

## Gröna tak som del i ett hållbart stadsbyggande

Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp

---



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare: *Anders Blomberg*

Titel: *Gröna tak som del i ett hållbart stadsbyggande*

Engelsk titel: *Green roofs as part of a sustainable city planning*

Program/utbildning: *Landskapsarkitektprogrammet*

Examen: *2009*

Huvudområde: *Landskapsarkitektur*

Nyckelord: *gröna tak, vegetationstäckta tak, dagvatten, energi, extensiva tak, sedumtak, biologisk mångfald*

Handledare: *Christine Haaland*

Examinator: *Åsa Bensch*

Kurskod: *EX0378*

Kurstitel: *Skriva om landskap*

Omfattning (hp): *15*

Nivå och fördjupning: *Grund C*

Utgivningsort: *Alnarp*

Månad, år: *Mars 2009*

Serie:

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Omslagsfoto: *Heather <[flickr.com/people/heather](http://flickr.com/people/heather)>*



## Sammandrag

Gröna tak har fått en pånyttfödelse i dagens samhälle. Man har sett att de fyller ett flertal funktioner som kan vara till nytta för både samhället som stort och för den enskilde ägaren av en byggnad. Speciellt gröna tak som kräver ett minimum av skötsel, extensiva gröna tak, har stora funktionsvärden. De påverkar både miljö, ekonomi och byggnaders uttryck positivt.

De generellt tyngsta argumenten för en ökad användning av gröna tak är dagvattenhanteringen samt kostnaden sett över tid. Gröna tak både tar upp samt fördröjer dagvatten. Över tid visar sig konventionella tak kosta lika mycket eller till och med mer än gröna tak. Gröna tak bidrar även till en större biologisk mångfald, bättre ljudisolering och bättre luft.

Syftet med denna uppsats är att sammanställa forskning som finns om extensiva gröna tak för att en ge samlad bild av hur dessa kan påverka både vår omgivning och oss själva. Detta har skett genom litteraturstudier.

Vissa områden är mer utforskade än andra men klart är ändå att gröna tak har en positiv inverkan på flertalet av de områden som de påverkar. Skillnader finns inom vissa områden och den ekonomiska aspekten skulle behöva utforskas vidare då olika rapporter kommer fram till något olika resultat.

Sökord för ämnet är: gröna tak, vegetationstäckta tak, dagvatten, energi, extensiva tak, sedumtak, biologisk mångfald

## **Abstract**

Green roofs have seen a revival in the society of today. They provide many functions of which both society as a whole and the individual can take part. In particular extensive green roofs, that requires little or even zero maintenance, provides very valuable functions. Green roofs affect our environment and our economy in a positive manner as well as the physical expression of buildings.

In this bachelor thesis the impact of green roofs on society has been examined throughout literature studies. The result as a compilation of contemporary research in this field is presented together with a discussion about the use of green roofs in general.

The two major arguments for an extended use of green roofs are, the high stormwater retention capacity and the cost-benefits seen over time compared to a conventional roof. Green roofs can hold and delay major amounts of stormwater. Furthermore the costs for a conventional roof, over time, are seen to be as high or even higher than those of a green roof. Additionally, green roofs contribute to a greater biodiversity in cities, better sound isolation of buildings as well as cleaner air.

Since results from different reports differentiate somewhat, more research in the field is preferred.

## Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1. Bakgrund	1
1.2. Teoretisk bakgrund	1
1.3. Mina mål	2
1.4. Frågeställningar	2
1.5. Avgränsning	2
1.6. Metod	2
1.7. Uppsatsens disposition	3
<b>2. OLIKA TYPER AV TAK</b>	<b>4</b>
<b>3. VAD ÄR ETT GRÖNT TAK?</b>	<b>4</b>
3.1. Olika varianter av gröna tak idag	4
<b>4. EXTENSIVA TAK</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Miljöaspekten</b>	<b>6</b>
4.1.1. Dagvattenhantering	6
4.1.2. Växtliv	8
4.1.3. Djurliv	9
4.1.4. Ljuddämpning	9
4.1.5. Reducering av Urban heat island	10
4.1.6. Hantering av luftföroreningar	11
<b>4.2. Ekonomiska aspekten</b>	<b>12</b>
4.2.1. Anläggningskostnaden	12
4.2.2. Längre livslängd	12
4.2.3. Reglering av inomhustemperatur	13
4.2.4. Mat/närodling	14
4.2.5. Övriga ekonomiska aspekter	14
<b>4.3. Upplevelseaspekten</b>	<b>15</b>
4.3.1. Visuell upplevelse	15
4.3.2. Hälsöfrämjande	15
4.3.3. Tillgänglighet	16
<b>5. RESULTAT OCH DISKUSSION</b>	<b>17</b>
5.1. Påverkan hos den enskilde bostadsägaren	17
5.2. Påverkan på staden i ett större perspektiv	18
5.3. Samlad diskussion	19
<b>6. SLUTSATS</b>	<b>20</b>





# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

När jag påbörjade kandidatkursen hade jag redan en idé om vad jag ville skriva om. Besök i Zürich och tidningsartiklar hade sporrat min nyfikenhet. Jag ville skriva om takträdgårdar. Dessa fantastiska skapelser på annars outnyttjade ytor tilltalade mig på många sätt. Just utnyttjandet av en annars så död plats var det som tilltalade mig mest. Det kunde ju bara bli bättre. Jag tänkte mig då att jag skulle skriva om hur man konstruerar en takträdgård. Vilka växter som passade sig och hur man byggde jorden. Under denna initiala fas av kursen kom jag i kontakt med andra typer av vegetationstäckta tak. Vanliga platta tak som inte var till för att beträdas men ändå var gröna. Man pratade om extensiva tak. Jag kände till dem sedan tidigare men visste inte att de fyllde funktioner förutom att vara vackra. Då jag snart upptäckte att en kandidatuppsats inte var rätt forum för att lära mig konstruera takträdgårdar och jag samtidigt blivit mer intresserad av de extensiva taken bytte jag då fokus. Jag ville fortfarande arbeta med tak men kände att jag ville ta ett omfattande grepp på hela fenomenet och lära mig mer om det.

## 1.2. Teoretisk bakgrund

En av de mest omfattande studierna som gjorts på gröna taks påverkan på samhället har gjorts för staden Toronto i Canada (Dunnett & Kingsbury, 2004). I denna teoretiska studie undersökte man vilka effekter man skulle se i staden om 6 % av stadens tak varit gröna. De resultat man presenterade är anmärkningsvärda. Siffrorna är dessutom lågt räknade. Resultaten man visade var:

- Jobb som skapas både indirekt och direkt: 1350 per år.
- Reducering av stadstemperaturen/urban heat island med 1-2°C.
- En minskning av växthusgasutsläpp från byggnader med 1717 ton samt en minskning på 681 ton indirekt genom reduktion av urban heat island.
- Minskning av allvarliga olyckor orsakade på grund av smog med 5-10 %.
- 30 ton luftburna partiklar fångade av växterna varje år.
- Kapacitet att fånga upp 3,6 miljoner m<sup>3</sup> dagvatten varje år. I jämförelse skulle det kosta 60 miljoner dollar att konstruera vanliga dagvattensystem för hantering av samma mängd vatten.
- 4,7 miljoner kilo mat producerat förutsatt att 10 % av taken användes för produktion.
- Energikostnader som sänks med över 1 000 000 dollar.
- 650 000 m<sup>2</sup> potentiell rekreativsyta. Såväl privat som offentlig.

Resultaten visar att gröna tak fyller funktioner långt bortom endast estetiska och visuella. Givetvis går de exakta siffrorna att diskutera men klart är att gröna tak har en enorm potential.

Hur ser då våra städer ut? Vi strävar idag efter en hållbar stad. Hållbar ur flera aspekter. Både ekonomiskt, miljömässigt och socialt. Diskussionen rör sig ofta om hur den täta staden skulle kunna vara en del av en lösning. Som resultat av förtätning ser man dock ofta att grönytor blir lägre prioriterade och kanske överbyggda. Gröna ytor i staden har funktioner att fylla som behöver upprätthållas även om staden förtätas. Hur gör man då detta utan att ta mark i anspråk? En del av svaret kan då vara att flytta grönytan till taken. Resultaten man fick i Toronto anspelar på alla tre hållbarhetsaspekter. Frågan är ju då hur användandet av gröna tak kan få alla dessa konsekvenser. Hur får man dessa resultat genom att bara plantera växter på ett tak?

### 1.3. *Mina mål*

- Jag vill ta ett första steg mot att lära mig själv mer om gröna tak.
- Jag vill ta ett samlat tag om gröna tak oberoende av plats och diskutera deras funktion.
- Jag vill lyfta frågan till ett samhälleligt plan och se deras funktion i ett större perspektiv.

### 1.4. *Frågeställningar*

- Hur påverkar gröna tak den enskilde bostadsägaren?
- Hur påverkar gröna tak staden i ett större sammanhang?

### 1.5. *Avgränsning*

Jag har valt att skriva om extensiva tak i min uppsats. Extensiva tak kan beskrivas som gröna tak vilka är konstruerade för att endast kräva ett minimum av underhåll. Då man använder mindre jordvolym vid uppbyggnaden blir taken inte lika tunga som vanliga takträdgårdar. Detta medför att man slipper extra bärande konstruktioner eller andra byggnadsförstärkningar för att kunna anlägga ett extensivt tak. Därmed har extensiva tak en potential till stor spridning eftersom de kan anläggas på större delen av byggnaderna i staden.

### 1.6. *Metod*

För att samla kunskap till detta arbete har jag enbart använt mig av litteraturstudier. Jag har läst vetenskapliga artiklar, böcker och andra publicerade undersökningar. Det finns gott om aktuell litteratur så denna har täckt de flesta aspekter väl.

### 1.7. *Uppsatsens disposition*

Arbetet är disponerat på följande vis:

Uppsatsen börjar med att beskriva några av de termer man använder för att beskriva olika typer av tak. Såväl gröna tak som traditionella, icke-gröna tak. Vidare går jag in på vad ett grönt tak är och kan vara samt skillnader på de olika typer som finns. Under rubriken Extensiva tak kommer sedan huvuddelen av uppsatsen. Jag har valt att dela upp denna rubrik med ett flertal underrubriker. Här går jag igenom de olika saker som jag funnit att gröna tak kan påverka.

Diskussionen är uppdelad i tre delar för att besvara mina två frågeställningar samt ge en samlad diskussion. Sista delen i uppsatsen är slutsatsen där jag summerar mina kunskaper om nyttan med gröna tak.

## 2. Olika typer av tak

Det är mycket färger när man pratar tak. Man pratar om svarta tak, gröna tak, vita tak, gråa tak, bruna tak osv. I alla fall beskriver namnet, precis som det låter, färgen på taket. Även begreppen traditionella tak samt ekotak förekommer. De två motpolerna skulle kunna sägas vara gröna tak och svarta tak.

Gröna tak är ett begrepp som i princip används för att beskriva vegetationstäckta tak. Det finns dock en viss begreppsförvirring i branschen. Werthmann (2007, s. 24) skriver att gröna tak betraktas som extensiva. Andra lägger in alla typer av vegetationstäckta tak i begreppet gröna tak. Alltså allt från de extensiva sedumtaken till de högst intensiva fullskaliga takträdgårdarna. Jag själv väljer att använda begreppet gröna tak som beskrivande för alla typer av vegetationstäckta tak då detta verkar vara det vanligast förekommande.

Ekotak är ett begrepp som används i olika syften men som beskriver extensiva vegetationstäckta tak. Det kan vara för att distinktera mot andra tak som har en miljöfunktion, exempelvis tak med solceller, som ibland beskrivs som gröna. Det kan även användas när vegetationstäckta tak inte alltid är gröna. I Portland, Oregon är taken större delen av växtsäsongen inte gröna då växterna vissnat och därför kallar man dessa tak för ekotak (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 4).

Med svarta tak menar man ofta bitumentak. De är vanliga i statsmiljö och fyller inget syfte förutom som skydd mot väder och vind. Vita och gråa tak är liknande men har helt enkelt en annan färg då andra material använts vid konstruktionen. Dessa tak går tillsammans under benämningen traditionella tak.

Bruna tak är tak som endast täckts med substrat och annat löst material. Man planterar ingenting här utan låter växter etablera sig spontant. Ofta försöker man använda material från platsen såsom krossad betong, tegelkross och jord som blivit över från andra projekt i närheten. Denna typ av tak används när man vill försöka skapa en biologisk mångfald med relation till det omgivande landskapet på taket. Man får förutom en stor variation i växtmaterialet också ofta habitat för olika invertebrater och fåglar (Dunnett & Kingsbury 2004, s.4).

## 3. Vad är ett grönt tak?

### 3.1. Olika varianter av gröna tak idag

Vegetationstäckta tak delas in i i huvudsak två olika varianter. De *extensiva* samt de *intensiva* taken. Termerna hänvisar till den skötselnivå som krävs för att underhålla taken (Werthmann 2007, s. 24). Ett intensivt tak kräver mycket underhåll som liknar det underhåll en vanlig trädgård kräver. De extensiva taken byggs för att vara mer eller mindre självregenererande och ska kräva ett minimum av underhåll.

Dessa två skiljer sig åt på några punkter som gör att de fyller väldigt olika funktioner. De intensiva taken har ett substrat som är minst 15 cm djupt (Snodgrass & Snodgrass 2006, s. 18). Ofta används ett mycket djupare substrat.

Någon övre gräns finns i princip inte. De används för att skapa fullskaliga trädgårdar uppe på taken. Växtvalen är inte specifika för just tak utan man försöker återskapa samma förhållanden som nere på marken för att kunna använda samma växter. Här kan finnas allt från mossor till stora träd. Dessa tak är oftast tänkta att användas på samma sätt som ordinära trädgårdar.

De extensiva taken är som regel uppbyggda med ett substrat som är tunnare än 15 cm. Man bygger även tak med substrat ner mot 4-5 cm. Eftersom dessa tak byggs för att kräva ett minimum av underhåll blir växtvalen mer begränsade. Det är inte heller många växter som klarar de tuffa förhållandena med ett extremt tunt substrat och klimatförhållanden som är mycket speciella. Extensiva tak byggs sällan för att man ska besöka dem utan fyller istället många andra funktioner.

Gränsen mellan vad som är ett extensivt tak och vad som är ett intensivt tak är givetvis inte knivskarp. Substratdjupet är bara en fingervisning som visar på vilka växter som används och därmed hur mycket underhåll som krävs. Gränsen luckras också upp ju mer tekniken utvecklas och man talar idag även om semi-extensiva tak (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 4). Dessa tak kräver något mer skötsel än extensiva tak. Tanken är att man ska få mycket större möjlighet till variation vid växtvalet genom att endast öka skötseln något. Det finns även de tak som använder extensiva och intensiva ytor på olika platser på taket. American association of landscape architects (ASLA) huvudkontor i Washington, D.C. är exempel på detta (Werthmann 2007, s. 38).

De två stora skillnader som finns mellan dessa två typer av tak är skötselnivå samt den tyngd som de belastar taket med. Intensiva tak är både mycket dyra att anlägga och det stora underhåll som krävs gör att kostnaderna över tid även blir mycket höga. Det stora substratdjupet gör att taken blir enormt tunga. Detta gör att byggnaden måste klara av att bära upp tyngden av taket. De flesta hus idag byggs med mycket små marginaler och för att anlägga ett intensivt tak kan det då behövas extra bärande konstruktioner i huset som ytterligare ökar på kostnaderna.

Extensiva tak med små substratdjup väger betydligt mycket mindre och ofta inte ens mer än ett traditionellt tak. Detta gör att de i princip går att anlägga på de flesta av dagens befintliga hus utan att behöva arbeta med extra bärande konstruktioner.

Gröna extensiva tak är ofta förknippade med platta tak men det går att konstruera dem även på lutande tak. Det finns dock risker med att konstruera dem på ett lutande plan. Den maximala lutningen beräknas genom att titta på friktionen mellan de två halaste materialen i konstruktionen (Dunnett & Kingsbury, 2004). Gröna tak byggs ofta med några lager under substratet, det kan vara ett tätningslager, ett dräneringslager eller andra typer av lager. Det är oftast mellan dessa lager friktionen är som minst. Vid konstruktion av ett extensivt grönt tak utan extra förstärkningar brukar man räkna med en maximal vinkel på 2:12 (motsvarande 9,5 grader eller 17 procent). Dock går det att

konstruera gröna tak på tak med större lutning. Med hjälp av läkter som läggs i rutnät på taket kan man anlägga vegetation på tak med lutning på 7:12 (motsvarande 30 grader eller 58 procent). Ännu brantare gröna tak går att konstruera men då måste speciella substratkompositioner och metoder användas.

#### 4. Extensiva tak

Jag har valt att dela upp de områden som extensiva tak påverkar i tre huvudkategorier. Miljöaspekterna, de ekonomiska aspekterna samt upplevelseaspekterna. Under dessa huvudrubriker har jag sedan benat ut olika delar jag funnit bli beröra av ett grönt tak.

##### 4.1. Miljöaspekten

###### 4.1.1. Dagvattenhantering

Dagens hantering av dagvatten i staden är ofta problematisk. Stora mängder vatten faller på platser där de inte kan infiltrera marken. Vattnet leds istället ned i system där avloppsvatten och dagvatten förs tillsammans till reningsverk. Stora påfrestningar på dessa system genom stora nederbördsmängder gör att systemen svämmar över. När systemen utsätts för mer vatten än vad de kan hantera släpps vattnet ut i sjöar, floder och andra platser utan rening. Fenomenet kallas för Combined Sewage Overflow (CSO). I New York City har man stora problem med detta då hälften av all nederbörd orsakar CSO. Varje år släpps här ut 150 miljoner m<sup>3</sup> orenat vatten i områdets vattendrag (Cheney 2005 se Getter & Rowe 2006).

Det dagvatten som rinner över stadens ytor samlar flera föroreningar. Det kan vara olja, tungmetaller, salter, växt- och djurgifter och annat. Novotny och Chesters (1981) jämförde kvaliteten på det vatten som runnit genom staden med renat avloppsvatten och visade att det kunde vara ännu mer förorenat än detta. Innehåller vattnet mycket organiskt material som sedan spolat ut i vattendragen kan detta leda till övergödning och därmed syrebrist samt förlust av mycket liv i vattnen.

Olika städer täcks av olika mängd ogenomtränglig yta. Inom staden skiljer sig olika områden också mycket åt. Scholz-Barth (2001) menar att städer bara absorberar 25 % av nederbörden i området, resten måste ta vägen någon annanstans. Detta kan jämföras med att 95 % av nederbörden absorberas i en skog. Tanyard Branch, ett urbant område i USA, är till 53,8 % täckt med ogenomtränglig yta (Carter & Keeler 2007). Vissa typer av områden är ofta mer täckta än andra. I USA är cirka 10 % av bostadsområdena och hela 71 % till 95 % av industriområden samt shoppingcentra täckta av ogenomtränglig yta (Fergusson 1998 se Getter & Rowe 2006). Hur stor del av denna yta som sedan är tak varierar givetvis även det. I Tanyard Branch är totalt 15,9 % av ytan upptagen av tak. Dunnett & Kingsbury (2004) skriver att 40 % till 50 % av den ogenomträngliga ytan i staden består av tak.

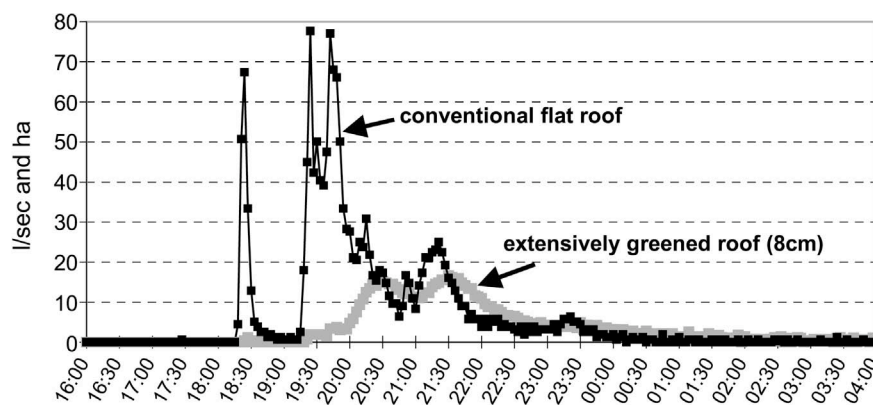
När vatten faller på en vegetationsyta tas vatten upp i växterna och genom transpiration återförs sedan vattnet till atmosfären (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 36). Den vattenhållande förmågan är alltså mycket viktig för gröna tak. Olika typer av tak har olika stor vattenhållande förmåga. Det är framförallt substratdjupet som avgör hur mycket vatten taket kan hålla. Ett djupare substrat gör att mer vatten kan hållas medan ett tunnare substrat inte kan hålla samma mängd vatten. Växtmaterialet spelar dock också en roll då även detta absorberar vatten.

Under substratet på de gröna taken har man dränerande lager. Detta lager kan även utformas för att hålla vatten. Detta kan användas för att fördröja att vattnet spolats ner från taket (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 39).

Generellt sett har gröna tak en mycket god vattenhållande förmåga. Speciellt i jämförelse med traditionella tak som inte har någon vattenhållande förmåga alls. Även tunna substrat har förmåga att hålla relativt stora mängder vatten. Olika försök har visat något olika resultat för hur mycket vatten som faktiskt hålls kvar vid nederbörd. Moran et al. (2005 se Oberndorfer et al. 2007) visade att 66 % till 69 % av nederbörden på tak med substrat tjockare än 10 cm absorberades i taken. Beatti & Berghade (2004 se Oberndorfer et al. 2007) fick i sina försök fram att mellan 25 % och 100 % av nederbörden absorberades då substraten var under 10 cm i tjocklek. Den årliga minskningen av avrinningen beräknas dock oftast till mellan 60 % och 80 % (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 48).

Vidare är det intressant att titta på när taken kan absorbera som mest vatten i procentandel av nederbörden vid ett specifikt tillfälle. Vid mindre nederbörd kan gröna tak ofta absorbera mer än 90 % av nederbörden (Carter & Rasmussen 2006). Vid större mängder minskar den procentuella mängden av nederbörden som absorberas. Detta eftersom substratet blir mättat och inte kan hålla mer vatten. När detta skett ser förhållandet inflöde-utflöde i princip detsamma ut som hos ett traditionellt tak. Lika mängd vatten som faller på taket rinner också av taket (Bengtsson et al. 2004).

Takets lutning spelar viss roll i hur mycket vatten ett grönt tak kan hålla kvar. Getter et al. (2007) gjorde en studie som visar skillnaderna mellan tak med lutning på 2 %, 7 %, 15 % och 25 %. Resultatet blev att skillnaderna är mycket små. I snitt höll taken kvar 80,8 % av vattnet. Taket med 25 % lutning höll minst vatten och höll kvar 76,4 %, det tak som höll mest vatten var det som lutade 2 %, detta tak höll kvar 85,6 % av vattnet. Då taken håller kvar vatten och fördröjer utflödet vid större mängder nederbörd har de en viss kapacitet för att minska den topp med vattenflöde som andra dagvattensystem utsätts för. Trycket på systemen jämnas då ut över en längre tid vilket är lättare för systemen att hantera. Figur 1 (Köhler et al., 2002) beskriver hur vattenflödet får en jämnare kurva över tid då det rinner genom ett grönt tak.



Figur 1

Det vatten som runnit igenom ett grönt tak visar en viss påverkan. Berndtsson et al. (2006) har gjort en undersökning där man undersökt förekomsten av metaller samt näringsämnen i det vatten som runnit genom ett grönt tak. Resultaten visar att ett nytt grönt tak kan försämra snarare än förbättra det vatten som rinner igenom det. Det vatten som föll på taken innehåll lägre nivåer av de studerade ämnena än det vatten som runnit igenom taken. Nivåerna av ämnena i det avrunna vattnet visade sig vara högre i början av nederbörden. Effekten kallas first flush effect. När taken sedan väl blivit etablerade försämrar de dock inte vattnet i någon större utsträckning. I motsats visar dock mycket tysk forskning visar dock på att gröna tak generellt kan förbättra vattenkvaliteten (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 46).

De ämnen som observerades i det avrunna vattnet i Berndtssons et al. undersökning kom från gödningsmedel som använts under konstruktion av taket eller underhållsgödning. En viss del kom även från den spillning som fåglar lämnat efter sig på platserna.

Traditionella tak har i princip ingen påverkan på vattenkvaliteten hos det avrunna vattnet (Berndtsson et al. 2006).

#### 4.1.2. Växtliv

I naturen ser man att de platser som är relativt näringsfattiga tenderar att innehålla ett större antal växtarter i förhållande till näringsrikare platser. På näringsrika marker förekommer ofta livskraftiga och aggressiva arter som totalt dominerar området. Då dessa starka arter inte kan få samma fotfäste i näringsfattigare marker kan arter som är känsligare få utrymme att existera. Resultatet för en näringsfattigare plats är att fler arter kommer att samexistera här.

Gröna tak är sällan särskilt näringsrika platser. Man har ofta observerat att ovanliga lavar och andra växter etablerat sig på gröna tak (Gedge & Kadas 2004 se Oberndorfer 2007). I Schweiz har man funnit 9 orkidéer och flera andra ovanliga växter på ett 90 år gammalt grönt tak. (Brenneisen 2004 se Getter & Rowe 2006) Vid spontan kolonisering på gröna tak är det



framförallt mer mobila arter som introduceras. Dock förekommer också att frön förs upp på taken via fåglar och andra djur eller att frön fått fäste under konstruktion av taket då de kan ha fastnat under skor och liknande.

En stor variation i växtmaterialet har vidare effekt på det antal djurarter som kan existera på taken. Större variation i växtmaterialet leder generellt till en större variation i djurlivet på platsen.

#### 4.1.3. *Djurliv*

Gröna tak har en funktion att fylla som habitat för djur. Gröna tak liknar ofta de naturliga miljöer som finns med tunna jordar som tidvis torkar ut. Dessa miljöer är ofta ovanliga och därför finns en poäng i att återskapa dessa för att gynna det liv som är anpassat för de här platserna (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 37).

Extensiva gröna tak som inte är konstruerade för att besökas erbjuder en skyddad miljö utan mycket störningar. Man har i flera studier sett samhällen med invertebrater samt fåglar på gröna tak (Coffman & Davis 2005, Brenneisen 2006, Kadas 2006 se Oberndorfer et al. 2007). För fågellivet fungerar taken framförallt som ett ställe att leta föda (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 39) även om man också sett fåglar häcka på gröna tak (Baumann 2006 se Oberndorfer et al. 2007). Man ser ett samband mellan hur mycket grönområde som finns i omgivningen och hur mycket fåglar som besöker taken. I förorter med glesare bebyggelse och närmare jordbruksland besökte fåglar mer sällan de gröna taken medan gröna tak i tätare statsdelar blev besökta i större omfattning (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Vanliga djur att hitta i gröna tak är olika insekter såsom skalbaggar, myror, flugor, humlor, bin, spindlar och gräshoppor (Coffman & Davis, 2005, Brenneisen 2006 se Oberndorfer et al., 2007). I Basel i Schweiz gjordes en stor undersökning för att se hur biodiversiteten på olika gröna tak såg ut (Brenneisen 2003 se Getter & Rowe, 2006). Sjutton olika tak av olika typ undersöktes. Både sedumtak, torvtak och tak med substrat från det lokala området som låtits spontankoloniserats användes. Under denna tre år långa studie fann man på taken 78 spindelarter samt 254 skalbagsarter. 18 procent av spindlarna samt 11 procent av skalbagarna var listade som ovanliga. Vid jämförelse med naturliga miljöer i marknivå fick man liknande resultat. De äldre taken innehöll generellt fler arter.

#### 4.1.4. *Ljuddämpning*

Gröna tak har viss effekt på hur ljud fortplantar sig in i byggnader. Traditionella tak är i och med de hårda material som ofta används generellt inte lika bra på att absorbera ljud. De olika delarna i ett grönt tak påverkar olika sorters ljud. Medans substratet tenderar att fånga ljud i lägre frekvenser tenderar växtmaterialet att fånga upp ljud bland de högre frekvenserna. Olika frekvenser har alltså olika förmåga att ta sig genom ett

grönt tak. Som bäst, i jämförelse med ett traditionellt tak, dämpar ett grönt tak vid frekvenser mellan 500 Hz och 1000 Hz (Renterghem & Botteldooren 2008). I jämförelse kan en manlig djup röst nå så lågt som 80 Hz, ett barn som inte kommit i målbrottet befinner sig ofta i intervallet 150 Hz till 400 Hz (Wiki Answers). Högsta noten en flöjt tar är vid cirka 2100 Hz (Wikipedia).

Hur mycket ett grönt tak dämpar ljud finns det inte mycket forskning som undersökt. Peck (1999) skriver dock att ett substrat med en tjocklek på 12cm kan reducera volym med 40dB och ett substrat på 20cm kan reducera volym med 46dB. Renterghem & Botteldooren (2008) skriver att ett tjockare substrat än 20cm inte ger någon vidare vinst i hur mycket ljudet reduceras.

När Gap byggde sitt kontor 901 Cherry Hill i Kalifornien installerade man ett grönt tak. Byggnaden ligger såväl nära en högljudd motorväg som under flygrutten till San Francisco International Airport. En av huvudanledningarna till att man byggde ett grönt tak var att man ville dämpa byggnaden akustiskt. Målet var att taket skulle dämpa ljud med 50 dB (Burke 2003 se Dunnett & Kingsbury 2004).

#### 4.1.5. Reducering av Urban heat island

”Urban heat island”-effekten beskriver hur staden har ett annat klimat än omgivande landskap. Karakteristiskt är att temperaturen i staden, speciellt under natten, är högre, luftfuktigheten är högre, och luften innehåller mer föroreningar och partiklar på grund av luftflödet (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 50).

Urban heat island orsakas framförallt av att de hårdgjorda ytor som staden till stor del består av absorberar solenergin och transformerar denna till värme (Peck & Callaghan, 1999, s. 24). Dock spelar många andra faktorer också in. Exempelvis industriproduktion, transporter och uppvärmning av hus.

Den högre temperatur som staden ger upphov till har vidare flera bieffekter. Temperaturen orsakar instabilitet i atmosfären och städer som präglas av hög urban heat island effekt ser ofta en ökning av nederbörd och åskväder (Peck & Callaghan, 1999, s. 24). Staden Köln i Tyskland har 27 % mer nederbörd än omgivande landskap (Minke 1982 se Peck & Callaghan 1999, s. 24).

I Berlin där man är starkt påverkad av urban heat island har man under klara vindstilla nätter uppmätt att temperaturen är 9°C högre i statskärnan än i omgivande landskap (Von Stulpnagel et al. 1990 se Getter & Rowe 2006). Den högre temperaturen har flera direkta effekter på människan. Man ser samband mellan den högre värmen och problem med andning, stress och blodcirkulation.

Vegetation i staden har möjlighet att påverka detta. Urban cool park island effekt påverkar staden genom att sänka temperaturen i omgivningen. Då öppen vegetationsyta ligger högre än sin omgivning sippas den kalla luften ut ur vegetationsområdet och ner i omgivningen. Effekten avtar då grönområdet ligger lägre än sin omgivning (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 51). Vegetation har även en högre albedo än många hårdgjorda ytor i staden. Med albedo menar man hur mycket strålning som reflekteras från ytan. Ett albedo på 1,00 innebär att all strålning reflekteras.

Den största möjligheten med gröna tak i staden är alltså att solenergin inte kommer att omvandlas till värme på taken utan istället bidra till evapotranspiration. Evapotranspiration är den kombinerade effekten av transpiration, där vatten går igenom växten och sedan tillbaka ut i atmosfären, och evaporation, där vatten avdunstar från substratet.

#### 4.1.6. Hantering av luftföroreningar

Då staden värms upp skapar detta vertikala luftströmmar som lyfter upp de partiklar som annars ligger på stadens golv. Dessa partiklar sprids sedan i luften och staden (Peck et al. 1999, s. 18). Partiklar i luften har visat sig leda till sjukdomar och problem med andningen (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 49). En vanlig källa till dessa luftföroreningar är avgaser från transportfordon samt utsläpp från industri. Vissa tungmetaller sprids också genom samma källor.

Vegetation i staden har egenskap att fånga delar av de föroreningar som finns i luften. En gata med träd har enbart 10-15 % så mycket luftburna partiklar som en liknande gata utan träd. Partiklarna fastnar i lövverket, grenarna eller stammen och sköljs sedan ner i marken under. Vegetation kan även fånga de luftföroreningar som finns i gasform genom fotosyntes. De föroreningar som finns fastnar sedan i löven för att på hösten falla av och förmultna med resultat att föroreningarna upptas av jorden (Peck et al. 1999, s. 19).

Exakt hur stor roll gröna tak spelar i sammanhanget är inte belyst närmare i forskning. Mycket av forskningen visar på försök med annan vegetation än den som är vanlig på gröna tak. Dunnett & Kingsbury (2004) skriver att de sedumtak som är vanliga förmodligen spelar en mindre roll i sammanhanget. Peck (1999) skriver dock att ett 2000m<sup>2</sup> tak med gräs skulle kunna fånga 4000 kg partiklar ur luften varje år. Detta motsvarar 2kg/m<sup>2</sup> tak varje år. Peck skriver vidare att även om detta skulle vara en överskattning av gräsets egenskaper skulle även en reducering till en tiondel ge signifikanta effekter. Då alltså 0,2kg/m<sup>2</sup> varje år.

## 4.2. Ekonomiska aspekten

### 4.2.1. Anläggningskostnaden

Wong et al. (2003) har visat i en teoretisk modell att den initiala anläggningskostnaden skulle kunna vara så mycket som 82,46 % högre för ett extensivt grönt tak i jämförelse med ett traditionellt tak. De högre kostnaderna beror mycket på ett vattentätninglager som är av högre kvalitet än normalt, det extra lagret med substrat, extra dräneringslager samt de färdiga vegetationsmattor som används.

I Sverige används idag nästan uteslutande vegetationsmattor när man anlägger nya vegetationstäckta tak (Emilsson & Rolf 2005). Principen är att en rulle med färdigvuxen vegetation rullas ut på taket för att sedan växa fast på platsen. Metoden för anläggning är till stor del utvecklad i Tyskland. Emilsson (2008) har genomfört försök där han jämför olika vegetationsetableringar på tak. Han har jämfört olika etableringsmetoder, olika fröblandningar samt olika substrat.

Emilsson gjorde bland annat försök med att etablera växterna på plats istället för att förodla dem på mattor som sedan placeras ut på plats. Försöken visade att efter 3 år täckte de växterna som etablerats på plats lika bra som de färdiga vegetationsmattor som lagts (Emilsson 2008). Nackdelen med färdiga mattor är att det generellt sett är det dyraste sättet att konstruera gröna tak på (Emilsson & Rolf 2005). Fördelen med mattor är att man får fullständig täckning direkt och att det underlättar mycket för byggnadsprojekteringen då man slipper använda kompetens på området och enkelt kan beställa färdiga mattor. I Tyskland där tekniken med vegetationstäckta tak är som mest utvecklad används i de flesta fall etablering på plats (Emilsson 2008).

De försök med olika fröblandningar och substrat som gjordes visade även på att det finns många möjliga alternativ till de mattor som används idag.

Försöken visar att det finns alternativ till de vegetationsmattor som oftast används. Alternativen bör kunna prestera ett resultat som är minst lika bra som det vegetationsmattorna levererar.

### 4.2.2. Längre livslängd

Medans initialkostnaderna för ett vegetationstäckta tak är betydligt högre än för ett traditionellt tak är det under takets livstid man kan minska på sina omkostnader.

Ett traditionellt tak utsätts för extrema värmeskiftningar. Man har i Canada uppmätt temperaturer på taken på upp emot 70 °C. Detta sker då nästan all solenergi tas upp på taken och omvandlas till värme. Under nätter och kallare årstider sjunker temperaturen igen, givetvis till under fryspunkten

då temperaturen faller utomhus. Dessa temperatursvängningar skapar stress på takmaterialen som är mycket påfrestande. Materialen expanderar eller drar ihop sig när temperaturen skiftar. Dessa förändringar kan skapa sprickor eller andra skador på taken som måste repareras. Även den ultraviolettera strålning som taken utsätts för skapar komplikationer. De bitumenmaterial som ofta används på tak kan förändra sina kemiska sammansättningar och deras mekaniska egenskaper kan försämrats (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 29).

Olika typer av traditionella tak är olika känsliga för dessa påfrestningar. Svarta material absorberar mest solenergi medan ljusare eller andra typer av material som reflekterar mer ljus absorberar mindre. De svarta material som ofta används är alltså de som utsätts för mest stress.

De dagliga temperaturskiftningar som tak utsätts för spelar alltså en stor roll i frågan om takens livslängd. Här har gröna tak en stor fördel. Man har sett att temperaturskiftningarna kan reduceras med upp till 94 % hos ett grönt tak i jämförelse med ett traditionellt svart tak (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 30). Det ska dock påpekas att vegetationstypen på taket spelar en stor roll. Monokulturer med låga växttyper har visat sig isolera sämre och reduktionen av temperaturskiftningarna blir då lägre, men fortfarande till de gröna takens stora fördel.

Dunnett & Kingsbury visar att ett traditionellt tak kan ha en livscykel så kort som femton till tjugo år om man väljer ett lågprisalternativ. Efter denna tid behövs antingen omfattande reparationer eller en hel omläggning av taket. Väljer man ett dyrare och mer kvalitativt tak skulle det kunna ha en livscykel på trettio till femtio år. Ett extensivt grönt tak bör kunna ha en livslängd på femtio till hundra år enligt Dunnett & Kingsbury. Derry och Toms varuhus i centrala London har haft en takträdgård sedan 1938 och 1999 var takmembranet fortfarande i gott skick (Peck et al. 1999, s. 30).

I en rapport av Carter & Keeler (2008) beräknar man livslängden på ett grönt tak till fyrtio år. Detta säger de är konservativt räknat och baserat på en fördubbling av livslängden hos ett traditionellt tak. Lee (2004, see Carter & Keeler 2008) beräknar livslängden hos ett grönt tak till 60 år.

#### 4.2.3. *Reglering av inomhustemperatur*

Genom sin energiupptagande funktion kan gröna tak hjälpa till att sänka inomhustemperaturen i byggnader där detta är ett problem. Då solenergin inte omvandlas till värme i någon större utsträckning på gröna tak värmer den inte heller upp byggnaden. I många länder använder man aircondition och genom att påverka inomhustemperaturen genom byggnadskonstruktionen kan man spara energi och därigenom pengar. Genom varje sänkning med 0,5 °C av inomhustemperaturen kan man spara 8 % i elförbrukning för aircondition (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 33). Vidare har man visat man kunnat sänka inomhustemperaturen med 3 °C till

4 °C när utomhustemperaturen varit mellan 25 °C och 30 °C (Peck et al. 1999, s. 21). Laberge (2003 se Getter & Rowe 2006) gjorde en uppskattning av hur mycket Chicagos stadshus kan spara in i energikostnader med ett grönt tak. Han kom fram till att de kunnat reducera sina utgifter med \$4000 varje år.

På traditionella tak omvandlas som redan nämnt solenergin till värme. Detta gör att byggnaden i sig värms upp. En ytterligare aspekt är att luften ovanför taket även värms upp. Ofta sitter intagen till airconditionen just här. Leonard och Leonard (2005 se Getter & Rowe 2006) visade att när intagstemperaturen stiger till över 35 °C ökar energibehovet för systemet eftersom kylkapaciteten sänks.

Växtvalen på taket spelar en roll i hur solenergin omvandlas. De gröna taken tar upp mycket av solljuset genom växten där det bland annat kan omvandlas genom fotosyntes eller öka vattenavdunstningen. Man har sett att under torra perioder när växterna inte håller lika mycket vatten har de gröna taken en sämre isolerande effekt (Dunnett & Kingsbury 2004). Vissa typer av växter lämpar sig alltså något bättre i detta avseende.

I kalla klimat har gröna tak även en viss isolerande effekt. Denna effekt kommer sig framförallt av substratet som har en viss isolerande funktion. Återigen spelar dock växtvalet in och de typer av växtmaterial som skapar mycket luftfickor genom blad och stamutformning isolerar bättre. Vinca minor har visat sig vara speciellt bra i detta avseende (Kolb and Schwarz 1986 se Dunnett et al. 2008). Tjockare lager av både substrat och växter har alltså positiv inverkan på den isolerande förmågan. Peck et al. (1999, s. 23) visade att 20-40 cm gräs tillsammans med 20 cm substrat har en isolerande effekt motsvarande 15 cm mineralullsisolering.

#### 4.2.4. *Mat/närodling*

Gröna tak kan användas för odling av mat. Detta påverkar flera aspekter än bara den ekonomiska men det kan potentiellt ge en stor ekonomisk vinning. The Fairmount Hotel i Vancouver har ett stort grönt tak där man odlar alla de kryddor hotellet använder. Detta ger en årlig besparing på 25 000 till 30 000 kanadensiska dollar (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 26). Taket används även för kompost vilket också ger ekonomiska besparingar.

Odling på tak kräver dock ett större substratdjup samt mer skötsel. Dessa tak är därför inte att klassas som extensiva och jag ämnar därför inte gå vidare i ämnet här.

#### 4.2.5. *Övriga ekonomiska aspekter*

Gröna tak kan ge viss värdeökning på en byggnad. Det kan attrahera en medveten köparkrets som ger upphov till ett högre pris. I USA finns poängsystem som ämnar till att gynna miljömedvetet byggande. Gröna tak ger poäng för att reducera urban heat island effekten samt för

dagvattenhanteringen. Detta visar konkret på hur byggnaden fyller vissa funktioner (Dunnett & Kingsbury 2004, s. 36). Att visa på de högre poängen kan skapa ett PR-värde för byggnaden.

Ovan nämnda Fairmount Hotel i Vancouver har rum med utsikt över deras gröna tak. Det tillsammans med besöksmöjligheten till trädgården motiverar en högre hyra för rummen (Dunnett & Kingsbury 2004 s. 26).

I Tyskland används subventioneringar av byggandet av gröna tak. Man har en avgift för dagvattenhantering som reduceras om man bygger ett grönt tak (Falk 2007).

Företag kan profilera sig som miljömedvetna om de konstruerar ett grönt tak. I London används gröna tak idag för att uppfylla de krav staden har på att alla företag ska ha en så kallad biodiversity plan.

I undersökningen i Toronto visade man på hur gröna tak kan skapa flera jobbtilfällen. Något som är eftersträvansvärt för alla städer.

### 4.3. *Upplevelseaspekten*

#### 4.3.1. *Visuell upplevelse*

Det visuella värdet i ett grönt tak är svårt att värdera. Ett grönt tak är dock starkt förknippat med en identitet och ett ställningstagande. Detta kan i förlängningen leda till, som tidigare nämnt, ekonomiska fördelar.

Då extensiva tak sällan är tillgängliga begränsas upplevelsorna av dem avsevärt. Många kan till och med vara visuellt bortom räckhåll i vår vardag. En förändring i vår vardag finns dock att beakta. Los Angeles Times nätupplaga samt internetsajten reallid.se resonerar om programmet Google Earths roll i byggandet av gröna tak. Christopher Hawthorne på Los Angeles Times menar att programmet ändrat vår syn på byggnader då vi lätt kan betrakta dem ovanifrån. Reallid.se drar resonemanget vidare och menar att Google Earth är en bidragande faktor till att så många gröna tak byggs idag (Reallid.se se Falk 2007).

#### 4.3.2. *Hälsfrämjande*

Den direkta visuella kontakten med grönska och då även gröna tak spelar roll i vårt välbefinnande. Närheten till grönska och gröna växter har positiva effekter på vår hälsa. Effekter är stressreducering, sänkning av blodtrycket, muskelspänningar som släpper och våra positiva känslor som ökar (Ulrich & Simmons 1986 se Getter & Rowe 2006). Även sjukhuspatienter som har utsikt över grönytor har visats återhämta sig snabbare från kirurgiska ingrepp vilket gör att sjukhussängar inte behöver upptas lika länge (Ulrich 1984 se Getter & Rowe 2006).

Kaplan et al. (1988 se Getter & Rowe 2006) visade att anställda på ett företag upplevde att de var nöjdare med jobbet, hade mindre huvudvärk, var mindre stressade samt var mindre sjuka om de hade utsikt över natur.

Huruvida specifikt gröna tak främjar hälsan och i vilken utsträckning är inte närmare klarlagt.

#### 4.3.3. *Tillgänglighet*

Extensiva tak är i de flesta fall inte gjorda för att besökas eller vistas på. Växtmaterialet och substratet är inte gjorda för att gå på och skulle ta skada av att beträdas. Dock finns lösningar där man försökt kombinera egenskaperna hos ett grönt extensivt tak med möjligheten att vistas på taket. På taket till American Association of Landscape Architects (ASLA) hus i Washington, D.C. har man anlagt ett extensivt tak med ett galler ovanpå som är till för att beträdas (Werthmann, 2007). Sol, luft och vatten når alltså ner till vegetationen utan hinder. Detta gör att många egenskaper hos det extensiva taket behålls samtidigt som man kan röra sig på taket. För att taket skall vara intressant att besöka har delar gjorts till mer intensiva ytor som är intressantare ur besökssynpunkt.



## 5. Resultat och diskussion

### 5.1. Påverkan hos den enskilde bostadsägaren

Ett grönt tak har större påverkan på den individuella byggnaden än vad jag från början trodde. En av de främsta anledningarna till att man idag så sällan bygger gröna tak, kostnaden, kan jag nu till stor del skjuta åt sidan. Att det skulle vara en för stor investering är något som endast gäller under konstruktionsfasen. Sett över en längre tid ser man att kostnaderna närmar sig varandra. Flera studier hävdar till och med att det kan innebära en lägre kostnad över tid att anlägga ett grönt extensivt tak än ett traditionellt tak. Till detta kan läggas att anläggningskostnader med stor sannolikhet kommer att sjunka när ny teknik för att konstruera gröna tak utvecklas. Speciellt används här i Sverige anläggningsmetoder som redan visat sig vara onödigt dyra som standard. De sedummattor som idag används i de flesta fall har vissa fördelar men är inte kostnadseffektiva. Förhoppningsvis kan sänkta anläggningskostnader vara ett incitament för ett ökat användande. Även de energikostnader som tas upp i modellerna för kostnadsberäkningarna sägs enligt forskarna stiga. Då energiåtgången i en bostad kan sänkas med ett grönt tak kan alltså kostnaderna sänkas ytterligare i framtiden.

De modeller för skattereducering som används i andra länder är ett sätt att ge vinsten som staden gör på gröna tak tillbaka till anläggaren. Staden som helhet kan minska på sina omkostnader och för att då gynna konstruktionen av gröna tak uppmuntras detta genom skattelättnader. Det är en situation som både staden och konstruktören kan tjäna på.

För den som anlägger ett grönt tak på sin bostad eller annan byggnad där man vistas spelar ljudisoleringen en stor roll. I täta industriområden med mycket ljud i omgivningarna där gröna tak på många andra sätt också är viktiga kan ljudisoleringen vara en avgörande faktor.

Den profilering av byggnaden som ett grönt tak innebär är något som även dess ägare kan dra nytta av. Från att helt enkelt anses som snyggt och ett trevligt inslag kan det gröna taket vara en del i ett hållbart byggande som kan öka värdet på en bostad. Detta är inget som jag tror ska underskattas. Vi ser hur statussymboler tillåts kosta nästintill astronomiska summor och hur de blir till vitala inslag i vardagen. De har en attraktionskraft som lockar väldigt många. Detta trots att nyttan ofta kan vara begränsad. Att ett grönt tak skulle ge viss social status ser jag som oundvikligt. Jag tror att det spontana intrycket av ett grönt tak kan locka många om det bara konstrueras på rätt sätt. Uppmärksamheten man ser att gröna tak kan skapa är något som jag tror kan vara till stor fördel för ägaren till byggnaden. Man ser hur människor flockas kring det som skapar uppmärksamhet. Att som hyreshusägare kunna stoltsera med ett smart klimatboende där det gröna taket ingår som en självklar del skulle säkert kunna locka många intressenter.

Det miljöintresse och engagemang vi idag ser sprida sig bland skilda grupper i samhället kan även det relateras till gröna tak. Då dessa gynnar ett rikare liv samt större biologisk mångfald lockar detta säkert många enskilda ägare till byggnader som potentiellt skulle kunna hysa gröna tak.

### 5.2. Påverkan på staden i ett större perspektiv

När man tittar på hur gröna tak kan påverka ett större samhälle börjar man se hur de kan påverka i den stora skalans. Det handlar då inte längre om fåtalet individuella tak utan om sammantaget stora ytor täckta av gröna tak. Då den sammanlagda ytan ökar ser man hur gröna tak skulle kunna bidra till ett hållbarare samhälle. Här kan man återknyta till de olika hållbarhetsaspekterna. Att gröna tak kan spela en stor roll för miljön är bortom tvivel. De största möjligheterna brukar man se i dagvattenhanteringen. Man pratar idag ofta om lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD. Gröna tak har potentialen att lokalt hantera dagvatten och återbörda detta till atmosfären. Det vatten som inte kan tas upp av taken fördröjs och detta underlättar för våra dagvattenhanteringssystem. Idag är det vanligt att dagvatten blandas med avloppsvatten. Kan man inte hantera allt detta, exempelvis vid mycket regn, släpps detta ut koncentrerat i vattendrag kring staden. De traditionella taken har dessutom en dubbel negativ påverkan. Förutom att de inte har någon vattenhållande potential bidrar de även till urban heat island effekten som i sin tur kan orsaka mer nederbörd lokalt över staden. Resultatet blir än mer vatten som måste tas om hand någon annanstans med risk för att det släpps ut orenat i naturen.

Gröna tak bidrar på flera sätt till en godare miljö. De erbjuder habitat på platser som annars skulle ha mycket lite möjlighet till liv. De täta stadsdelar med mycket lite natur är de mest utsatta och de som skulle dra flest fördelar ur att anlägga gröna tak. Här kan man öka den biologiska mångfalden och attrahera ett rikare djurliv. Även diversitet i flora är givetvis viktig.

Den kapacitet gröna tak har att rena luft skulle behöva undersökas ytterligare men mycket verkar tyda på att de skulle spela en viss roll. I stor skala skulle gröna tak kunna bidra till en bättre folkhälsa genom sitt upptag av luftburna partiklar och andra luftföroreningar. Även reduceringen av urban heat island effekten skulle behöva undersökas vidare för att påverkan skulle kunna riktigt mätas.

Dagvattenhanteringen kan även ses ur ett ekonomiskt perspektiv. Den ökade hantering av dagvatten som skulle behövas i många städer skulle kosta stora summor och inte ha någon vidare funktion. Där fyller istället de mångfunktionella taken flera nyttofunktioner samtidigt som de kan hantera dagvatten. Den sänkning av energianvändning gröna tak kan bidra till leder även den till lägre kostnader för staden. Förutom att kostnaderna för energin skulle bli lägre skulle inte heller lika mycket energiproducerande verk behöva konstrueras.

### 5.3. *Samlad diskussion*

I våra städer är mark hårdvaluta. Försök köpa dig 200m<sup>2</sup> mark på Manhattan så får du se. Det kräver sin plånbok. Är staden tätare går priserna upp. Mindre mark finns tillgänglig vilket leder till högre priser på den lilla bit mark som finns kvar. När staden blir tätare minskar ofta den mängd grönyta som finns i staden. Grönytan har en tung roll att spela i staden och en förminskning av den innebär förluster på många områden. Dagvattenhantering, människors välbefinnande och hälsa, stadens anseende, hantering av luftkvalitet, urban heat island är bara några av de saker som direkt påverkas av stadens grönytor. Men trots att staden förtätas är inte den faktiska ytan som staden upptar mindre, ytan är konstant. Så vart har då ytan tagit vägen? Den är givetvis bebyggd. Hus upptar en stor del av staden och då husen ofta har samma takyta som de upptar markyta finns det alltså mer takyta ju tätare staden är. Så varför är då ytan i markplan så eftertraktad när takytan är så gott som ignorerad? Det är givetvis inte så konstigt, ytan i markplan är tillgänglig för alla och kan utnyttjas på fler sätt. Men varför takytan är så lågt värderad och dessutom outnyttjad är en svårare fråga. Kanske har det att göra med att den teknik som har potentialen att utnyttja taken fortfarande är ny och inte etablerad i människors medvetande.

Att utnyttja taken som plats för grön yta är inte någon ny tanke men en tanke som kommit bort under lång tid. Med bristen på yta i några av våra moderna städer dyker tanken på att utnyttja taken upp återigen. Extensiva gröna tak kan lätt motiveras med att de upptar plats som inte är attraktiv för mycket annat och samtidigt kan de fylla flera enormt viktiga funktioner som är lågt prioriterade på andra platser. Utgångspunkten är dessutom sämsta möjliga utnyttjande av yta. Traditionella tak idag fyller endast funktion som skydd och medför dessutom vissa problem. Materialvalen bidrar till urban heat island-effekten och har ingen förmåga att omhänderta eller uppta dagvatten. Att inte utveckla taken idag vore ett slöseri på resurser. Det finns problem i staden idag och yta finns för att åtgärda delar av problemen.

Är då lösningen på alla våra problem att konstruera vegetationstäckta tak på varenda byggnad vi skapat, i staden likväl som på landet? Jag tror att det finns platser som är i större behov av gröna tak än andra. Inte heller är det lösningen på alla våra problem. Gröna tak är del av en större lösning, det är ett steg i riktning mot klimatsmartare städer.

I städer där urban heat island är ett problem och i stadsdelar som är nästan helt täckta med ogenomtränglig yta ser jag den största potentialen för gröna tak att göra en insats i den stora skalan. I Sverige är kanske endast några fåtal platser riktigt i behov av det som gröna tak kan erbjuda. I tätbebyggda delar av större städer upplever man problem som till viss del kan åtgärdas med hjälp av gröna tak. Specifikt i industriområden ser man ofta att väldigt lite naturmark är sparad, ofta ingen alls. Bebyggelsen består vanligen av låga byggnader med platta bitumentak. Här finns stora möjligheter till förbättring och byggnaderna är som gjorda för gröna tak. Jag tror att dessa områden är bra exempel på platser som har mycket att tjäna på att anlägga gröna tak.

Jag har under uppsatsen gång blivit mer och mer intresserad av ämnet och känner att detta inte är något jag vill lämna utan istället fortsätta jobba med. Ny teknik är under utveckling och gröna tak känns som ett ämne i ropet. De nya semiextensiva taken tror jag har en enorm potential och kan utvecklas mycket. Efter att nu ha lärt mig om några av grunderna känner jag att jag i framtiden gärna skulle vilja fortsätta med en djupdykning i ämnet och lära mig mer om anläggning och konstruktion.

## 6. Slutsats

Jag kan på ett sluta där jag började. Det kan bara bli bättre. Dagens traditionella tak bidrar inte med mycket förutom just ett tak över huvudet. Frågan var nog snarare hur mycket bättre det kan bli. Det vet jag nu delvis.

Så hur motiverar jag då den enskilde bostadsägaren att lägga ned kanske 4 miljoner på sitt tak? Det är fortfarande en svår uppgift. Kanske är den inte heller relevant. Ligger bostaden på landet i Dalsland faller mycket av resonemanget. Bostadsägaren har ingen aircondition, det finns ett rikt djur- och växtliv överallt omkring henne och samhället ser inte att det ger någon vinst att bidra till ett grönt tak. Då räcker förmodligen inte en förhöjd social status. Men ligger bostaden däremot centralt i New York står resonemanget. Här tjänar alla på ett grönt tak, såväl bostadsägaren som samhället. Kan samhället då även ge tillbaka en del av sin vinst till den som konstruerar taket ökar sannolikheten för att det faktiskt byggs ett grönt tak på bostaden.

Framöver hade det varit intressant att se platsspecifika rapporter ifrån olika klimat där man undersökt hur vegetationstäckta tak kunnat agera i verkliga situationer. Både med många tak i storskaliga försök samt enskilda tak i mindre försök. Även ännu klarare siffror som kan visa på de gröna takens ekonomiska påverkan hade varit intressant att se.

Avslutningsvis kan jag konstatera att ett grönt tak inte är hela lösningen, men ett gott steg på vägen.

## 7. Referenslista

- Bengtsson, Lars, Grahn, Lennart, Olsson, Jonas (2004). Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden. *Nordic Hydrology*, vol. 36: 3, ss. 259-268.
- Berndtsson, Justyna Czemieli, Emilsson, Tobias, Bengtsson, Lars (2005). The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality. *Science of the total environment*, vol. 255 (2006), ss. 48-63.
- Carter, Timothy & Keeler, Andrew (2007). Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems. *Journal of Environmental Management*, vol 87: 2008, ss. 350-363.
- Carter, Timothy L. & Rasmussen, Todd C. (2006). Hydrologic behavior of vegetated roofs. *Journal of the American water resources association*, vol. 42: 5, ss. 1261-1274
- Clark, Corrie, Adriaens, Peter, Talbot, F. Brian. Green roof valuation: A probabilistic economic analysis of environmental benefits. *Environmental Science & Technology*, vol. 42: 6, ss. 2155-2161.
- Dunnet, Nigel & Kingsbury, Noel (2004). *Planting green roofs and living walls*. Timber press.
- Dunnet, Nigel, Nagase, Ayako, Booth, Rosemary, Grime, Philip (2008). Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments. *Urban Ecosystems*, vol. 11:2008, ss. 385-398.
- Emilsson, Tobias (2008). Vegetation development on extensive vegetated green roofs: Influence of substrate composition, establishment method and species mix. *Ecological Engineering*, vol. 33: 2008, ss. 265-277.
- Emilsson, Tobias & Rolf, Kaj (2005). Comparison of establishment method for extensive green roofs in southern Sweden. *Urban forestry & greening*, vol. 3: 2005, ss. 103-111.
- Falk, Tove (2007). En outnyttjad resurs. Kandidatuppsats. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Getter, Kristin L. & Rowe, Bradley (2008). Media depth influences *Sedum* green roof establishment. *Urban Ecosystems*, vol. 11: 2008, ss. 361-372.
- Getter, L. Kristin & Rowe, D. Bradley (2006). The role of extensive green roofs in Sustainable development. *HortScience*, vol 41: 5. ss. 1276-1285.
- Getter, L. Kristin, Rowe, D. Bradley, Andresen, Jeffrey A. (2007). Quantifying the effect of slope on extensive green roof stormwater retention. *Ecological engineering*, vol 31: 2007. ss. 225-231.
- Köhler, Manfred, Schmidt, Marco, Grimme, Friedrich, Laar Michael, Paiva, Vera, Tavares, Sergio (2002). Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics. *Environmental Management and Health*, vol. 13 No. 4. ss. 382-391.
- Oberndorfer, Erica, Lundholm, Jeremy, Bass, Brad, Coffman, Reid R., Doshi, Hitesh, Dunnet, Nigel, Gaffin, Stuart, Köhler, Manfred, Liu, Karen K. Y., Rowe, Bradley (2007). Green Roofs as urban ecosystems: Ecological structures, Functions, and services. *BioScience*, vol. 57: 10, ss. 823-833.
- Peck, S.W., Callaghan, C., Kuhn, M., Bass, B., 1999. Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. Canada Mortgage and Housing Corporation. Tillgänglig på <<http://www.greenroofs.org/pdf/Greenbacks.pdf>> Läst i Mars 2009.
- Scholz-Barth, K., 2001. Green roofs: stormwater management from the top down. *Environ. Des. Constr.* 4 (1). ss. 63–70.

Snodgrass, Edmund C. & Snodgrass, Lucie L. (2006). *Green roof plants: A Resource and Planting Guide*. Timber press.

Van Renterghem, T., Botteldooren, D. (2008). Numerical evaluation of sound propagating over green roofs. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 317: 2008, ss. 781-799.

Werthmann, Christian (2007). *Green Roof: A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Design For the Headquarters of the American Society of Landscape Architects*. Princeton Architectural press.

Wiki Answers (Elektronisk). Tillgänglig på <[http://en.wikipedia.org/wiki/Audio\\_frequency](http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_frequency)> Läst i mars 2009.

Wikipedia (Elektronisk). Tillgänglig på <[http://wiki.answers.com/Q/What\\_is\\_the\\_frequency\\_range\\_of\\_speech](http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_frequency_range_of_speech)> Läst i mars 2009.

Wong, Nyuk Hien, Tay, Su Fen, Wong, Raymond, Ong, Chui Leng, Sia, Angelia (2003). Life cycle cost of rooftop gardens in Singapore. *Building and Environment*, vol 38: 2003, ss. 499-509.