



Ekosystemtjänster från urban grönska

Åtgärder för bättre luftkvalitet i området Nornan, Borås Stad

Sandra Danielsson

2014

Miljövetenskap

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp

Lunds universitet

Ekosystemtjänster från urban grönska

Åtgärder för bättre luftkvalitet i området Nornan, Borås Stad



Ginkgo träd i Central Park, New York.

Sandra Danielsson

2014

Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp

Miljövetenskap

Lunds Universitet

Intern handledare:

Helena Hanson
Miljövetenskapliga Institutionen
Lunds Universitet

Extern handledare:

Johanna Thorén
Miljöförvaltningen – Miljökommunikation
Borås Stad

Förord

Detta är det slutliga resultatet av min kandidatexamen i Miljövetenskap vid Lunds Universitet. Studien har utförts i samarbete med Borås Stad och jag vill med dessa få ord tacka alla som har varit delaktiga i processen, som har hjälpt, stöttat och inspirerat mig under arbetets gång.

Jag vill först av allt tacka min handledare vid Lunds Universitet, Helena Hanson, som ställt upp och hjälpt mig med avgränsningar, frågeställning och disposition. Du har hjälpt mig med stor entusiasm och tålamod och lyckats hålla mig på rätt spår.

Jag vill tacka alla uppe i Borås Stad för att ni gav mig chansen att få utföra detta arbete och tog emot mig med öppna armar, svarade på nyfikna frågor och gav mig enormt mycket stöd och uppmuntran genom hela processen.

Jag vill tacka min familj som har stått ut och ställt upp för mig när det har varit stressigt och hjälp mig hålla humöret uppe. Ett särskilt tack till min mamma som har varit ett bollplank för idéer och sin positiva inställning. Jag vill även tacka Sofia Axelsson som introducerade och drog med mig upp till Borås för detta arbete!

Lunds Universitet

Helsingborg, 20 maj 2014

Sandra Danielsson

Abstract

A poor air quality creates problems in growing and industrialized cities. It is known that there is a significant correlation between rising air pollutions and rising numbers of people getting sick of and killed by respiratory diseases. In this study, I investigate how it is possible to use green infrastructure to increase urban ecosystem services that reduce the level of air pollution within the city.

In the municipality of Borås, they want to be frontiers when it comes to environment, climate and sustainable thinking. In this study, an area called Nornan in Borås City was used to evaluate three different green infrastructures; planting of trees; green roofs and green walls. My result shows that all the investigated green infrastructures have the potential to reduce air pollutions. Green roofs and green walls were slightly more expensive compared to planting trees but had a greater benefit as they do not occupy any new surface area. In addition, they are more effective in reducing air pollutions compared to planting trees. In Nornan, a combination of all three green infrastructures would be the best alternative to increase ecosystem services that reduce air pollution and increase the production of other ecosystem services as pollination and recreation. In physical planning of cities, these green infrastructures are worth their costs in the effort of gaining a more sustainable and healthy society.

Key words: air pollution, ecosystem services, green urbanization, Borås Stad

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	1
1.1. Inledning.....	1
1.2. Syfte och frågeställning.....	3
1.3. Miljövetenskaplig relevans.....	3
2. Metod och material.....	4
2.1. Arbetsupplägg.....	4
2.2. Litteraturgenomgång och urval.....	4
2.3. Avgränsningar.....	5
2.4. Fältobservation.....	5
3. Resultat.....	5
3.1. Fältobservation av området Nornan.....	6
3.1.1. Borås Stads planer för området.....	7
3.2. Ekosystemtjänster från urban grönska för förbättrad luftkvalitet.....	8
3.2.1. Trädplantering.....	8
3.2.2. Gröna tak.....	9
3.2.3. Växtbeklädda husfasader.....	11
4. Diskussion.....	12
4.1. Trädplantering.....	12
4.2. Gröna tak.....	13
4.3. Växtbeklädda fasader.....	15
4.4. Miljövetenskaplig relevans.....	16
5. Slutsatser.....	17
6. Referenser.....	19
Bilagor.....	22
Bilaga 1.....	22

1. Introduktion

Detta avsnitt inleds med en kort introduktion av mitt ämne och problem. Detta följs av studiens syfte och frågeställningar samt den miljövetenskapliga relevansen.

1.1. Inledning

Med städer som växer sig allt större, är det en utmaning att minska de luftföroreningar som kommer från industrier och motorfordonstrafik. Dessa leder till sämre luftkvalitet och framförallt i städer har man sett att det är en bakomliggande orsak till att antalet människor som insjuknar i och dör av respiratoriska sjukdomar ökar (Yang m.fl., 2008). Den svenska regeringen har satt ett miljö kvalitetsmål för frisk luft för att ge de svenska medborgarna en garanterad luftkvalitet som inte orsakar skada på människors hälsa eller på djur och natur (Ds 2012:23). Det är därför viktigt att hitta lösningar för att minska luftföroreningarna och utnyttja de resurser som finns tillgängligt (Bolund & Hunhammar, 1999).

Ekosystem producerar tjänster som är viktiga för samhället som exempelvis vattenrening, luftfiltrering och pollination (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Ekosystemtjänster behövs då de bidrar till bättre mänsklig hälsa, socialt samspel, känsla av säkerhet och andra faktorer som påverkar vårt samhälles välmående (Gómez-Baggerthun & Barton, 2013). Den vetenskapliga definitionen för ekosystemtjänster är att det är tjänster skapade ur ekosystemens funktioner som genererar fördelar för mänskligheten (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). I städer talar man om tätortsnära ekosystemtjänster vilket definieras som tjänster som produceras av ekosystem som är lokaliserade på platser där infrastrukturen täcker stora delar av markytan samt där densiteten bosatt befolkning är hög (Bolund & Hunhammar, 1999). Exempel på sådana ekosystem kan vara parker, kyrkogårdar, kolonilotter och tätortsnära vattendrag (Naturvårdsverket, 2012; Bolund & Hunhammar, 1999). Om vi lär oss mer om städernas ekosystem kan vi maximera fördelarna (McPherson m.fl., 1997). Redan under romartiden visste man vikten av ett bibehålla luftkvalitén inne i städerna och anlade därför till exempel små trädgårdar i byarna runt omkring städerna och förbjöd områden från att göras om till stadsbyggnationer (Yang m.fl., 2005). I vår tid visar studier från bland annat USA och Kina att genom att utnyttja de tätortsnära ekosystemtjänsterna kan man spara miljarder kronor i kostnader för sjukvård och sjukfrånvaro (McPherson m.fl., 1997; Jim & Chen, 2009; Rowe, 2011). Bland annat resulterar långvarig exponering av PM10 (partiklar mindre än 10 mikrometer) i att risken för att utveckla hjärt- och lungsjukdomar ökar. Grönområden kan

enligt forskningen sänka både blodtryck och stresshalter (Naturvårdsverket, 2012). Studier från Kina visade att när index för luftföroreningar steg med 10% steg även dödligheten bland andelen invånare som har luftvägssjukdomar (Yang m.fl., 2005).

De luftföroreningar som är de största problemen i städer är bland andra svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), marknära ozon (O₃), bensen (C₆H₆) och PM10, som är partiklar mindre än tio mikrometer (Bolund & Hunhammar, 1999). Det finns ett begrepp som på engelska heter Urban Heat Island (UHI) som beskriver hur städer reagerar som små värmeöar i landskapet då de oftast har en högre medeltemperatur än omgivande landsbygd (Boverket, 2010). Detta beror på att byggnader, infrastrukturer och industrier utsöndrar värme och energi och att höga byggnader minskar vinden som för bort denna energi (Colding & Marcus, 2013). Minskad vind innebär att luftföroreningar stannar kvar och lägger sig som ett tak över städerna och hindrar värmeutstrålningen vilket bidrar till ytterligare temperaturökning. Detta är ett problem då skade- och hälsoeffekterna ökar vid högre temperaturer (Colding & Marcus, 2013). Åtgärder för att minska temperaturen i städer och förbättra luftkvalitén kan vara att utnyttja de ekosystemtjänster som produceras av gröna växterna i städer, så kallad urban grönska (Bolund & Hunhammar, 1999). Bland annat kan gröna växter dämpa temperaturen genom att ge skugga och genom sin transpiration, när vatten avdunstar från växten. Luftföroreningar ackumuleras i löven och barren genom bladens gasutbyte med omgivningen, och även damm, sot och andra partiklar som fastnar på utsidan sköljs ner av regnet som absorberas av marken eller försvinner ner i dagvattenbrunnar (Nowak m.fl., 2006).

Målet med denna studie är undersöka hur man kan använda ekosystemtjänster från urban grönska för att förbättra luftkvalitén i städer. Detta ska appliceras på området Nornan i Borås Stad. Borås Stad som ligger i Västra Götaland är Sveriges trettonde största kommun. Det är en levande stad med gott om mötesplatser, grönområden och med ån Viskan som rinner tvärs igenom staden bidrar detta till ett rikt växt- och djurliv med kulturmässiga värden för invånarna (Borås Stad, 2014a). Staden har ett strategiskt läge då den är knutpunkt för fyra stora riksvägar vilket leder till mycket trafik och en stor belastning på stadens infrastruktur (Borås, 2014a). Borås Stad har inte haft några betydande problem med luftkvaliteten men med en beräknad tredubbling av invånarantalet i stadskärnan från år 2012 fram till år 2025 bedömer man att belastningen på den nuvarande infrastrukturen kommer att öka (Borås Stad, 2012). Detta kan komma att påverka luftkvaliteten negativt om det är så att bilutnyttjandet kommer att öka i samma utsträckning. Området Nornan som är centralt beläget i Borås har

idag ingen detaljplan vilket gör att det finns utrymme att undersöka olika möjligheter och åtgärder som skulle kunna genomföras för att säkra luftkvaliteten för framtiden.

1.2. Syfte och frågeställning

Syftet med studien är att undersöka vilka ekosystemtjänster som används för att förbättra luftkvaliteten i städer samt hur man kan integrera dessa åtgärder vid den fysiska planeringen av området Nornan i Borås Stad.

- Vilka typer av urban grönska producerar ekosystemtjänster som förbättra luftkvaliteten i städer?
- Hur kan man integrera urban grönska i den fysiska planeringen för att förbättra luftkvaliteten kring området Nornan i Borås Stad?

1.3. Miljövetenskaplig relevans

Ekosystemtjänster är de gratistjänster som är resultatet av samspelet mellan levande varelser och den omgivande miljön i ekosystemen (Regeringen, 2010). Dessa tjänster kan vara så uppenbara att vi inte alltid tänker på dem, exempelvis vattenrening eller frisk luft. Forskning har även påvisat att de är oundgängliga för de långsiktiga möjligheterna till liv och är bidragande faktorer till förbättrad mänsklig hälsa, känsla av säkerhet, socialt samspel och många andra viktiga aspekter för ett samhälles välmående (Gómez-Baggethun & Barton, 2013).

Även i tätbebyggelse finns det tillgång till ekosystemtjänster och då det är mer än hälften av jordens befolkning som faktiskt bor i tätbebyggda områden blir det tydligt att det är viktigt att dessa tjänster tas tillvara och skyddas (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). Ekosystemen och dess funktioner är ganska väl studerade men som begrepp är ekosystemtjänster ganska nytt. Ekosystemens funktioner blir inte ekosystemtjänster förrän de är utnyttjade av människan. Man har börjat inse värdet av ekosystemtjänster för det mänskliga samhället och genom detta börjat studera dem från ett samhällsekonomiskt perspektiv. Studier för att öka kunskaperna om ekosystemtjänsternas värde anses som viktiga steg för att den svenska regeringen ska kunna uppnå de uppsatta miljökvalitetsmålen (Dir 2013:4).

I städer har man länge haft problem med trafikens luftföroreningar och satsningar på kollektivtrafiken har inte räckt till för att lösa problemet. Nu börjar man istället fundera över

hur man, genom att sätta in åtgärder som att anlägga fler grönområden och träd i städerna, kan utnyttja ekosystemtjänster från växter till att rena och filtrera luften fri från föroreningar (Colding & Marcus, 2013).

2. Metod och material

I detta avsnitt har jag valt att redovisa mina metodval och varför jag har valt dem. Här presenteras även hur mitt urval av material har gått till.

2.1. Arbetsupplägg

Jag har valt att lägga upp min studie som en fallstudie med åtgärder som grundar sig på litteraturanalys och en fältobservation. Detta har jag gjort då fallstudier kan beskriva verkligheten med ett begränsat utrymme (Ejvegård, 2003). Det gör det enkelt för läsaren att få en mer detaljerad och djupare information om vilka möjliga åtgärder som finns tillhanda vid stadsbyggnation. Större kunskap kring dessa åtgärder skulle kunna ha betydelse för framtida val och chanser att uppnå uppsatta miljömål.

Studiens arbetsupplägg grundades på fyra faser, första fasen var att hitta lämplig information om ekosystemtjänster och dess värde för samhället, därefter gick jag igenom Borås Stads miljöpolicy, luftmätningssstatistik och miljö kvalitetsstrategier. Fas två var en tre dagars kompletterande fältobservation i Borås. Där blev jag tilldelad ett område, Nornan, som i dagsläget inte har någon detaljplan men som inom en snar framtid kommer att byggas om. Fas tre var att sammanställa all den information som jag fått från min fältobservation samt att finna relevanta och möjliga åtgärder som grundades på vetenskaplig forskning. Sista fasen, fas fyra var att analysera och diskutera den information som jag funnit och att dra slutsatser kring studiens resultat.

2.2. Litteraturgenomgång och urval

Den litteratur som använts har huvudsakligen varit vetenskapligt granskade artiklar men även en del nationella och regionala publikationer har använts från till exempel Naturvårdsverket, Boverket och kommunala enheter. Jag har valt ut litteratur som har beskrivit metoder för att värdera ekosystemtjänster samt vad ekosystemtjänster egentligen är och definieras som. Även artiklar som har fokuserat på åtgärder som förbättrar luftkvaliteten i städer och deras för- och nackdelar samt tillämpade åtgärder från bland annat USA och Kina har använts för att uppnå

syftet med studien. Stort fokus har således legat på hur ekosystemtjänster från urban grönska påverkar luftkvaliteten i det urbana mikroklimatet.

De sökbaser som användes i sökarbetet var LUB search, Google scholar, hemsidorna för Borås Stad, Naturvårdsverket och Regeringen.

Sökord: *ekosystemtjänster, ekosystem, ecosystem services, miljö kvalitetsmål, miljömål, miljö kvalitetsnormer, luftförorening, luftkvalitet, urban ecosystem, tätortsnära ekosystemtjänster, luftkvalitetsmätning, urban grönska, trees pollution, green roofs, air pollution, green facades, green walls.*

2.3. Avgränsningar

Avgränsningar har gjorts för att ge läsaren en mer sammanhållen bild av hur man kan utnyttja ekosystemtjänster för att skapa en bättre luftkvalitet i tätorter. Dessa är baserade på studiens syfte, eget intresse och tidsutrymme. Fokus har legat på vilka åtgärder som möjligtvis skulle kunna integreras i den fysiska planeringen av området Nornan i Borås Stad för att skapa en bättre luftkvalitet. Där finns idag ingen detaljplan men är tänkt att göras om inom en rimlig tidsperiod. Jag har valt att inte skriva ut monetära värden som man kan få från ekosystemtjänster i siffror eftersom det är svårt att uppskatta värden som genereras av ekosystemtjänster. Istället har jag försökt att beskriva med ord de förtjänster som finns med ekosystemtjänster.

2.4. Fältobservation

Fältobservationen gick ut på att under en dag i Borås studera området Nornan. Det undersöktes hur området var uppbyggt, hur mycket grönområden det finns idag, mängden bilar på parkeringen samt hur de befintliga byggnaderna såg ut. Jag diskuterade även med en av Borås Stads planarkitekter (Elina Friberg) kring stadsplanering och detaljplan för området, vad som är planerat samt vilka eventuella enkla åtgärder man skulle kunna genomföra.

3. Resultat

I detta avsnitt presenteras mina resultat. Avsnittet inleds med en beskrivning av fokus området Nornan och vilka planer som finns för området. Därefter följer en redogörelse för vilka åtgärder som kan vidtas med urban grönska för att förbättra luftkvaliteten i städer.

3.1. Fältobservation av området Nornan

I dagsläget består området Nornan av tre äldre stenbyggnader med äldre tegeltak (fig. 1.). Dessa är omgivna av ett antal parkeringsplatser samt några gröna gräsområden med enstaka träd. Dagen då fältobservationen utfördes var de flesta parkeringsplatser upptagna men inte alla trots att det var en arbetsdag mitt i veckan. Väster om området sträcker sig Kungsgatan som är en genomfartsled med tung trafik i syd- nordlig riktning. År 2012 låg trafikflödet på en årsmedeldygnstrafik på 23700 fordon om dagen (Borås Stad, 2013). Söder om området ligger Stadshuset där man mäter luftvärdena för partiklar och kvävedioxid för området. Övriga luftvärden mäts på taket av Fullmäktigehuset som ligger strax öster om Stadshuset (Borås Stad, 2014b). Borås Stad har sedan år 1988 utfört kvalitetsmätningar på luften i Borås centrum. och då tagit prover på svaveldioxid, kvävedioxid, ozon och bensen och sedan år 2008 även på PM10 (Borås Stad, 2013). Deras årliga värden från luftmätningarna för åren 1988 till 2013 kan ses i bilaga 1. Där kan man se att det marknära ozonet har ökat något under de senaste åren.

Borås centrum med ån Viskan som delar av staden befinner sig ett par hundra meter åt väster om området. Öster om området ligger Gustav Adolfs kyrka från vilken man kan se hela vägen ner till centrum längs Stora Brogatan (fig. 1.). Detta gör vägen till ett trevligt stråk ner till centrum. Områdets träd är gamla och några av dem såg ut att vara hårt åtgångna av det senaste årets stormar och skulle möjligtvis behöva avverkas. Gränsen mellan gångväg och trafikvägen Kungsgatan, sydväst om området, markeras med en buskagehäck som är placerad vid tunneln som leder gång- och cykeltrafikanter under vägen.



Fig. 1. Satellitbild från år 2008 över området Nornan som visar hur området ser ut idag. Latitud: 57°43'19.89"N och Longitud: 12°56'41.63"O. Källa Google Earth (2014).

3.1.1. Borås Stads planer för området

I dagsläget är det ännu inte bestämt vad som kommer att ske med området Nornan. De befintliga byggnaderna kommer att stå kvar men parkeringen kommer att göras om. De två förslag som tagits fram är att området antingen görs om till ett parkeringshus eller ett lägenhetskomples med tre till fyra våningar med parkeringsutrymme undertill.

Lägenhetskompleset är det alternativ som förespråkas mest av samhällsbyggnadskontoret och kan ses i fig. 2 (Friberg, 2014). Stora Brogatan, söder om området (fig. 1.), leder genom staden ner till centrum och därför finns det planer på att eventuellt stänga av den från biltrafik vilket ger mer utrymme för cykel- och gångtrafikanter samt grönplantering (Friberg, 2014). Denna gata är ingen större genomfartsled utan är snarare en påfart till Kungsgatan från Sturegatan (fig. 1.).



Fig. 2. Skiss på hur området skulle kunna göras om. De mörkgrå byggnaderna är de planerade, de ljusgrå byggnaderna är de befintliga. Under de tilltänkta nya byggnaderna är det tänkt byggas ett parkeringsutrymme. Källa Friberg (2014).

3.2. Ekosystemtjänster från urban grönska för förbättrad luftkvalitet

3.2.1. Trädplantering

Trädplantering är den åtgärd som har funnits längst av de åtgärder som denna studie diskuterar och har även mest dokumentation av dess ekosystemtjänster. Idag talar man om en utveckling från gatuträdsomvårdnad till hantering av urbana ekosystem (McPherson m.fl., 1997). Med det menar man att städers träd- och grönområden kan generera mycket mer än ett trevligt intryck genom sina naturliga funktioner och tjänster. Trädens ekosystemtjänster har visat sig ha multipla effekter på stadsklimatet, de agerar som temperaturutjämnare, minskar buller, ökar mänskligt välbefinnande och hälsa samt renar luften på koldioxid, svaveldioxid, kvävedioxid, sot och partiklar (Vailshery m.fl., 2013).

I många städer har man därför börjat plantera fler träd i stadsmiljöer eftersom studier har visat att en ökad yta av träd minskar mängden luftföroreningar (McPherson m.fl., 1997; Nowak m.fl., 2006; Jim & Chen, 2009; Colding & Marcus, 2013). Att plantera träd och att ta tillvara på befintliga träd i urbana miljöer är alltså en relativt enkel åtgärd för att förbättra luftkvaliteten i städer (Bolund & Hunhammar, 1999). Partiklar fastnar på trädstammar, på löven och barren. Gasburna luftföroreningar filtreras och bryts ner via bladens klyvöppningar som reglerar växtens gasutbyte med omgivningen (Nowak m.fl., 2006). Eftersom barrträd inte tappar sina barr under vintern när luftföroreningarna oftast är som värst har barrträd visat sig ha bättre effekt mot luftföroreningar än lövträd under denna tid. Samtidigt är barrträd mer känsliga mot luftföroreningar vilket gör att de riskerar att dö (Bolund & Hunhammar, 1999). Äldre träd uppskattas filtrera mellan 60 till 70 gånger mer föroreningar än yngre träd, främst på grund av att de har större löv yta. Därför att det viktigt att skapa en mix av yngre och äldre träd för att undvika en sänkning av luftkvalitén om de äldre träden skulle drabbas av sjukdom och dö (McPherson m.fl., 1997). Studier visar att en gata kantad av träd har ca 70% mindre luftföroreningar än en gata utan träd (Bolund & Hunhammar, 1999). I Bangalore, Indien, har man kunnat påvisa att åtta av tio vägar utan gatuträd överskrider gränsvärden för godkänd luftkvalitet (Vailshery m.fl., 2013). Det har även visat sig att träd förhindrar förorenad luft från att lägga sig som ett lock över gaturummen och istället trycker luften uppåt (Naturvårdsverket, 2012; Perini & Magliocco, 2012; Colding & Marcus, 2013).

Vissa trädarter är bättre lämpade i en stadsmiljö än andra om fokus ligger på att minska luftföroreningar. Därför bör man enligt studier, välja trädarter med hög tolerans mot luftföroreningar samt trädarter som har löv med större yta (McPherson m.fl., 1997). Ginkgo träd (*Ginkgo biloba*) är ett sådant träd med ursprung från Kina som trots sina lövliknande blad är ett barrträd (Colding & Marcus, 2013). Trädet är långlivat, robust och väldigt tåligt mot luftföroreningar vilket gör det mycket populärt som gatuträd i städer som New York, Stockholm och Malmö. Även i Trelleborg har man Ginkgo träd längs den väldigt trafikerade Nygatan som planterades på 1950-talet och i Stockholm har man valt att plantera 175 stycken träd längs Hornsgatan som är den mest luftförorenade gatan i Stockholm (Colding & Marcus, 2013).

3.2.2. Gröna tak

Som alternativ till eller i kombination med trädplantering kan man även anlägga så kallade gröna tak och det är precis vad namnet antyder, att man odlar grönska på taken som ska

kompensera för den vegetationen som förstördes när byggnaden byggdes (Rowe, 2011). Begreppet gröna tak delas in i två kategorier som är intensiva gröna tak och extensiva gröna tak och har olika egenskaper med för- och nackdelar (Perini & Magliocco, 2012). De extensiva taken är de vanligaste och anläggs på byggnader där man sällan befinner sig på taknivå och där det inte heller kommer att synas i någon större utsträckning (Susca m.fl., 2011). De kräver inget tjockt jordlager och kan därför med fördel användas på tak med lutning. På grund av det tunnare jordlagret är man begränsad gällande växtsorter. De vanligaste är tåliga växter så som olika grässorter, sedum och mossor (Rowe, 2011). Dessa växtsorter klarar av både torka och mycket regn. De intensiva gröna taken ser mer ut som det skulle kunna göra på marknivå med buskar, mindre träd och blomsterrabatter (Rowe, 2011). Dessa tak behöver en mer stabil grund att ligga på då de kräver ett jordlager som är tjockare än 15 cm vilket gör dem tyngre (Susca m.fl., 2011). Vidare behöver de mer underhåll i likhet med parker på marknivå. Att de intensiva gröna taken behöver mer underhåll tillsammans med att de kräver en stabilare takstruktur att anläggas på gör att denna typ av grönt tak blir något dyrare än de extensiva gröna taken som inte har samma hårda kriterier för att kunna anläggas. Dock är de intensiva taken bättre på att minska luftföroreningar sett till att de har större löv och blad area.

Anläggning av gröna tak är dyrare än att plantera träd men verkningsgraden för gröna tak är högre (Perini & Magliocco, 2012). De gröna taken har även fördelen gentemot trädplantering att de inte upptar någon ny yta och är därför ett bra komplement till trädplantering när markareal inte är tillgängligt (Yang m.fl., 2008). Enligt Rowe har det uppskattats att en yta av 2000m² oklippt gräs kan ta hand om upp till 4000kg PM10 (2011). Man säger att en bensindriven bil släpper ut cirka 0,1g PM10 per körd 1,6km. Alltså skulle en bil som kör cirka 1600 mil om året, vilket är generellt vad en bil brukar göra, släppa ut ungefär 0,1kg PM10 årligen till atmosfären. Det betyder att en kvadratmeter av grönt tak skulle kunna kompensera en bils årliga utsläpp av PM10 (Rowe, 2011). I Singapore har studier visat att luftföroreningar av svaveldioxid och kvävedioxid ovanför ett grönt tak minskar med 21% till 37% (Rowe, 2011).

Ett exempel på projekt med gröna tak är ekostaden Augustenborg i Malmö. Där har man försett samtliga byggnader med gröna tak vilket innebär en sammanlagd yta på ca 10.000m² (MKB Fastighets AB, 2014). Augustenborgs botaniska takträdgård är en demonstrationsanläggning för intensiva gröna tak med fyra stycken designade

inspirationsträdgårdar som gjorts tillgängliga mellan husen med hjälp av gångbroar. Även återvinningsstationerna och områdets skola har försetts med extensiva gröna tak (MKB Fastighets AB, 2014).

3.2.3. Växtbeklädda husfasader

I likhet med övriga alternativ fungerar växtbeklädda fasader som luftförorenings filterare då växternas blad fångar in och bryter ner luftföroreningarna, de kan förbättra biodiversitet genom att småfåglar trivs bland växterna och får utmärkta bo möjligheter (Sheweka & Magdy, 2011). Växtbeklädda fasader bidrar även till att minska UHI effekten (UrbanHeat Island) genom att de skuggar och isolerar byggnaderna (Sheweka & Magdy, 2011).

Växtbeklädda fasader har även visat sig ha flera fördelar relaterat till estetik och ekonomi då värdet på byggnader och områden med växtbeklädda fasader brukar öka (Perini m.fl., 2013). Många undersökningar visar dessutom på att alla gröna ytor har en terapeutisk inverkan på människor och deras hälsa (Perini m.fl., 2013). Växtbeklädda fasader kan även agera som ljuddämpare då växterna absorberar ljudfrekvenserna, vilket gör att även byggnader inne i större städer inte behöver kännas som bullriga (Sheweka & Magdy, 2011).

Växtbeklädda fasader kan anläggas på nya byggnader såväl som på äldre byggnader och de täcker även en större hårdbelagd yta än vad gröna tak kan göra (Perini m.fl., 2013; Sheweka & Magdy, 2011). Det finns tre sätt att anlägga växtbeklädda fasader och det är att växterna planteras så att rötterna sitter fast antingen i marken nedanför byggnaden eller i byggnadsfasaden, hängandes ner från varje våning samt i speciella paneler som sätts fast på byggnadens fasad (Sheweka & Magdy, 2011). De två första exemplen är vad man brukar kalla gröna fasader och där använder man sig oftast olika typer av klättrväxter eller hängväxter. Det sista alternativet är något som kallas living wall systems (LWS) och är relativt nytt på marknaden. LWS är oftast något dyrare men ger större frihet åt kreativiteten då växterna inte är begränsade till att endast gälla klättrväxter. Här kan även andra växter användas eftersom de är rotade i själva panelen (Perini m.fl., 2013). Det vanligaste är dock att man använder sig utav klättrväxter som till exempel vanlig Murgröna (*Hedera helix*), eftersom de är billigare och enklare att sköta då de sköter sig själva relativt bra så länge de har något att stödja sig på. Då räcker det oftast att man monterar upp en spaljé vertikalt längs med husfasaden (Sheweka & Magdy, 2011). Klättrväxter används på byggnadsfasaderna i ekostaden Augustenborg i Malmö där man använder både vajrar och lådplanterade växter (MKB Fastighets AB, 2014).

4. Diskussion

Syftet med denna studie var att studera vilka ekosystemtjänster som kan användas för att förbättra luftkvaliteten i städer. Syftet var vidare att dessa åtgärder skulle appliceras på området Nornan, vilket är ett område i Borås Stad där man har planer på att bygga nya lägenheter men där ännu ingen detaljplan är fastlagd. Här nedan kommer för- och nackdelar med de olika åtgärderna diskuteras för att sedan ge bakgrund till varför vissa åtgärder möjligtvis skulle passa bättre än andra för området Nornan.

4.1. Trädplantering

Med mest dokumentation av dess ekosystemtjänster, av de tre som diskuterats i denna studie, är trädplantering en säker åtgärd för Borås Stad att genomföra. Man talar om att träd genererar multipla förtjänster för stadsklimatet så som temperaturutjämning, skuggning, minskad bullernivå samt att de är estetiskt vackert och tilltalar människans kreativa behov (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Nackdelar med trädplantering är att lövträd tappar sina löv under vintertid vilket innebär att de då inte kan ta hand om luftföroreningarna. Samtidigt är luftföroreningshalterna högre under vintern än sommaren på grund av ökad motorfordonstrafik under denna tid. Andra nackdelar är att träd växer långsamt vilket innebär att de mätbara effekterna av dess verkningsgrad kan dröja. Vidare kan trädsjukdomar göra att man måste avverka många äldre träd samtidigt vilket kan leda till ökade halter av luftföroreningar (McPherson m.fl., 1997).

Utrymmen i större städer är idag en bristvara och därför måste stadsplaneringen vara utrymmeseffektiv. Detta är en nackdel med trädplantering då det upptar en yta som skulle kunna utnyttjas på annat sätt vilket kan leda till en intressekonflikt (Yang m.fl., 2008). Träd kräver även ett tjockt jordlager för att dess rötter ska få ett stabilt fäste vilket gör det olämpligt med trädplantering på platser med tunnare jordlager så som på det tänkta parkeringsutrymmet (fig. 2). Där skulle det kanske vara bättre för Borås Stad att plantera storbladiga buskar och blomsterarter. Mitt förslag är att man där skulle kunna anlägga en liten bärträdgård med bärbuskar och planterar jordgubbs- och smultronplantor för barnen. På de övriga grönområdena i innergården skulle man kunna plantera fruktträd så som äpple-, päron- eller körsbärsträd. Detta skulle bidra till att de boende har god tillgång till färsk och närodlad frukt och även stärka andra ekosystemtjänster som till exempel pollinering (Colding & Marcus, 2013).

På övriga grönområden på Nornan, som markerats ut i fig. 2, kan man för att kompensera de träd som tagits bort för att ge plats åt de nya lägenhetskomplexen, plantera ett antal med nya träd för att säkra återväxten. Det gäller även som kompensation för de träd som på grund av ålder eller skadeskick, tagits bort på grund av att de skulle kunna bli en risk för allmänheten. Här bör man välja träddarter med stora löv och som är lämpade för stadsmiljö så som Ginkgo. Man bör också ha ett varierat antal arter för att undvika trädskjador så som tidigare drabbat almar. Precis som i Stockholm och New York skulle det kunna vara aktuellt för Borås Stad att nyplantera Ginkgo träd runt området Nornan. Jag anser att så långt det är möjligt ska man undvika att ta bort de befintliga träden då äldre träd har visat sig vara mer effektiva som luftfiltrerare än yngre då deras takkronor är större och har större löv volym (McPherson m.fl., 1997). Det är de gröna växternas gasreglage som bidrar till att de kan fånga in och bryta ner föroreningarna (Nowak m.fl., 2006). Detta skulle även ge skugga åt de gående under varma sommardagar och även ge skydd från vind och nederbörd (Vailshery m.fl., 2013).

Att inte alla parkeringsplatser var upptagna trots att det var en vanlig arbetsdag mitt i veckan kan tyda på att de kanske inte behövs och det skulle vara ett argument för att det bör beslutas om att Stora Brogatan söder om området ska stängas av från biltrafik. Detta skulle det frigöra utrymme för mer grönyta och trädplantering vilket skulle bidra till en positiv effekt för Borås Stads luftkvalitet. Mitt förslag är att man på båda sidor om denna gata planterar träd och att man placerar ut några bänkar i mitten av gatan med blomsterarrangemang på ömse sidor för att fotgängare ska kunna sitta ner och ta en paus och åskåda området. Fördelarna med trädplantering för Borås Stad är att det är en enkel åtgärd för att förbättra luftkvaliteten i städer då studier faktiskt visat att en gata kantad av träd uppvisar en minskning av luftföroreningar med 70% i jämförelse med en gata utan träd (Bolund & Hunhammar, 1999). Träd förhindrar även den förorenade luften från att lägga sig som ett lock över gaturummen och trycker istället luften uppåt så att föroreningarna inte når marknivån och kan därmed inte skada människors hälsa (Naturvårdsverket, 2012). Träd ger skugga och minskar solens instrålning till markytan vilket avlastar nerkylningen i städer. Man vill sänka temperaturen inne i städerna för att minska luftföroreningarnas skadliga effekter som blir större vid högre temperaturer (Colding & Marcus, 2013).

4.2. Gröna tak

En allt vanligare åtgärd är att anlägga gröna tak på nya byggnader och även på äldre byggnader. Denna åtgärd är något dyrare än trädplanteringar men den har visat sig ha en

högre verkningsgrad när det gäller att motverka luftföroreningar än vad träd och trädplantering har (Rowe, 2011). Detta eftersom gröna tak är aktiva året runt genom sin sammansättning av mossor och sedum vars bladmassa inte fälls under hösten utan behålls året om samt att de är mycket tåliga mot luftföroreningar. En kvadratmeter av grönt tak kan till exempel kompensera det årliga utsläppet av PM10 från en bil (Rowe, 2011). Detta är viktigt att ha i åtanke då de långsiktiga fördelarna för luftkvalitén, mänsklig hälsa och biologisk mångfald väger upp de högre kostnaderna vid anläggning av gröna tak gentemot trädplantering (Yang m.fl., 2008). Särskilt viktigt att ha i åtanke är att en ökning av invånare i Borås Stad även skulle kunna innebära en ökning av motordrivna fordon.

Det finns två typer av gröna tak, extensiva och intensiva. De extensiva gröna taken är effektiva och billigare att anlägga och underhålla än de intensiva taken vilket gör dem till den vanligaste typen av gröna tak. Fördelen med extensiva gröna tak är att de inte kräver något tjockt jordlager vilket gör att man kan anlägga det även på tak med lutning (Susca m.fl., 2011). Detta gör att man skulle kunna anlägga extensiva gröna tak på befintliga byggnader som till exempel bostadshus då deras tak ofta är byggda med lutning. Dock begränsar den tunnare jordtjockleken variationen av växtsorter som kan användas. Detta gör att de extensiva gröna taken inte är lika effektiva som de intensiva gröna taken då de växter som används på extensiva tak inte har lika stor löv yta som de växter som kan användas på intensiva gröna tak (Rowe, 2011). De intensiva gröna taken är tyngre på grund att de kräver ett tjockare jordlager och därför är dessa tak kanske mer lämpade att anlägga vid nybyggnation då de behöver en mer stabil och hållbar bärgrund (Susca m.fl., 2011). Men de intensiva gröna taken ger fler valmöjligheter när det gäller vilka växtsorter som kan användas för små stadsodlingar med egen försörjning av frukt och grönt som i Augustenorg i Malmö (MKB fastighets AB, 2014). Stadsodling är något som blir mer och mer eftertraktat som aktivitet i det moderna stadsboendet vilket kan göra det värt att satsa på för att göra nya bostadsområden mer eftertraktade (Colding Marcus, 2013). En annan fördel med gröna tak är att de inte upptar någon yta som skulle kunna komma i intressekonflikt vid stadsplanering (Yang m.fl., 2008).

Att anlägga gröna tak på de befintliga byggnaderna i Nornan är inte lämpligt då de troligtvis är kulturhistoriska vilket hindrar att man bryter upp och lägger om taken. Däremot tror jag att med hänseende till de långsiktiga fördelarna med att anlägga gröna tak och att det är en effektiv metod för att förebygga luftföroreningar, att det är lönsamt att, liksom exemplet med Augustenborg, anlägga intensiva gröna tak på de nya byggnaderna på området Nornan. Där skulle de boende kunna ha olika typer av odlingar av frukt och grönt och även anlägga små

rekreationsträdgårdar. Det skulle även vara intressant att anlägga extensiva gröna tak på eventuella tillhörande cykelskjul, förråd eller återvinningstationer. På dessa byggnader är det mer lämpligt att anlägga extensiva gröna tak då de sköter sig själva och därför kräver mindre underhåll. Dessa byggnader skulle även med fördel kunna ha något lutande tak för att förbättra vattenavrinningen (Rowe, 2011). Att anlägga gröna tak på de planerade byggnaderna på området Norna är en åtgärd som trots att det är dyrare än trädplantering och mer komplicerat att göra, ändå ett attraktivt alternativ (Perini & Magliocco, 2012). Framförallt kräver denna åtgärd ingen ny yta i anspråk, yta som kommunen senare kanske skulle vilja använda till något annat ännu ej fastslaget ändamål. Ytor är numera en brist i de flesta städer och man vill idag hellre förtäta städer än att bygga ut dem (Yang m.fl., 2008).

4.3. Växtbeklädda fasader

Det finns relativt lite forskning kring de växtbeklädda fasadernas ekosystemtjänster men det är ändå en åtgärd som har fått en stor genomslagsverkan. Även denna metod har använts mycket i Malmö Stads miljöprojekt Ekostaden Augustenborg, som utförts i samarbete med MKB Fastighets AB (MKB Fastighets AB, 2014). I likhet med gröna tak är detta en åtgärd som inte kräver någon yta i anspråk utan anläggs på redan befintlig hårdtäckt yta. Principen är densamma som för gröna tak men här kan man täcka in ett område som är nästan fyrdubbelt så stort eftersom byggnader har fyra väggar i relation till gröna tak som endast har ett område att täcka, taket (Perini m.fl., 2013). En stor fördel med växtbeklädda fasader är att de går att anlägga på nya byggnader såväl som på äldre byggnader (Perini m.fl., 2013; Sheweka & Magdy, 2011).

Det tre sätten som man kan anlägga växtbeklädda fasader på har alla olika för- och nackdelar. Det vanligaste och äldsta sättet är att man planterar någon sorts klängväxt som klättrar upp för fasaden med hjälp av olika typer av spaljéer (Sheweka & Magdy, 2011). Dessa växter är lätta att underhålla. En annan metod är att man på de olika våningarna anlägger lådor där man planterar hängväxter som sedan hänger nerför fasaden. Dessa växter måste få tillgång till vatten vilket man måste tänka på när man konstruerar byggnaden så att växterna kommer åt regnvatten annars måste bevattningen skötas på annat sätt (Sheweka & Magdy, 2011). Den sista metoden att anlägga växtbeklädda fasader är mer avancerad då det går ut på att montera paneler med växter på. Denna metod påminner om hur man anlägger extensiva gröna tak men är här vertikal istället. Denna metod är dyrare men mer kreativ (Perini m.fl., 2013). I likhet med gröna tak är växtbeklädda fasader ett lämpligt alternativ för området Nornan då det inte

kräver nya ytor i anspråk. Här skulle man även kunna anlägga växtbeklädda fasader på de befintliga byggnaderna. Om man använder sig utav klättrväxter som stöttas upp av spaljéer längs husväggen så minskar man risken för att växterna ska förstöra de äldre byggnaderna som har ett kulturhistoriskt värde. På de planerade byggnaderna skulle man kunna tillämpa de andra metoderna men dessa är dyrare att anlägga och att underhålla. Jag tror att det egentligen bara är lämpligt att anlägga hängväxter om fastigheten har svalgångar in till de olika boendena eftersom man då skulle man kunna bygga blomlådor längs med dessa gångar från vilka växterna kan hänga ner från. Dock med tanke på dagens arkitektur och begränsningar av ytor, är det mest sannolikt att man har tillgång till boendentrén inifrån byggnaden. I så fall skulle man kunna anlägga hängväxter på de boendes eventuella balkonger men då skulle de boende behöva sköta växterna vilket kanske inte skulle vara uppskattat försäljning eller uthyrning av boenderättigheterna. Paneler är ett kreativt sätt att anlägga växtbeklädda fasader men det är ett dyrt och underhållskrävande alternativ vilket gör det mindre attraktivt ur ett ekonomiskt perspektiv. Min slutsats är därför att det även på de planerade byggnaderna skulle vara effektivast att anlägga klättrväxter och det skulle man även kunna anlägga på övriga tillhörande byggnader. De sköter sig själva och behöver endast lite uppstöttnings längs med husväggen.

4.4. Miljövetenskaplig relevans

Forskning har visat att ekosystemtjänsterna är viktiga för samhället och vår hälsa men dessa fördelar är inte alltid helt uppenbara (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). Därför är det viktigt att betona detta och upplysa våra beslutsfattare om vilka fördelar och förtjänster som finns. När tätortsrelaterade problem som luftföroreningar ökar i takt med städernas tillväxt är det viktigt att utnyttja alla resurser som finns att tillgå (Bolund & Hunhammar, 1999). Lösningar som att plantera luftföroreningståliga träarter eller att anlägga gröna tak och växtbeklädda fasader är taktiska och grönskan bidrar med ekosystemtjänster som förbättrar luftkvaliteten samtidigt som de ökar mänsklig hälsa och kreativitet (Colding & Marcus, 2013). Dock är det svårt att få beslutsfattare som oftast kräver ekonomiska värden som beslutsunderlag, att bli motiverade till att investera i ekosystemtjänster (Prop. 2013/14:141). När det gäller värdering av ekosystemtjänster måste man dock se till de långsiktiga fördelarna. Forskningen visar att grönområden sänker blodtryck, stresshalten och minskar föroreningar i luften. Detta leder till hälsosammare och lyckligare människor som lever längre och har mindre sjukfrånvaro (Naturvårdsverket, 2012).

Att vi lär oss utnyttja ekosystemtjänster på ett hållbart sätt blir allt viktigare då jordens befolkning beräknas att fortsätta att öka samtidigt som allt fler väljer att flytta in till städerna, detta inte minst i utvecklingsländerna där exploateringen ökar explosivt (Dir 2013:4). Samarbete mellan de samhällsvetenskapliga och de naturvetenskapliga fakulteterna har gjort att förståelsen och värdet av ekosystemtjänster har ökat i samhället och även tagits på allvar av regeringsorganen i de flesta nationer och organisationer. Det har blivit ett faktum att ska vi kunna leva hållbart och kunna överlämna en beboelig planet till nästa generation så måste vi naturen och dess tjänster på allvar. Man börjat inse att det kanske inte räcker med satsningar på boendestruktur eller infrastruktur utan att man även måste satsa på nya åtgärder som gynnar ekosystemen och på så vis spara stora summor då ekosystemens tjänster, om de är väl underhållna och fungerande, är helt gratis.

5. Slutsatser

För att förbättra luftkvalitén i städer kan man satsa på ekosystemtjänster genererade ur urban grönska. För området Nornan i Borås Stad finns det olika åtgärder som är möjliga att genomföra. Det är en sammanvägning av de olika åtgärderna som kommer att ge störst effekt för luftkvalitén, inte varje åtgärd för sig. Fördelen med området Nornan är att där finns stora möjligheter att genomföra dessa åtgärder eftersom Borås Stad vill ligga i framkant när det gäller miljö, klimat och hållbart tänkande. För dem är det positivt att luftkvalitén kan förbättras genom trädplantering och utveckling av urban grönska.

Möjliga åtgärder för Borås Stad som med fördel skulle kunna appliceras på Nornan, är att nyplantera träd på området för att säkra återväxten. Anläggandet av en mindre fruktträdgård på innergården bidrar till att producera färsk och närodlad frukt och att stärka andra ekosystemtjänster så som pollinering. De planerade byggnaderna kan med fördel byggas med anlagda gröna tak, intensiva på de nya bostadshusen och extensiva på externa byggnader så som cykelskjul och förråd. På de intensiva gröna taken skulle de boende kunna ha olika typer av odlingar av frukt och grönt och de skulle även kunna anlägga små rekreationsträdgårdar likt de som finns i ekostaden Augustenborg i Malmö. Alla byggnader, även de befintliga skulle kunna förses med klättrväxter som stöttas upp av spaljéer för att inte skada byggnaderna. Klättrväxter är den metod av växtbegräddade fasader som är enklast att genomföra då de kräver minst underhåll och sköter sig väldigt bra själva. Både att anlägga gröna tak och växtbegräddade fasader är att föredra i urbana miljöer eftersom de inte kräver någon ny yta där det redan råder brist på sådan.

Slutligen vill jag säga att möjligheten att använda urban grönska och dess ekosystemtjänster för att förbättra städer luftkvalitet och invånarnas hälsa är för enkel och för bra för att bli förbisedd. Ett grönområde genererar många olika ekosystemtjänster och tillhörande fördelar som alla måste tas med i den samhällsekonomiska analysen. Ekosystemtjänster som pollinering, temperaturutjämning, ökad biologisk mångfald och terapeutiska effekter stärks av att den urbana grönskan utvecklas. Dessa är alla tjänster som är gratis från naturen men dyra att rekonstruera.

6. Referenser

Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.

Borås Stad (2012). *Borås 2025 – vision och strategi*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.boras.se/download/18.3b4a384113d1b25cfa080003513/1390353852347/Broschyr.pdf>. Hämtad 2014-04-09.

Borås Stad (2013). *Kvalitetssäkringsprogram*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.boras.se/download/18.b4987681442beb45db29a3/1395300331072/Kvalitetss%C3%A4kringsprogram.pdf>. Hämtad 2014-04-09.

Borås Stad (2014a). *Borås*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.boras.se/forvaltningar/stadskansliet/stadskansliet/omboras/omboras.4.7243a9a4125d5ad4db1800032222.html>. Hämtad 2014-04-09.

Borås Stad (2014b). *Mätning av luftföroreningar*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.boras.se/forvaltningar/miljoforvaltningen/miljoforvaltningen/miljoniboras/miljoni boras/miljoovervakning/luft/luftmatningar.4.577d2f0e139c3d461a080002729.html>. Hämtad 2014-05-05.

Boverket (2010). *Låt staden grönska – klimatanpassning genom grönstruktur*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Lat-staden-gronska.pdf>. Hämtad 2014-05-19.

Colding, J. & Marcus, L. (2013). *Ekosystemtjänster i Stockholmsregionen*. Stockholm: Stockholms läns landsting (rapport 2013:3).

Dir 2013:4. *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster*. Miljödepartementets kommittédirektiv.

Ds 2012:23. *Svenska miljömål – preciseringar av miljökvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål*. Miljödepartementets promemoria.

Ejvegård, Rolf (2003). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.

Friberg, Elina (2014). Planarkitekt, samhällsbyggnadsförvaltningen i Borås. Personligt möte 2013-04-10.

Gómez-Baggethun, E. & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86: 235–245.

Jim, C. Y. & Chen, W. Y. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities* 26: 187-194.

McPherson, E.G., Nowak, D., Heisler, G., Grimmond, S., Souch, C., Grant, R., Rowntree, R. (1997). Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystem* 1: 49-61.

Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystem and Human Well-being. A Framework for Assessment. 3. *Ecosystems and Human Well-being*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.maweb.org/documents/document.301.aspx.pdf>. Hämtad 2014-04-10.

MKB Fastighets AB (2014). *Ekostaden Augustenborg*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.mkbfastighet.se/upload/Ekostaden%20A4.pdf>. Hämtad 2014-05-12.

Naturvårdsverket (2012). *Sammanställd information om ekosystemtjänster*. Naturvårdsverkets Ärendenr: NV-00841-12. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2012/ekosystem-ekosystemtjanster/ekosystem-tjanster.pdf>. Hämtad 2014-05-19.

Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 4: 115-123.

Perini, K., Haas, E. M., Ottelé, M., Raiteri, R. (2013). Vertical greening systems, a process tree for green facades and living walls. *Urban Ecosystem* 16: 265-277.

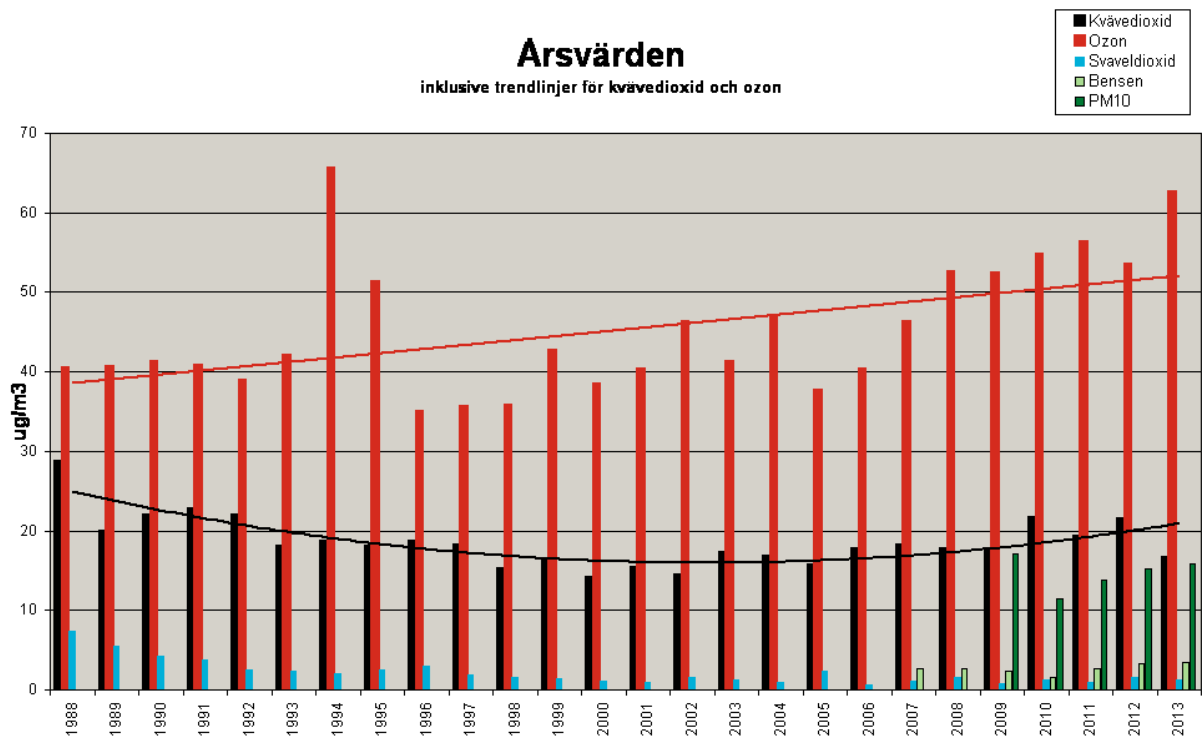
Perini, K. & Magliocco, A. (2012). The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. *International Journal of Biology* 4: 79-91.

- Prop. 2013/14:141. *En svensk strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster*.
- Regeringen (2010). *FN:s konvention om biologisk mångfald*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/content/1/c6/15/28/07/fda2f01a.pdf>. Hämtad 2014-04-098.
- Rowe, D. B. (2011). *Green roofs as a means of pollution abatement*. *Environmental Pollution* 159: 2100-2110.
- Sheweka, S. & Magdy, N. (2011). The living walls as an approach for a healthy urban environment. *Energy Procedia* 6: 592-599.
- Susca, T., Dell'Osso, G. R., Graffin, S. R. (2011). Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environmental Pollution* 159: 2119-2126.
- Vailshery, L. S., Jaganmohan, M., Nagendra, H. (2013). Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. *Urban Forestry & Urban Greening* 12: 408-415.
- Yang, J., McBride, J., Sun, Z., Zhou, J. (2005). The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry & Urban Greening* 3: 65-78.
- Yang, J., Gong, P., Yu, Q. (2008). Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42: 7266-7273.

Bilagor

Bilaga 1.

Årsvärden över Borås Stads luftkvalitetsmätningar under åren 1988 till 2013. Källa Borås Stad (2014).





LUNDS UNIVERSITET

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för klimat- och miljöforskning

Ekologihuset

22362 Lund