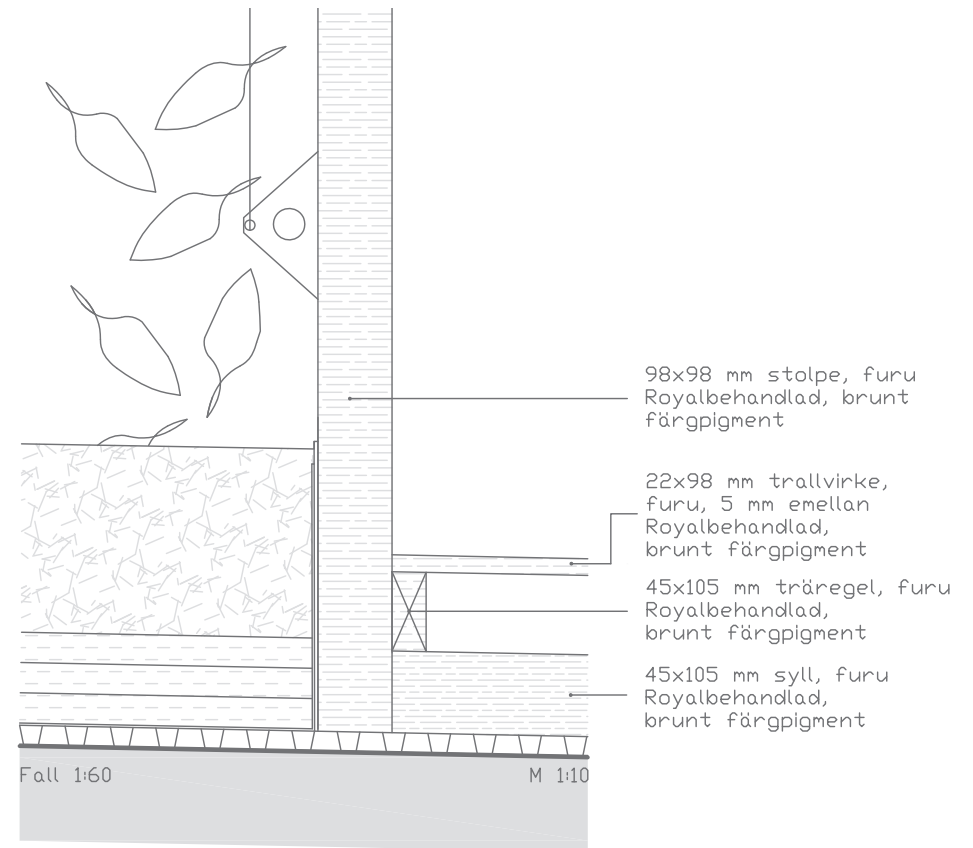
Principsnitt 6. Snittet visar uppbyggnad av trätrall och betongplattor samt övergången mellan dessa.



Principsnitt 7. Snittet visar uppbyggnad av och övergång mellan betongplattor och vegetation.



Översiktssnitt 3. Snittet är taget i den östligaste uppehållsarealen, område I. Markerat område visar vart principsnitt 8 är taget.



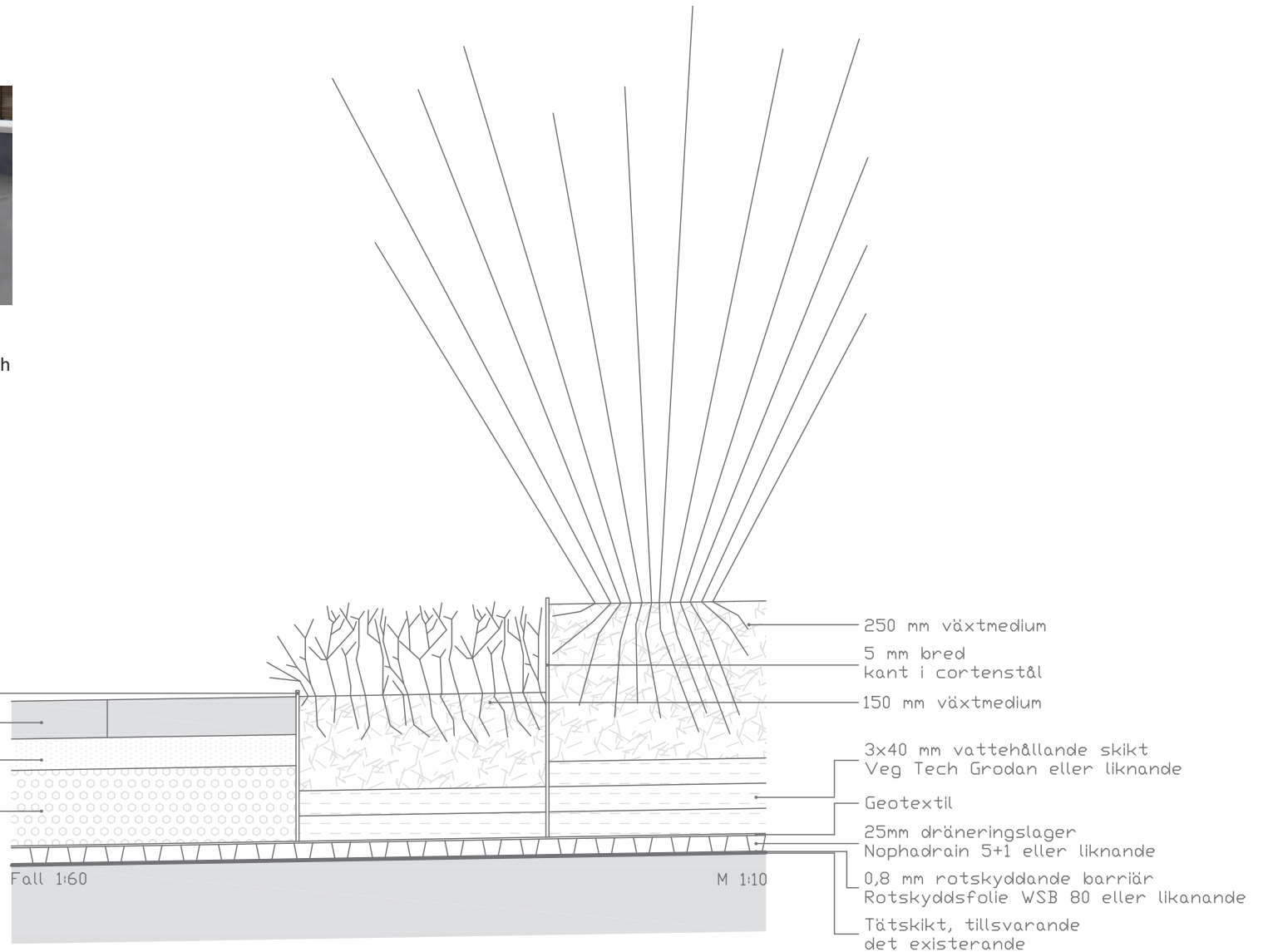
Principsnitt 8. Snittet visar hur stolparna som klätter- och klängväxterna ska klättra mot ska fästas mot trätrallen.



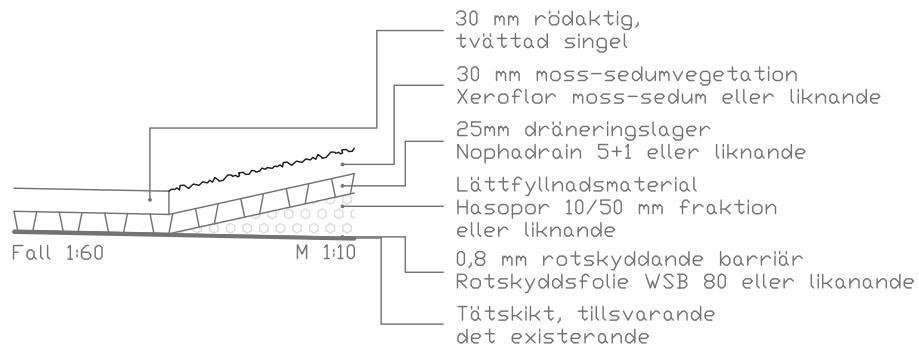


Illustration 133. Flera av existerande installationer, likt den visad på bilden, kommer att behöva flyttas vertikalt och eller horisontalt. Runt dessa installationer ska en 150 mm bred remsa med naturrund sten läggas för att hålla systemen avskilda från bland annat vegetationen. Naturrund sten ska också läggas intill mötesrum 803 på den sidan som är riktad mot syd och på de extensiva gröna taken runt övriga befintliga installationer.

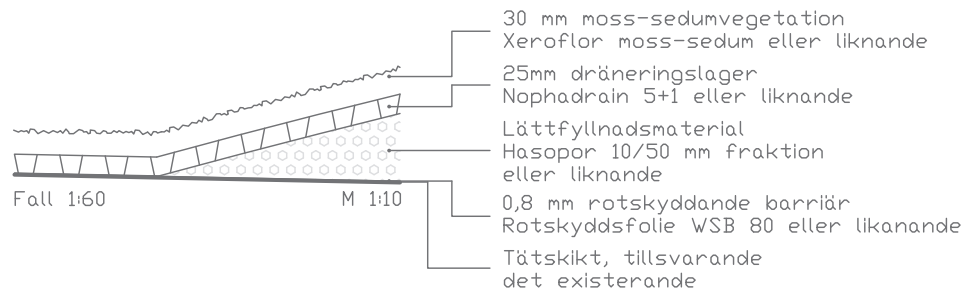
5 mm bred kant i cortenstål  
 300x300 mm betongplatta 60 mm tjock  
 50 mm flis  
 120 mm leca



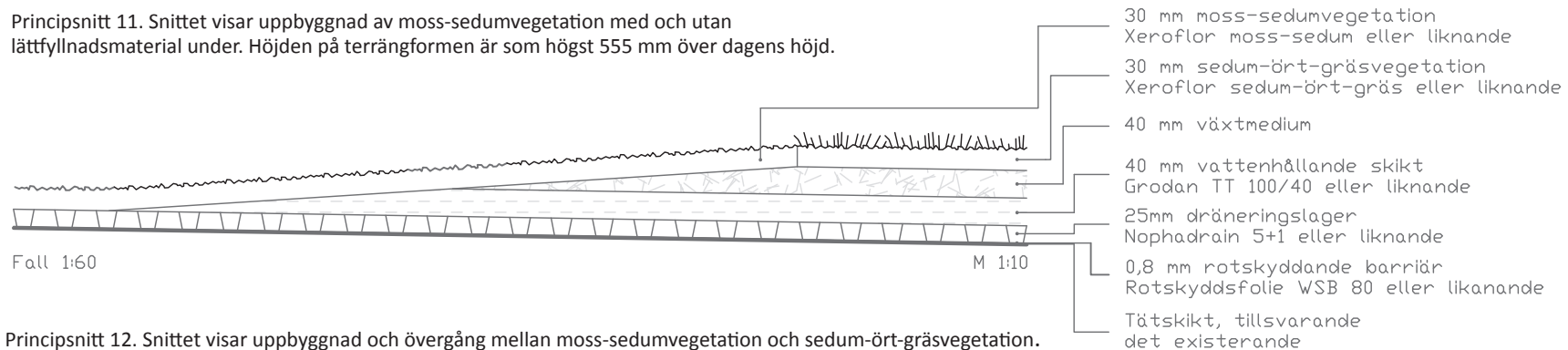
Principsnitt 9. Snittet visar uppbyggnad av betongplattor och vegetation samt övergång mellan dessa.



Principsnitt 10. Snittet visar uppbyggnad och övergång mellan singel och moss-sedumvegetation. Höjden på terrängformen är på det högsta 250 mm högre än singeln.



Principsnitt 11. Snittet visar uppbyggnad av moss-sedumvegetation med och utan lättfyllnadsmaterial under. Höjden på terrängformen är som högst 555 mm över dagens höjd.



Principsnitt 12. Snittet visar uppbyggnad och övergång mellan moss-sedumvegetation och sedum-ört-gräsvegetation.

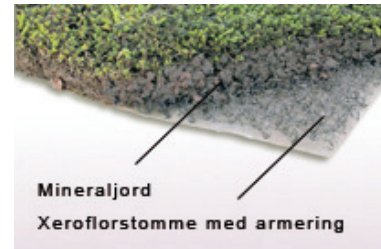


Illustration 134. Bilden visar hur Xeroflor moss-sedumvegetation är uppbyggd.



Illustration 136. Inspirationsbild, moss-sedumvegetation kombinerat med sedum-ört-gräsvegetation.



Illustration 135. Inspirationsbild, moss-sedumvegetation kombinerat med singel.



Illustration 137. Kantavslut behöver läggas på mötesrum 803 eftersom det där saknas takkant.

# GROV VIKTBERÄKNING

DET INTENSIVA GRÖNA TAKET	VIKT	YTA	VIKT
Uppbyggnad vegetation; 250 mm växtmedium	430 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 180 m <sup>2</sup>	ca 77 400 kg
Uppbyggnad vegetation; 150 mm växtmedium	270 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 30 m <sup>2</sup>	ca 8 100 kg
Vegetation; buskar och perenner	10 kg/m <sup>2</sup>	ca 210 m <sup>2</sup>	ca 2 100 kg
Vegetation; klätter- och klängväxter	20 kg/m <sup>2</sup>	ca 50 m <sup>2</sup>	ca 1 000 kg
Moss-sedumvegetation	55 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 130 m <sup>2</sup>	ca 7 200 kg
Sedum-ört-gräs vegetation	130 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 30 m <sup>2</sup>	ca 3 900 kg
Betongplattor	1 300 kg/m <sup>3</sup>	ca 4,9 m <sup>3</sup>	ca 6 400 kg
Trätraller	570 kg/m <sup>3</sup>	ca 3,9 m <sup>3</sup>	ca 2 200 kg
Dräneringslag (under trätraller)	1 kg/m <sup>2</sup>	ca 175 m <sup>2</sup>	ca 180 kg
Träkonstruktioner, furu (tak och väggar)	570 kg/m <sup>3</sup>	ca 46 m <sup>3</sup>	ca 26 200 kg
Cortenstål	8 800 kg/m <sup>3</sup>	ca 1,1 m <sup>3</sup>	ca 9 700 kg
Naturrund sten	19 kg/m <sup>2</sup> (1 cm tjockt lag)	ca 7 m <sup>2</sup>	ca 2 600 kg
Leca	3 kg/m <sup>2</sup> (1 cm tjockt lag)	ca 90 m <sup>2</sup>	ca 4 300 kg
Flis	16 kg/m <sup>2</sup> (1 cm tjockt lag)	ca 75 m <sup>2</sup>	ca 6 000 kg
Glas	3 000 kg/m <sup>3</sup>	ca 1,7 m <sup>3</sup>	ca 5 100 kg
<b>TOTALT</b>		<b>ca 1 110 m<sup>2</sup></b>	<b>ca 162 400 kg</b>
<b>DET EXENSIVA GRÖNA TAKET</b>			
Moss-sedumvegetation, de små kvadraterna	55 kg/m <sup>2</sup>	ca 70 m <sup>2</sup>	ca 3 900 kg
Rödaktig singel	16 kg/m <sup>2</sup> (1 cm tjockt lag)	ca 130 m <sup>2</sup>	ca 6 200 kg
Hasopor	180 kg/m <sup>3</sup>	ca 8 m <sup>3</sup>	ca 1 500 kg
Moss-sedumvegetation	55 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 175 m <sup>2</sup>	ca 9 600 kg
Hasopor	180 kg/m <sup>3</sup>	ca 15 m <sup>3</sup>	ca 2 700 kg
Moss-sedumvegetation, runt	55 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 180 m <sup>2</sup>	ca 9 900 kg
sedum-ört-gräsvegetation			
Sedum-ört-gräsvegetation	130 kg/m <sup>2</sup> , vattenmättad	ca 520 m <sup>2</sup>	ca 67 600 kg
Naturrund sten	19 kg/m <sup>2</sup> (1 cm tjockt lag)	ca 60 m <sup>2</sup>	ca 3 400 kg
Cortenstål	8 800 kg/m <sup>3</sup>	ca 0,15 m <sup>3</sup>	ca 1 300 kg
<b>TOTALT</b>		<b>ca 1 160 m<sup>3</sup></b>	<b>ca 106 100 kg</b>

För att få en uppfattning om hur mycket belastning det gröna taket kommer utsätta konstruktionen för har jag gjort en grov viktberäkning. En rådgivande ingenjör brukar kvalitetsberäkna landskapsarkitekternas beräkningar (Olsen, 2010b). När Galleri Oslo byggdes konstruerades den som nämnt för att tåla en belastning på i alla fall 150 kg per kvadratmeter.

Det intensiva gröna taket kommer enligt mina beräkningar att utsätta konstruktionen för en genomsnittlig belastning på omkring 145 kg per kvadratmeter. Ytterkanterna belastas mer än takets centrum, vilket är positivt eftersom ytterväggarna är bärande.

Det extensiva gröna taket kommer enligt mina uträkningar att genomsnittligt belasta konstruktionen med omkring 90 kg per kvadratmeter. Min idé var att utforma ett variationsrikt extensivt tak. Om jag istället skulle utformat det så att det belastade konstruktionen så lite som möjligt hade jag istället endast använt Sedumvegetation. Det gröna taket hade då istället haft en genomsnittlig belastning på omkring 55 kg per kvadratmeter och en total vikt på omkring 63 800 kg.

# ILLUSTRATIONER

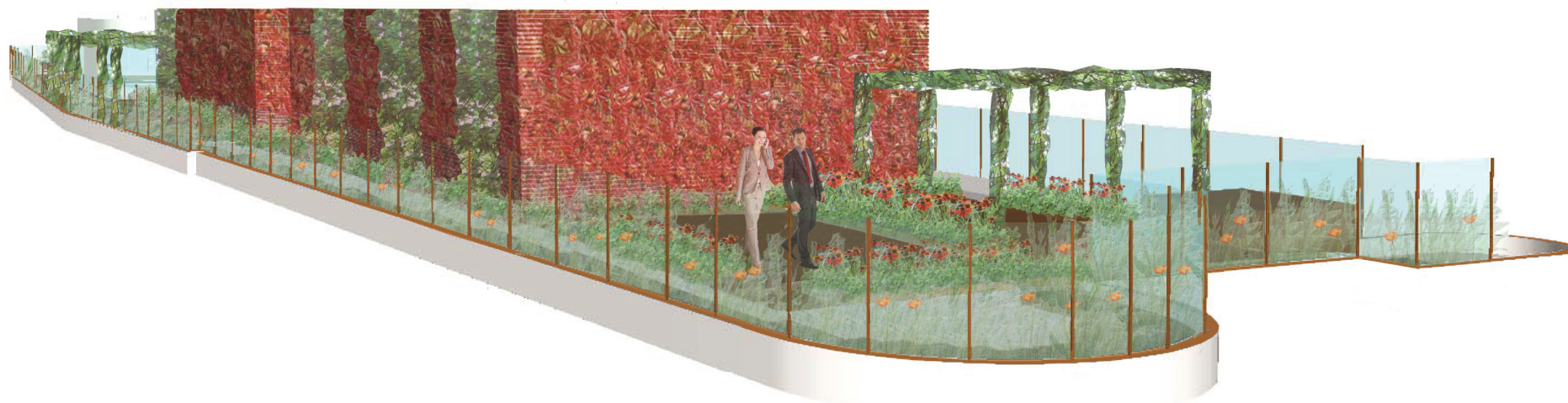


Illustration 138. Taket sett mot nordväst. Den östligaste uppehållsarealen, område I, ligger närmast.  
Illustration 139 på sida 101. Uppehållsarealen utanför mötesrum 803, område A.  
Illustration 140 på sida 102. Uppehållsarealen som ligger omkring mitt på taket, område F.  
Illustration 141 på sida 103. Den östligaste uppehållsarealen, område I.







# KONKLUSION

Gröna tak blir ett allt mer aktuellt tema, också här till lands. I framtiden ser jag inte bort ifrån att det kommer finnas riktlinjer som kräver en viss andel gröna områden på byggda överflator också här. Det är därför viktigt att ha kunskap om hur gröna tak utformas eftersom utformningen ofta skiljer sig en del jämfört med på markplan. Det är ofta fler faktorer att ta hänsyn till när man utformar gröna tak. Det är många områden som design- teamet måste ha kunskap inom för att kunna utforma ett vällyckat grönt tak. Fler än jag var medveten om.

Det är en fördel om det gröna taket utformas och integreras i arkitekturen samtidigt som byggnadens utformning gestaltas, men det finns ingenting som säger att vi inte kan skapa vällyckade gröna tak på existerande byggnader. Ett grönt tak som utformas samtidigt som byggnaden behöver inte få en bättre utformning jämfört med om taket hade utformats senare. Detta kan dock sätta en del begränsningar och ställa högre krav på design- teamet eftersom existerande tak bland annat ofta innehåller fasta installationer som måste integreras med designen. Det är viktigt att ha denna kunskap eftersom det finns många existerande tak som kan bli gröna. Det utformas fler gröna tak på nybyggnationer jämfört med på existerande tak. Att utforma ett grönt tak på en existerande byggnad är för mig en större utmaning. Att projektera taket på Galleri Oslo var därför väldigt inspirerande.

En av de största utmaningarna trodde jag skulle

bli att integrera existerande installationer med utformningen samt konstruera ett relativt lätt tak. Detta var två stora utmaningar, men en större utmaning var att installera de olika element jag önskade utan att penetrera tätskiktet. Detta var en ganska stor begränsning och resulterade i att jag var tvungen att ändra det gröna takets utformning lite utifrån detta. Det var i samband med detta viktigt att hitta kreativa lösningar.

Målet var att skapa ett vällyckat grönt tak som är frodigt, variationsrikt samt funktionellt och iögonfallande och ett tak som visar ett brett spektrum av bland annat vegetation och material. Samtidigt som taket skulle kräva relativt lite underhåll. Kunskapen från uppgiftens tidigare del var tillräcklig för att uppfylla dessa mål och som nämnt en stor inspiration.

Med denna uppgift har jag önskat att uppmärksamma alla de fördelar som finns med gröna tak och önskar att fler ska få upp ögonen för temat. Jag har också velat få samt ge en förståelse för hur gröna tak kan utformas och användas samtidigt som de kan vara en fröjd för ögat. Dessutom har jag önskat att ge Akershus fylkeskommune ett förslag på hur ett grönområde kan utformas på Galleri Oslo. Jag hoppas att de är lika nöjda med resultatet som jag är.



*Tänk bara på alla miljontals kvadratkilometer traditionella tak runt om i världen. Föreställ dig sedan att man genom att skapa grönområden där det tidigare bara funnits grus och tjära lämnade tillbaka lite grand av det enorma mänskliga fotavtrycket till naturen. Om det som en sidoeffekt samtidigt får människor att må bättre kan det väl knappast vara något fel? (Klinkenberg, 2009, s. 45).*

# ORDLISTA

## SVENSKA - NORSKA

Använda	Bruke	Luckra	Rote	Utmaning	Utfordring
Artificiella	Kunstige	Lämplig	Passende	Utsæde	Frø
Avsevärt	Betydelig	Matta	Teppe	Utværdere	Evaluere
Avsikt	Intensjon	Medveten	Klar over	Vandalism	Hærverk
Balk	Bjelke	Morrot	Gulrot	Vistas på	Være på
Befintliga	Eksisterende	Mödösam	Strevsom	Värmebølge	Hetebølge
Beteende	Oppførsel	Nackdel	Ulempe	Væxthusgas	Klimagass
Bilaga	Vedlegg	Nedslående	Skuffende	Væxtlighet	Vegetation
Brist	Mangel	Norm	Standard	Åndamål	Hensikt
Brunn	Sluk	Oavsiktlig	Utilsiktet	Åstadkomma	Oppnå
Buller	Støy	Obekväm	Ubehagelig	Återhämtning	Rehabilitering
Bussskur	Bussholdeplass	Oförståelig	Dumt	Återvinna	Resirkulere
Cancer	Kreft	Ohälsa	Sykdom	Äldreboende	Aldershjem
Densitet	Tetthet	Ostörda	Uforstyrret	Överväga	Vurdere
Dölja	Skjule	Pelare	Pillar		
Enligt	Ifølge	Penetrera	Trengje gjennom		
Fjäril	Sommerfugl	Perenn	Staude		
Ful	Stygg	Permabilitet	Gjennomslagskraft		
Fågelholk	Fuglekasse	Redogöra	Forklare		
Föreskriva	Fastsette	Resistans	Motstand		
Förespråkare	Talsman	Räcke	Rekkverk		
Förlust	Tap	Skarv	Skjöt		
Förmodligen	Trolig	Skäl	Grunn		
Förse	Levere	Spretiga	Sprikende		
Förvånansvärt	Overraskende	Staket	Gjerde		
Förödande	Ödeleggende	Stuga	Hytte		
Gjutjärn	Støpejern	Stuprör	Takrenne		
Granne	Nabo	Stökiga	Rotete		
Gurka	Agurk	Suckulenta	Saftige		
Inhemska	Lokal	Sval	Kjølige		
Inkräkta	Forstyrre	Svårighet	Vanskelighet		
Kompetensområde	Fagfelt	Syfte	Formål		
Jordgubbe	Jordbær	Sällan	Sjelden		
Kal	Bar	Tegelsten	Murstein		
Kolonilott	Parsellhage	Tendera	Pleie		
Konstgjord	Kunstig	Tillfällig	Midlertidig		
Konstruktionsfas	Etableringsfase	Trädgård	Hage		
Kupol	Kuppel	Tätskikt	Membran		
Lagstiftning	Lovgivning	Underhåll	Vedlikehold		
		Utbud	Tilbud		
		Utevistelse	Være ute		

# KÄLLFÖRTECKNING

## LITTERATUR

- Andersson, M. (2009). *Grönskans betydelse som friskvård*. Kandidatarbete. Uppsala, Sveriges landbruksuniversitet.
- Asmervik, S. (2006). *Universell utformning*. Ås, Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Blikstad, L. & Kielland, I. (2008). *Bønder i storbyen*. Lokaliserad 25.03.2010 på World Wide Web: <http://www.dn.no/d2/d2mat/article1508617.ece>.
- Cantor, S. (2008). *Green roofs in sustainable landscape design*. New York, W.W. Norton & Company Ltd.
- Chrisman, S. (2005). *Green roofs: ecological design and construction*. Atlegen, Pa, Schiffer Publishing Ltd.
- Dunnett, N. & Kingsbury N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Portland, Timber Press.
- Emmit, S. & Gorse, C. (2006). *Barry's Advanced construction of buildings*. Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- English nature. (2003). *Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas*. English Nature report no. 498. Peterborough, UK, English Nature.
- FFL, The German Landscape Research, Development and Construction Society. (2008). *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing*. Tyskland.
- Fördergemeinschaft Gutes Licht, FGL. (u.å.). *LED – ljus ur lysdioden*. Frankfurt.
- Garden Aquatica, (u.å.). *Ett Sedumtak är inte bara vackert – det är även bra för miljön*. Lokaliserad 10.08.2009 på World Wide Web: <http://www.gardenaquatica.com/Page95.aspx>.
- Guttu, J. & Schmidt, L. (2008). *Fortett med vett*. Oslo, Husbanken.
- Guttu, J. & Thorén, A-K. H. (1998). *Fortetting med kvalitet*. Oslo, Miljøverndepartementet.
- Hansen, E. & Hansen, O. B. (2007). *Trær og busker for norske hager*. 4. Utg. Oslo, Tun Forlag AS.
- Hansen, O. B. (2009). *Takhager - et tillegg til andre uteromsarealer*. Park & anlegg. Nr 7.
- Hansson, B. & Hansson, M. (2005). *Allt om trädgård*. Malmö, Natur och kultur.
- Hareland, A. (2009). *Grøne tak og fasader som tilskot til den urbane grøntstruktur*. Hovedoppgave. Ås, Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Holen, Ö. & Kielland, I (u.å.). *Oslo får grønne tak*. Lokaliserad 20.03.2010 på World Wide Web: <http://www.dn.no/d2/arkitektur/article1422646.ece>.
- Husbanken, Snøhetta, Infill & Element. (2007). *Takhager – New York*.
- Isdahl, B. (2007). *På taket i gården i parken*. Oslo, Norsk form.
- Jensen, E. (2008). *Gå ut min sjæl*. Östersund, Statens folkehelseinstitutt.
- Johansson, S. (2008). *Ljusföroreningar – ett miljøfarligt, dyrt och onödigt problem: Vår jord – en discoboll i rymden*. Lokaliserad 25.01.2010 på World Wide Web: <http://www.alltomvetenskap.se/index.aspx?article=2495>.
- Klinkenberg, V. (2009). *En trädgård under molnen*. National geographic. Nr 5.
- Konventionen om biologisk mangfold. (2007). *Begreppet biologisk mangfold*. Lokaliserad 15.01.2010 på World Wide Web: <http://www.biodiv.se/specialisten/>.
- Lagerström, J. (2004). *Do extensive green roofs reduce noise?* Examination project. Malmö, International Green Roof Institute.
- Marinelli, J. (2006). Introduction: Green roofs and biodiversity. Lokaliserad 15.01.2010 på World Wide Web: <http://www.urbanhabitats.org/v04n01/introduction.html>.
- Miljöförvaltningen, Göteborgs stad. (2008). *Vad är ljud?* Lokaliserad 26.03.2010 på World Wide Web: [http://www5.goteborg.se/prod/Miljo/Miljohandboken/dalis2.nsf/vyFilArkiv/N800\\_FB92.pdf/\\$file/N800\\_FB92.pdf](http://www5.goteborg.se/prod/Miljo/Miljohandboken/dalis2.nsf/vyFilArkiv/N800_FB92.pdf/$file/N800_FB92.pdf).
- Månsson, L & Johansson, B. K. (2002). *Gyldendals bok om stauder*. Oslo, Gyldendal fakta.
- Oslo kommune, plan og bygningsetaten, avdeling for byutvikling. (2009). *Grøntplan for Oslo*. Oslo.
- Osmundson, T. (1999). *Roof gardens: history, design and construction*. New York, W.W.

Norton & Company, Inc.

Peck, S. (2008). *Award winning green roof designs: green roofs for healthy cities*. Atlegen, Pa, Schiffer Publishing Ltd.

Persson, I. (2008). *Mer grönska gör dig friskare*. Lokaliserad 14.01.2010 på World Wide Web: [http://www.svd.se/nyheter/inrikes/mer-gronska-gor-dig-friskare\\_1756461.svd](http://www.svd.se/nyheter/inrikes/mer-gronska-gor-dig-friskare_1756461.svd).

Pollen, H. (2000). *Takhager*. Hovedoppgave. Ås, Universitetet for miljø- og biovitenskap.

PVC Forum. (u.å.). *Om PVC*. Lokaliserad den 01.02.2010 på World Wide Web: <http://www.pvc.se/Om%20PVC/Miljo.htm>.

Resdalen, G. & Hansen, O. B. (2005). *Hageselskapets sortliste: 2000 planteslag for nordiske forhold presentert i tabellform*. 10. Utg. Oslo, Det norske hageselskap.

Scandinavian Green Roof Association. *FAQ*. Lokaliserad 26.03.2010 på World Wide Web: <http://www.greenroof.se/?pid=61&sub=19#faq1>.

SINTEF Byggforsk. (2005). *Byggforsk kunnskapssystemer*.

Slettholm, A. & Halvorsen, B. E. (2010). *Oslos mest utskjelte bygg kan bli revet*. Lokaliserad 09.03.2010 på World Wide Web: <http://www.aftenposten.no/nyheter/oslo/article3497669.ece>.

Snodgrass, E. & Snodgrass, L. (2006). *Green roof plants: a resource and planting guide*. Portland, Timber Press.

Törnberg, A. (2009). *Malmös främsta vapen är gröna toppar*. Lokaliserad 25.01.2010 på World Wide Web: <http://sydsvenskan.se/vetenskap/miljo/article565035/Malmos-framsta-vapen-ar-grona-toppa.html>.

Ulrich, R.S. & Simson, R. (1986). *Recovery from stress during exposure to every outdoor environments*. Washington DC.

Ulstein, H. (2010). *Galleri, galleri*. Lokaliserad 08.03.2010 på World Wide Web: <http://www.dagsavisen.no/innenriks/article467190.ece>.

U.S. Environmental protection agency. (2009). *Basic Information*. Lokaliserad 25.01.2010 på World Wide Web: <http://www.epa.gov/hiri/about/index.htm>.

Veg Tech. (2009a). *Takvegetation – nutid och historia*. Lokaliserad 10.08.2009 på World Wide Web: [http://www.vegtech.se/tak\\_om.htm](http://www.vegtech.se/tak_om.htm).

Veg Tech. (2009b). *Vegetationsteknik*.

Weiler, S. K. & Scholz-Barth. (2009). *Green roof systems: a guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure*. New Jersey, John Wiley and Sons.

Werthmann, C. (2007). *Green roof: a case study*. New York, Princeton Architectural Press.

Widlundh, S. (2006). *Prydnadsgräs*. Västerås, ICA bokförlag.

Zettersten, G. (2007). *Argument för friluftsliv*. Stockholm, Naturvårdsverket.

## FÖRELÄSNINGAR

Kristiansen, P. (2008). *Foredrag nyanlegg*. 09.2008 på Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Nyström, P. (2010). *Takhager och gröna tak*. 15.03.2010 på Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Olsen, H. A. (2010a). *Grøntanlegg på betongdekke*. 15.03.2010 på Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Sandberg, O. R. (2008). *Generell inføring*. 09.2008 på Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Wells, H. G. (2008). *Planter under marginale forhold*. Hösten 2008 på Universitetet for miljø- og biovitenskap.

## MUNTLLIGA SAMTAL

Andresen, E. (2010). *Vaktmästare*, Oslo Galleri. 01.03.2010.

Brasfield, D. (2009-2010). *Eiendoms- og byfornysetaten*, Oslo kommune. Hösten 2009 - våren 2010.

Clewing, C. (2010). *Universitetet for miljø- og biovitenskap*.

Dalen, J. (2009). Vital Vekst. 10.11.2009.

Endersen, B. (2010). Ingenjör, Multiconsult. 01.03.2010.

Enzenberger, T. (2010). Botaniker. 06.04.2010

Hansson, D. (2010). Byggnadsingenjör, Veidekke. 03-04.2010.

Johansson, M. (2010). Tätskiktstreprenör, BINAB. 01.02.2010.

Kleven, B. (2010). Arkitekt, LPO Arkitektur. 01.03.2010.

Kon, J. (2010). SINTEF Byggforsk kunnskapssystemer. 12.02.2010.

Mamen, J. (2010). Forskare, Metrologisk institutt. 09.03.2010.

Molin, D. (2010). Klimatrådgivare, Akershus fylkeskommune. Våren 2010.

Nypan, A. (2010). Landskapsarkitekt, Snøhetta. 15.01.2010.

Olsen, H. A. (2010b). Landskapsarkitekt, Grindaker. 09.04.2010.

Plan og bygningsetaten. (2010). 22.03.2010.

Rasmussen, I. (2010) Universitetet for miljø- og biovitenskap. 07.05.2010.

Thorén, A-K. H. (2010). Universitetet for miljø- og biovitenskap. 19.01.2010.

Ödegård, I. M. (2009-2010). Universitetet for miljø- og biovitenskap, handledare. Hösten 2009-våren 2010.

## ILLUSTRATIONER

Där illustrationen saknar källa är jag fotograf eller har ritat den.

Illustration 1-3: (Klinkenberg, 2009).

Illustration 4: Lokaliserad 24.03.2010 på World Wide Web: [http://www.reedconstructiondata.com/images/site\\_assets/Page5\\_Extensive.jpg](http://www.reedconstructiondata.com/images/site_assets/Page5_Extensive.jpg).

Illustration 5: Lokaliserad 24.03.2010 på World Wide Web: [http://www.gronlandshagen.no/InfoWeb/BilderOgVideoer/Bilder/Hagen/Hagen\\_8.jpg](http://www.gronlandshagen.no/InfoWeb/BilderOgVideoer/Bilder/Hagen/Hagen_8.jpg).

Illustration 6: (Husbanken et al., 2007).

Illustration 7

Illustration 8: (Veg Tech, 2009a).

Illustration 9: (Guttu & Schmidt, 2008).

Illustration 10-11: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 12: Lokaliserad 01.02.2010 på World Wide Web: <http://www.greenroofs.org/washington/images/hires/Schwab1.jpg>.

Illustration 13: Lokaliserad 01.02.2010 på World wide Web: <http://www.greenroofs.org/washington/images/hires/Schwab2.jpg>.

Illustration 14: Lokaliserad 01.05.2010 på World Wide Web: <http://www.strokeforening.skel-leftea.org/bild/sommar.jpg>.

Illustration 15: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 16: Lokaliserad 15.02.2010 på world Wide Web: [http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.pdphoto.org/jons/pictures3/getty\\_5\\_bg\\_081003.jpg&imgrefurl=http://www.pdphoto.org/PictureDetail.php%3Fmat%3D%26pg%3D5215&usg=\\_\\_suluVrnGI2byi7-lLAlkt5Yynyw=&h=1024&w=768&sz=145&hl=sv&start=3&um=1&tbnid=h4EsYoH2PvcWQM:&tbnh=150&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dsmog%2Blos%2Bangeles%26imgsz%3DI%26imgtbs%3Dz%26hl%3Dsv%26rlz%3D1R2SKPB\\_svSE331%26tbo%3D1%26um%3D1](http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.pdphoto.org/jons/pictures3/getty_5_bg_081003.jpg&imgrefurl=http://www.pdphoto.org/PictureDetail.php%3Fmat%3D%26pg%3D5215&usg=__suluVrnGI2byi7-lLAlkt5Yynyw=&h=1024&w=768&sz=145&hl=sv&start=3&um=1&tbnid=h4EsYoH2PvcWQM:&tbnh=150&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dsmog%2Blos%2Bangeles%26imgsz%3DI%26imgtbs%3Dz%26hl%3Dsv%26rlz%3D1R2SKPB_svSE331%26tbo%3D1%26um%3D1).

Illustration 17: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 18: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: <http://www-pp.hogia.net/bengt.stridh/Enhagen/bilder/RM20040904/kalfjaril.jpg>

Illustration 19: Lokaliserad 03.02.2010 på World Wide Web: <http://freshkillspark.files.wordpress.com/2009/08/new-york-green-roof.jpg>.

Illustration 20: (Klinkenberg, 2009).

Illustration 21: (Blikstad & Kielland, 2008).

Illustration 22: Lokaliserad 26.03.2010 på World Wide Web: <http://gallery.pictopia.com/nat-geo/photo/7986976/>.

Illustration 23: Lokaliserad 26.03.2010 på World Wide Web: <http://ngm.nationalgeographic.com/2009/05/green-roofs/cook-photography>.

Illustration 24-25: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 26-27: (Osmundson, 1999).

Illustration 28: (SINTEF Byggforsk, 2005).

Illustration 29-30: (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Illustration 31: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: <http://www.vegtech.se/sv/vegtech-bygg/products/grona-gardar/fotogalleri/uid-161/categoryinformation.aspx>.

Illustration 32

Illustration 33: Kalkerad från (Dunnett & Kingsbury, 2008).

Illustration 34-37: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 38: (Olsen, 2010a).  
 Illustration 39-40  
 Illustration 41: (Klinkenberg, 2009).  
 Illustration 42: Lokaliserad 15.04.201 på World Wide Web: [http://www.alltforforaldrar.se/tumadre/images/2009/\\_dsc0325-1\\_47087975.jpg](http://www.alltforforaldrar.se/tumadre/images/2009/_dsc0325-1_47087975.jpg).  
 Illustration 43-44: (Husbanken et al., 2007).  
 Illustration 45: (Chrisman, 2005).  
 Illustration 46  
 Illustration 47: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: [http://www.alltomtradgard.se/\\_internal/cimg!0/t0a2ikyhc8z4edl1qpbplz9ywbc6qt](http://www.alltomtradgard.se/_internal/cimg!0/t0a2ikyhc8z4edl1qpbplz9ywbc6qt).  
 Illustration 48-49  
 Illustration 50-51: (Peck, 2008).  
 Illustration 52  
 Illustration 53: Lokaliserad 04.05.2010 på World Wide Web: [http://1.bp.blogspot.com/\\_YeivEYj04QQ/S6r47paGBWI/AAAAAAAAAFGM/yOhCmQlVd5E/s1600/25493957301041781065600x600Q85.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_YeivEYj04QQ/S6r47paGBWI/AAAAAAAAAFGM/yOhCmQlVd5E/s1600/25493957301041781065600x600Q85.jpg).  
 Illustration 54  
 Illustration 55-56: (Peck, 2008).  
 Illustration 57: (Osmundson, 1999).  
 Illustration 58-60: (Husbanken et al., 2007).  
 Illustration 61: (Peck, 2008).  
 Illustration 62-64  
 Illustration 65-66: Lokaliserad 16.02.2010 på World Wide Web: <http://kart.gulesider.no/>.  
 Illustration 67-94  
 Illustration 95-96: (Mamen, 2010).  
 Illustration 97: (Peck, 2008).  
 Illustration 98  
 Illustration 99: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://farm4.static.flickr.com/3055/3109977538\\_892b3c368d\\_o.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3055/3109977538_892b3c368d_o.jpg).  
 Illustration 100: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://static.panoramio.com/photos/original/22787309.jpg>.  
 Illustration 101-102: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: <http://www.vegtech.se/sv/veg-tech-bygg/products/grona-gardar/fotogalleri/uid-161/categoryinformation.aspx>.  
 Illustration 103-104: (Chrisman, 2005).  
 Illustration 105: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.abnativeplants.com/\\_ccLib/image/plants/DETA-83.jpg](http://www.abnativeplants.com/_ccLib/image/plants/DETA-83.jpg).  
 Illustration 106: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.seemegarden.com/images/plants/celastrus\\_scandens.jpg&imgrefurl=http://earthnotes.tripod.com/bittersweet-amer.htm&usq=\\_\\_G\\_uq-KaDCKD2u tvXp7R5SZyz8co=&h=275&w=275&sz=27&hl=sv&start=4&um=1&itbs=1&tbnid=BDxvs2nMm WSAJm:&tbnh=114&tbnw=114&prev=/images%3Fq%3Dcelastrus%2Bscandens%26um%3D1%26hl%3Dsv%26sa%3DN%26rlz%3D1R2SKPB\\_svSE331%26tbs%3Disch:1](http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.seemegarden.com/images/plants/celastrus_scandens.jpg&imgrefurl=http://earthnotes.tripod.com/bittersweet-amer.htm&usq=__G_uq-KaDCKD2u tvXp7R5SZyz8co=&h=275&w=275&sz=27&hl=sv&start=4&um=1&itbs=1&tbnid=BDxvs2nMm WSAJm:&tbnh=114&tbnw=114&prev=/images%3Fq%3Dcelastrus%2Bscandens%26um%3D1%26hl%3Dsv%26sa%3DN%26rlz%3D1R2SKPB_svSE331%26tbs%3Disch:1)  
 Illustration 107: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://1.bp.blogspot.com/\\_N7dFOZ91fkM/SPeJq\\_j06MI/AAAAAAAAAQY/d-zWGMlIY0/s400/Asarum\\_europeum\\_L.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_N7dFOZ91fkM/SPeJq_j06MI/AAAAAAAAAQY/d-zWGMlIY0/s400/Asarum_europeum_L.jpg).  
 Illustration 108: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.specialperennials.com/images/PPlants/Potentilla/Potentilla\\_x\\_tonguei.jpg](http://www.specialperennials.com/images/PPlants/Potentilla/Potentilla_x_tonguei.jpg).  
 Illustration 109: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.pacificbulbsociety.org/pbwiki/files/Tulipa/Tulipa\\_sylvestris2\\_AP.jpg](http://www.pacificbulbsociety.org/pbwiki/files/Tulipa/Tulipa_sylvestris2_AP.jpg).  
 Illustration 110: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.henriettesherbal.com/files/images/photos/l/lo/d04\\_3193\\_Ionicera-periclymenum-%27Serotina%27.jpg](http://www.henriettesherbal.com/files/images/photos/l/lo/d04_3193_Ionicera-periclymenum-%27Serotina%27.jpg).  
 Illustration 111: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://pics.davesgarden.com/pics/2006/05/13/Equilibrium/566863.jpg>.  
 Illustration 112: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://2.bp.blogspot.com/\\_RSSQyO3sRCY/SgD0qHHn9\\_l/AAAAAAAAAC1c/tcNMebxWxE/s400/Alchemilla+mollis+1.JPG](http://2.bp.blogspot.com/_RSSQyO3sRCY/SgD0qHHn9_l/AAAAAAAAAC1c/tcNMebxWxE/s400/Alchemilla+mollis+1.JPG).  
 Illustration 113: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://static.froer.nu/image/product/web/15407749.jpg>.  
 Illustration 114: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://blumeninschwaben.de/Zweikeimblaettrige/xKleineFamilien/P1560247.JPG\\_A.jpg](http://blumeninschwaben.de/Zweikeimblaettrige/xKleineFamilien/P1560247.JPG_A.jpg).  
 Illustration 115: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.blombilder.se/bild/bar/Fragaria-IMG\\_1164-a.jpg&imgrefurl=http://www.blombilder.se/bild/bar/jordgubbar.htm&usq=\\_\\_DLKvy5jtsGdqMYr-Af4PvuJV19E=&h=688&w=800&sz=127&hl=sv&start=24&um=1&itbs=1&tbnid=c7soJJYueEe09M:&tbnh=123&tbnw=143&prev=/images%3Fq%3DFragaria%2Bvesca%2Bvar.%2Bsemperflorens%26start%3D21%26um%3D1%26hl%3Dsv%26rlz%3Dlang\\_sv%26sa%3DN%26rls%3Dcom.microsoft:sv:IE-Address%26rlz%3D117SKPB\\_sv%26imgtbs%3Dz%26imgsz%3Dm%26ndsp%3D1%26tbs%3Disch:1](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.blombilder.se/bild/bar/Fragaria-IMG_1164-a.jpg&imgrefurl=http://www.blombilder.se/bild/bar/jordgubbar.htm&usq=__DLKvy5jtsGdqMYr-Af4PvuJV19E=&h=688&w=800&sz=127&hl=sv&start=24&um=1&itbs=1&tbnid=c7soJJYueEe09M:&tbnh=123&tbnw=143&prev=/images%3Fq%3DFragaria%2Bvesca%2Bvar.%2Bsemperflorens%26start%3D21%26um%3D1%26hl%3Dsv%26rlz%3Dlang_sv%26sa%3DN%26rls%3Dcom.microsoft:sv:IE-Address%26rlz%3D117SKPB_sv%26imgtbs%3Dz%26imgsz%3Dm%26ndsp%3D1%26tbs%3Disch:1)  
 Illustration 116: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://www.kattkristin.se/fotob-lom/vaxtmapp/solbrudokt2.jpg>.  
 Illustration 117: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://www.jungleseeds.com/images/StipaCapillata.jpg>.  
 Illustration 118: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.theinterestingplant-nursery.com/userimages/Ionicera\\_Dropmore-scarlet.jpg](http://www.theinterestingplant-nursery.com/userimages/Ionicera_Dropmore-scarlet.jpg).  
 Illustration 119: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://ipt.olhares.com/data/big/256/2565260.jpg>.  
 Illustration 120: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.anje.co.uk/images/Clematis\\_Tangutica.jpg](http://www.anje.co.uk/images/Clematis_Tangutica.jpg).  
 Illustration 121: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.floralimages.co.uk/images/lychnis\\_chalcedonica\\_cf2.jpg](http://www.floralimages.co.uk/images/lychnis_chalcedonica_cf2.jpg).  
 Illustration 122: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://www.azarboretum.org/plantlist/poppy.jpg>.  
 Illustration 123: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.rbge.org.uk/assets/galleries/36/epimedium\\_x\\_rubrum\\_ru.JPG](http://www.rbge.org.uk/assets/galleries/36/epimedium_x_rubrum_ru.JPG).

Illustration 124: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://www.eplanta.com/images/clesod1hsutskriftGH.jpg>.

Illustration 125: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: <http://static.panoramio.com/photos/original/22787309.jpg>.

Illustration 126: (Veg Tech, 2009).

Illustration 127: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://www.alvdalskurtag.no/Media/Uploads/IMG\\_428da0f6b8e83.jpg](http://www.alvdalskurtag.no/Media/Uploads/IMG_428da0f6b8e83.jpg).

Illustration 128: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://farm4.static.flickr.com/3055/3109977538\\_892b3c368d\\_o.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3055/3109977538_892b3c368d_o.jpg).

Illustration 129: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: [http://1.bp.blogspot.com/\\_iN-WXz-Wpr9E/SRjKiLZGJfI/AAAAAAAAACeY/nUNbnrh6wMs/s400/Betonggr%C3%A5.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_iN-WXz-Wpr9E/SRjKiLZGJfI/AAAAAAAAACeY/nUNbnrh6wMs/s400/Betonggr%C3%A5.jpg).

Illustration 130: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: [http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.stenbolaget.se/images/28.jpg&imgrefurl=http://www.stenbolaget.se/utomhus/produkter\\_ute.html&usq=\\_\\_5TTaSEqKdQ9RX0e8A5UElkg4tl=&h=683&w=1024&sz=182&hl=sv&start=1&um=1&itbs=1&tbnid=fQwvAs-OI4sLCM:&tbnh=100&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dnatursten%26um%3D1%26hl%3Dsv%26tbo%3D1%26rlz%3D1R2SKPB\\_svSE331%26imgsz%3Dm%26tbs%3Disch:1](http://images.google.se/imgres?imgurl=http://www.stenbolaget.se/images/28.jpg&imgrefurl=http://www.stenbolaget.se/utomhus/produkter_ute.html&usq=__5TTaSEqKdQ9RX0e8A5UElkg4tl=&h=683&w=1024&sz=182&hl=sv&start=1&um=1&itbs=1&tbnid=fQwvAs-OI4sLCM:&tbnh=100&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dnatursten%26um%3D1%26hl%3Dsv%26tbo%3D1%26rlz%3D1R2SKPB_svSE331%26imgsz%3Dm%26tbs%3Disch:1).

Illustration 131: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: <http://www.brittexusa.com/xsites/Appraisers/brittexusa/content/uploadedfiles/Britt%20at%20glass%20wall.JPG>

Illustration 132: Lokaliserad 06.04.2010 på World Wide Web: [http://2.bp.blogspot.com/\\_3RZn5WoLxal/ShJVqSAo\\_el/AAAAAAAAEwc/RddlPLCAZZ0/s400/P1010955.JPG](http://2.bp.blogspot.com/_3RZn5WoLxal/ShJVqSAo_el/AAAAAAAAEwc/RddlPLCAZZ0/s400/P1010955.JPG).

Illustration 133

Illustration 134: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 135

Illustration 136: (Veg Tech, 2009b).

Illustration 137: Lokaliserad 15.04.2010 på World Wide Web: <http://www.vegtech.se/sv/vegtech-bygg/products/grona-tak--sedumtak/sa-har-bygger-du/uid-36/categoryinformation.aspx>.

# **BILAGA 1-3**



