



**Katholieke Universiteit Leuven**

**Faculteit Economie en Bedrijfswetenschappen**

# **Kosten-batenanalyse van de aanleg van een extensief groendak in de stad.**

Promotor : Prof. S. Proost

Onderzoekseenheid Centrum voor  
Economische Studiën

Eindwerk voorgedragen  
tot het behalen van de graad van  
Master in de Beleidseconomie  
Hensen Pieter en Meuris Steve

April - 2008

## **Dankwoord**

Geen eindwerk zonder promotor uiteraard. Graag willen we dan ook Prof. Stefaan Proost bedanken voor de supervisie van dit eindwerk en Prof. Guido de Bruyne voor de hulp inzake praktische aangelegenheden.

Dit werk kon tot stand komen dankzij de medewerking van een aantal hulpvaardige personen en instanties. Volgende personen en hun instanties willen we vermelden uit dank voor hun samenwerking.

Prof. Martin Hermy van het laboratorium bos, natuur en landschap KULeuven

Bert Bosman van de calculatiedienst van het dakbedekkingsbedrijf EGD-nv

Bob Peeters, Rafaël Huylebroeck en Veerle Van Woensel van de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)

Vincent Nuytemans van Aquafin NV

Dirk Demeyere van het Agentschap voor Natuur en Bos

# Inhoudstafel

1. Inleiding	p. 4
2. Wat zijn groendaken	p. 5
2.1 voordelen	p. 6
3. Kosten-batenanalyse van een extensief groendak	p. 9
3.1 Veronderstellingen	p. 10
3.2 Economische parameters	p. 11
3.2.1 Aanleg- en onderhoudskosten	p. 11
3.2.2 Energiekosten	p. 12
3.2.3 Kosten verbonden aan neerslagwater	p. 14
Daling van de waterzuiveringskosten	p. 14
Daling van het overstromingsrisico	p. 15
3.2.4 Baten inzake de verhoging van de luchtkwaliteit	p. 16
3.2.5 Niet opgenomen parameters	p. 17
3.3 Resultaat van de kosten-batenanalyse	p. 18
4. Evaluatie van het Vlaamse subsidiebeleid omtrent groendaken	p. 21
4.1 Het Vlaamse subsidiebeleid voor groendaken	p. 21
4.2 Een vergelijking met Duitsland	p. 24
4.3 Aanbevelingen	p. 25
5. Conclusie	p. 25
6. Referenties	p. 27
7. Bijlage	p. 31

# 1. Inleiding

De stedelijke druk op het leefmilieu neemt wereldwijd alsmaar toe. De groene omgeving wordt in toenemende mate ingepalmd door woonbuurten, industriezones en verkeersinfrastructuur. Dit groeiende verstedelijkingspatroon noodzaakt een multilaterale oplossing om de impact van de groeiende steden op het leefmilieu te mitigeren. Architecten en planners van alle nationaliteiten staan hierbij voor de uitdaging om nieuwe manieren te vinden om het groen in de stedelijke omgeving te doen toenemen. Hoge grondprijzen en een sterke betreding op grondniveau maken een uitbreiding van het groenareaal in steden echter vaak onmogelijk. Een veelbelovende stap in de goede richting ligt in het begroenen van gebouwen. De aanleg van “*groendaken*” vormt hierin een belangrijk concept. Groendaken maken deel uit van een ruimer gamma aan technieken tot het creëren van meer duurzame gebouwen en visueel aantrekkelijke steden. Er zijn dan ook een heel aantal mogelijke voordelen betrokken bij de aanleg van dergelijke daken in het stedelijk milieu. De meeste van deze voordelen blijken echter niet of onvoldoende geëvalueerd.

Deze studie tracht de aanleg van een groendak vanuit economisch standpunt nader toe te lichten. Er wordt een kosten-batenanalyse opgesteld voor de aanleg van een groendak in de stad Leuven (België). Om deze analyse uit te voeren werd voor een deel gebruik gemaakt van data uit reeds bestaande publicaties binnen het studiegebied van groendaken, hetgeen een zekere bias in de resultaten kan veroorzaken. Toch zou dit werk een beter inzicht moeten verschaffen in de voor- en nadelen omtrent de toepassing van groendaken. Aangezien de populariteit van het concept groendaken alsmaar verder toeneemt, kunnen kosten-batenanalyses rond deze materie een niet te onderschatten vorm van informatie betekenen voor zowel het beleid als de geïnteresseerde particulier.

## 2. Wat zijn groendaken?

De term ‘groendak’ wordt gebruikt voor daken die bedekt zijn met een vegetatielaag. Groendaken komen voor in twee vormen: extensieve en intensieve groendaken (Hermy *et al.* 2005). Groendaken van het extensieve type bestaan uit begroeiingen die weinig onderhoud vergen. De vegetatie rust op een dunne substraatlaag (2-20 cm) en kan zich na aanleg min of meer spontaan ontwikkelen. Meestal wordt echter gebruik gemaakt van het inzaaien of aanplanten van vegetatie, of worden vooraf gekweekte vegetatiematten aangebracht. Omwille van de kwetsbare plantensoorten (vnl. grassen en vetkruiden) zijn extensieve groendaken veelal niet bruikbaar voor betreding. Intensieve groendaken daarentegen bevatten een relatief dikke substraatlaag (20-50 cm en meer) en speciale maatregelen voor de watervoorziening. Dit type groendak bevat allerlei soorten tuinplanten, tot zelfs struiken en bomen. De onderhoudslast van dergelijke daken ligt veel hoger en ze fungeren vaak als nieuwe gebruikruimte in de stad.



**Figuur 1: voorbeelden van extensieve groendaken**

**Links:** waterbouwkundig laboratorium te Borgerhout (Bron: Agentschap Natuur en Bos)

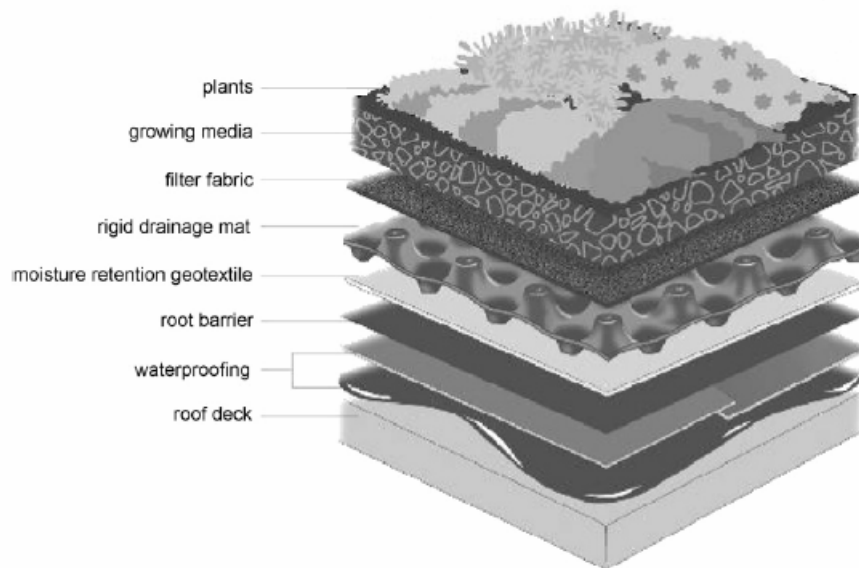
**Rechts:** ook schuine daken komen in aanmerking voor de aanleg van groendaken (Bron: Afdeling Bos & Groen 2002)



**Figuur 2: voorbeelden van intensieve groendaken**

Bron: [www.igra-world.com](http://www.igra-world.com)

De opbouw van groendaken is voor alle types gelijk: van boven naar onder onderscheidt men een vegetatielaag, een substraatlaag, een filterdoek (die waterdoorlatend is maar substraatuitspoeling verhindert), een drainagelaag, één of meerdere beschermlagen (tegen wortel- en vochtschade) en tenslotte de dakdichting zelf (figuur 3).



**Figuur 3: de verschillende lagen van een groendak**  
Bron: Carter & Keeler 2007

## 2.1 Voordelen

De implementatie van groendaken houdt de potentie in om meerdere stadsgelateerde problemen aan te pakken, doordat ze de natuurlijke koelende, luchtfilterende en waterophoudende eigenschappen van vegetatie naar gebouwen overbrengen (Saiz *et al.*, 2004). Aan het gebruik van groendaken zijn dus een heel aantal voordelen verbonden. Deze zijn op te delen in drie grote categorieën: de economische (in strikte zin), de ecologische en de psychologische voordelen. Het spreekt voor zich dat deze opdeling niet sluitend is en dat bepaalde functionele voordelen van groendaken tot meer dan één categorie kunnen behoren.

Economisch gezien worden een heel aantal kosten gereduceerd. Zo nemen de renovatiekosten af, aangezien groendaken beduidend langer meegaan dan daken met een gewone dakbedekking. De dakdichting van groendaken wordt immers veel minder blootgesteld aan hagel, schadelijke UV-stralen en extreme temperatuurschommelingen (Ekaterini & Dimitris 1998, Peck *et al.* 1999, Wong *et al.* 2003b, Hermy *et al.* 2005, Saiz *et al.* 2006). Ook de energiekosten dalen doordat groendaken een isolerende functie vervullen (Niachou *et al.* 2001, Wong *et al.* 2003a, Wong *et al.* 2003b, Hermy *et al.* 2005, Kumar & Kaushik 2005, Clark *et al.* 2006, Saiz *et al.* 2006, Carter & Keeler 2007, Kosareo & Ries 2007). De kosten van zowel verwarming als airconditioning liggen hierdoor relatief gezien lager voor gebouwen die met groendaken zijn uitgerust. Waterzuivering vormt een volgende kostenpost waarop bespaard kan worden, doordat het rioolnet met minder regenwater wordt belast. Afhankelijk van het type groendak wordt de runoff verminderd met 20 tot 90 % en bovendien aanzienlijk vertraagd (Hermy *et al.* 2005, Van Woerth *et al.* 2005, Clark *et al.* 2006, Kosareo & Ries 2007). Het reduceren en vertragen van piekafvoeren leidt tot minder kans op overstroming en een verminderde erosie-impact. Een ander aspect dat tot financiële voordelen kan leiden is het feit dat groendaken als compensatie kunnen dienen voor gebieden op de begane grond (bvb. om zo aan planningsvoorschriften te voldoen) en dat er – in het geval van intensieve groendaken - meer (recreatie-)ruimte vrijkomt voor eenzelfde grondoppervlakte (figuur 4). Bovendien kan de marktwaarde van gebouwen die voorzien zijn van een groendak toenemen (Peck *et al.* 1999, Getter & Rowe 2006). Een minder voor de hand liggende en eerder spectaculaire bijdrage van groendaken aan het financiële rendement kan gevonden worden in de potentie van groententeelt op daken. Een aantal studies tonen aan dat bepaalde groendaken gebruikt worden voor de kweek van gewassen (Peck *et al.* 1999, Nowacks 2004, Acks 2003 in Benting *et al.* 2005). Hoewel deze aanwending van groendaken eerder uitzondering dan regel is, is ze toch het vermelden waard.



**Figuur 4:** intensieve groendaken brengen de mogelijkheid van extra recreatieruimte met zich mee. Bron: [www.greenroofs.wordpress.com](http://www.greenroofs.wordpress.com)

Een heel aantal ecologische redenen pleiten eveneens voor de aanleg van een groendak. Het is bekend dat groendaken een temperende invloed kunnen uitoefenen op het “warmte-eiland” effect dat kenmerkend is voor steden. Dit effect dankt zijn naam aan de hogere temperaturen die in steden worden waargenomen ten opzichte van het platteland. Niet alleen hogere temperatuurswaarden, maar ook hogere waarden voor fijn stof en polluenten in de lucht en het neerslagwater zijn typisch voor het stedelijk milieu. Groendaken kunnen deze effecten voor een deel tegengaan doordat de vegetatie op deze daken fijn stof en polluenten filtert uit de lucht en het neerslagwater, en doordat evapotranspiratie door de groendakvegetatie lagere temperaturen bewerkstelligt (Wong *et al.* 2003b, Hermy *et al.* 2005, Clark *et al.* 2006, Getter & Rowe 2006). Groendaken vormen ook een habitat voor bepaalde dier- en plantensoorten en dragen daardoor bij tot de biodiversiteit, een aspect dat zeker de laatste jaren in belang is toegenomen (Wong *et al.* 2003b, Kim 2004, Hermy *et al.* 2005, Brenneisen 2005, Getter & Rowe 2006). Tot slot kan het materiaal waaruit groendaken zijn opgebouwd worden ingeschakeld in de recyclage van materialen. Gemalen baksteen kan bijvoorbeeld worden gebruikt voor de substraatlaag, terwijl voor de drainagelaag allerlei kunststoffen zoals rubber en polyethyleen kunnen worden aangewend (Hermy *et al.* 2005).

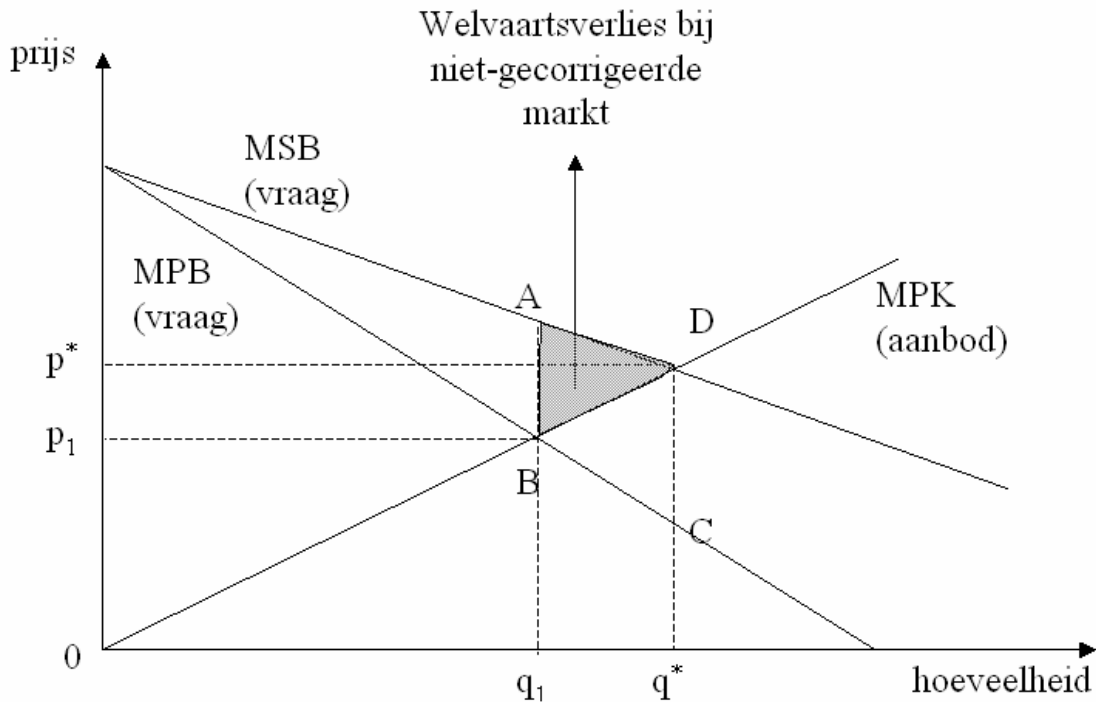
Naast de economische en ecologische voordelen is ook het psychologisch welzijn gebaat bij de toepassing van groendaken. Het is bekend dat een groene omgeving een positieve werking op de gemoedstoestand uitoefent. Zo is uit onderzoek onder andere gebleken dat patiënten sneller genezen wanneer hen zicht op een groene omgeving werd toegekend (Ullrich 1984, Hermy *et al.* 2005). Ook de lawaaihinder in steden kan voor een deel worden aangepakt door de aanleg van groendaken, aangezien deze een geluidsisolerende werking hebben (Peck *et al.* 1999, Hermy *et al.* 2005, Getter & Rowe 2006). De mogelijkheden omtrent esthetische en vormgevings-aspecten (die gerelateerd zijn aan stedenbouw) vertegenwoordigen een volgende factor die onder de psychologische voordelen kan worden gerekend.

### 3. Kosten-batenanalyse van een extensief groendak

Hoewel groendaken een eeuwenoud fenomeen zijn, is de belangstelling ervoor in bredere zin slechts recentelijk ontstaan. De literatuur omtrent het concept van groendaken is daardoor nog niet echt omvangrijk te noemen. Terwijl stilaan de technologische en wetenschappelijke relevanties van groendaken beter bekend raken, is het economische aspect ervan nog maar weinig onderzocht. Kosten-batenanalyses vormen een handig instrument om de positieve en negatieve gevolgen van bepaalde acties en beleidsmaatregelen in te schatten en te evalueren. Kosten-batenanalyses vergelijken twee of meerdere alternatieven over de tijd en maken gebruik van discontering om hun bevindingen samen te vatten in een maatstaf, zijnde de netto actuele waarde (NAW) (Proost & Rousseau 2007).

Het nut van een kosten-batenanalyse situeert zich voornamelijk in het feit dat alle kosten en baten worden ingecalculeerd. Dat wil zeggen dat niet alleen de private kosten en baten worden verrekend, maar dat tevens de positieve en negatieve externaliteiten in rekening worden gebracht. Er is sprake van een extern effect als de productie of de consumptie van een goed de nutsmogelijkheden van anderen beïnvloedt zonder dat er compensatie voor wordt betaald. Met andere woorden, als bij de overweging tot aanschaf van een groendak enkel wordt gekeken naar het marktprijsverschil tussen een conventioneel dak en het groendak, worden belangrijke indirecte voordelen over het hoofd gezien. Dit wordt geïllustreerd in figuur 5. Wanneer enkel wordt gekeken naar de marktprijs van een groendak (marginale private baat MPB), zal de consument slechts bereid zijn een prijs  $p_1$  te aanvaarden voor de aanleg van een groendak en zullen slechts  $q_1$  daken worden aangelegd. Indien echter rekening wordt gehouden met alle externe voordelen verbonden aan de aanleg van een groendak (marginale sociale baat MSB), zou een hogere bereidheid tot betalen ( $p^*$ ) worden waargenomen en zullen er  $q^*$  groendaken worden aangelegd. De driehoek ABD geeft het welvaartsverlies weer wanneer de beslissing tot de aanschaf van het groendak enkel op basis van de marktprijs wordt genomen.

In deze studie zal een vergelijking worden gemaakt tussen een conventioneel dak en de aanleg van een extensief groendak. Het alternatief met de laagste NAW zal worden geprefereerd, aangezien positieve kosten (verminderd met de eventuele baten) worden opgeteld. Een lagere NAW betekent dus in deze studie een kleinere gemaakte kost.



**Figuur 5: het belang van externaliteiten bij de aanschaf van een groendak**

MSB = marginale sociale baat, MPB = marginale private baat, MPK = marginale private kost

Wanneer enkel wordt gekeken naar de marktprijs van een groendak, zal de consument slechts bereid zijn een prijs  $p_1$  te aanvaarden voor de aanleg van een groendak en zullen slechts  $q_1$  groendaken worden aangelegd. Indien echter rekening wordt gehouden met alle externe voordelen verbonden aan de aanleg van een groendak, zou een hogere bereidheid tot betalen ( $p^*$ ) worden waargenomen en zullen er  $q^*$  groendaken worden aangelegd. De driehoek ABD geeft het welvaartsverlies weer wanneer de beslissing tot de aanschaf van het groendak enkel op basis van de marktprijs wordt genomen.

Naar: Proost & Rousseau 2007

### 3.1 Veronderstellingen

Vooraleer aan de analyse kan worden begonnen dient eerst het onderzoeksobject meer specifiek afgebakend te worden. Enkele veronderstellingen worden hier uiteengezet.

In deze studie wordt uitgegaan van de aanleg van een groendak van het extensieve type in de stad Leuven (België). Er wordt gewerkt met een fictief gebouw dat voorzien is van een plat dak met een totaaloppervlakte van 1000 m<sup>2</sup>. Het gebouw is niet voorzien van een regenwaterput en aansluiting op een gescheiden riolering is niet mogelijk. Voor de eenvoud wordt het energieverbruik van het gebouw voor de helft toegeschreven aan aardgas en voor de helft aan elektriciteit. De dikte van de substraatlaag van het groendak bedraagt 4 cm. Een extensief groendak is niet bedoeld voor betreding, en verder wordt verondersteld dat het dak van het gebouw omwille van zijn hoogte niet zichtbaar is vanop de begane grond of vanuit naburige gebouwen. Daardoor vallen automatisch enkele nutsfuncties weg ten opzichte van

een intensief groendak dat als gebruikruimte kan worden ingericht. Zo zullen de esthetische aspecten en de positieve invloed op de menselijke psyche niet in rekening worden gebracht en vervalt ook de mogelijkheid tot het kweken van gewassen op het dak. Verder wordt verondersteld dat de aanleg van een extensief groendak op het gebouw geen extra kosten met zich meebrengt wat betreft de draagstructuur van het gebouw. Extensieve groendaken worden vaak op reeds bestaande daken aangebracht en door hun relatief lage gewichtseisen, wordt het voorziene draagbereik van het gebouw normaal gezien niet overschreden (Kosareo *et al.* 2007, Wong *et al.* 2003b). Omwille van praktische redenen en in afwachting van meer onderzoek inzake de potenties van groendaken wat betreft geluidsreductie en biodiversiteit, en hun impact op de vermarkting van gebouwen, worden deze aspecten eveneens niet ingecalculeerd in deze kosten-batenanalyse.

## **3.2 Economische parameters**

### *3.2.1 Aanleg- en onderhoudskosten*

De constructiekosten van zowel het conventioneel dak als dat van het groendak werden bekomen via de firma EGDnv, die gespecialiseerd is in de aanleg van dakbedekking (zie tabel A in bijlage p.30). De goedkoopste materialen in aanbidding werden gebruikt, hetgeen resulteerde in een aanlegkost van 18150 € voor het conventioneel dak, tegenover 32881,75 € voor het groendak.

De garantie op de conventionele dakbedekking bedraagt 10 jaar, maar kan worden verondersteld mee te gaan voor ongeveer 20 jaar (EGD). Deze tijdsperiode zal als levensduur beschouwd worden van het conventionele dak. Het is bekend dat groendaken de gemiddelde levensduur van de dakbedekking aanzienlijk verhogen. Onderzoek heeft uitgewezen dat de levensduur van de dakdichting onder groendaken twee tot driemaal en zelfs meer (tot 50 jaar) toeneemt (Köhler *et al.* 2001, Miller 2003). In dit onderzoek zal een levensduur van 40 jaar worden aangenomen voor de groendakbedekking. Het onderhoud op een extensief groendak wordt equivalent verondersteld met het onderhoud voor een conventioneel dak, zijnde een tweejaarlijkse visuele inspectie. De eventuele kosten van dergelijke inspectie worden daarom niet in rekening gebracht.

### 3.2.2 *Energiekosten*

Groendaken kunnen de energiebalans van een gebouw sterk beïnvloeden. Door schaduweffecten en evapotranspiratie van de vegetatie en het substraat verminderen de daktemperatuur en de instraling drastisch tijdens de warmere maanden (Liu, 2003). Bovendien zorgt een groendak, door de aanwezigheid van verschillende lagen, voor een verminderde warmteoverdracht naar de onderliggende ruimtes van het gebouw (Lazzarin *et al.*, 2005), hetgeen op zijn beurt de nood aan koeling of verwarming doet dalen. De vegetatie en de substraatlaag vormen als het ware een extra isolatielaag tegen warmte-uitwisseling tussen het gebouw en zijn omgeving.

Enkele case-studies met betrekking tot de energiebesparende potenties van groendaken werden reeds uitgevoerd. De bevindingen die hieruit resulteren kunnen echter niet zomaar worden doorgetrokken naar deze studie. De energiebesparing door een groendak wordt immers sterk beïnvloed door de klimaatzone van toepassing en door de structurele kenmerken van het desbetreffende gebouw.

Voor een groendak op een gebouw met één verdieping en een dakoppervlakte van 929 m<sup>2</sup> vond Carter (2007) een reductie van de totale jaarlijkse energieconsumptie van 3,3 %. Wong *et al.* (2003) stelden een energiereductie vast van 8 % voor een gebouwencomplex in Singapore. Beide studies slaan echter op een totaal verschillende klimaatzone (respectievelijk subtropisch klimaat en tropisch regenwoudklimaat), waardoor deze vaststellingen niet toepasbaar zijn op deze studie. Een levenscyclusanalyse (LCA) van een groendak, uitgevoerd door Siaz *et al.* (2006) op een acht verdiepingen hoog gebouw in Madrid, toonde aan dat een extensief groendak een energiereductie van 1.2 % oplevert. Niachou *et al.* (2001) bestudeerden de energiebesparing van een groendak in Athene en vonden eveneens dat de impact van een groendak op de energiebesparing van goed geïsoleerde gebouwen minder dan 2 % bedroeg. Madrid en Athene liggen beiden in een gematigd mediterraan klimaat, dat uiteraard nog steeds verschilt van het gematigd maritiem klimaat in België, maar in veel minder sterke mate dan de klimaatzones uit de studies van Carter en Wong. Bovendien zal het in de toekomst in onze streken warmer en droger worden door toedoen van de klimaatverandering (IPCC 2007; EEA, 2004; Meehl & Tebaldi, 2004). Een reductiewaarde van 1.2 % op de totale energieconsumptie van een gebouw door de aanleg van een groendak lijkt dus een aanvaardbare schatting.

Voor de eenvoud werd verondersteld dat de helft van de verbruikte energie afkomstig is van aardgas en de andere helft van elektriciteit. Uit tabel 1 blijkt dat een kantoor dat bestemd is

voor openbaar bestuur jaarlijks gemiddeld 202 kWh/m<sup>2</sup> verbruikt voor brandstof (aardgas) en 183 kWh/m<sup>2</sup> voor elektriciteit (Aernouts & Jespers 2005). Voor een gebouw met een dakoppervlakte van 1000 m<sup>2</sup> komt dit neer op een verbruik van respectievelijk 202777 kWh en 183333 kWh. Indien er op de dakconstructie een groendak geplaatst wordt, dan zal de jaarlijkse energieconsumptie dalen met 1,2 % doordat de warmteoverdracht verminderd wordt. Uit tabel 2 blijkt dat dit overeenkomt met een verminderd energieverbruik van 2433 kWh voor aardgas en 2200 kWh voor elektriciteit. Gegeven dat de energieprijzen van aardgas en elektriciteit gelijk zijn aan respectievelijk 0,047 €/kWh en 0,176 €/kWh (FOD economie, KMO, Middenstand en Energie), levert dit een jaarlijkse besparing op van 501,57 € (114 € voor aardgas en 387 € voor elektriciteit) of 0,50 €/m<sup>2</sup>. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat in deze analyse de energieprijzen van 2006 zijn gebruikt en dat de prijzen voor 2007 waarschijnlijk hoger liggen. Bovendien dient enige voorzichtigheid te worden gehanteerd bij het gebruik van de cijfers voor energieverbruik van kantoren, zoals aangegeven in de bron zelf (Aernouts & Jespers 2005).

Tabel 1: Gemiddeld energieverbruik per m<sup>2</sup> van een kantoor dat voorzien is voor openbaar bestuur.

	Gemiddeld energieverbruik 2003	
	brandstof (aardgas)	elektriciteit
GJ/m <sup>2</sup>	0,73	0,66
kWh/m <sup>2</sup>	202,78	183,33
kWh/1000m <sup>2</sup>	202777,78	183333,33

Bron: Aernouts & Jespers 2005

Tabel 2: Overzicht van het verbruik, de energiereductie en de monetaire waarden van deze reductie door de aanleg van een groendak.

	brandstof (aardgas)	elektriciteit
verbruik (kWh/1000m <sup>2</sup> )	202777,778	183333,333
energiereductie (1,2 %) groendak (kWh)	2433,333	2200,000
energieprijs (€/m <sup>2</sup> )	0,047	0,176
prijs energiereductie (€/1000m <sup>2</sup> )	114,367	387,200
prijs energiereductie (€/m <sup>2</sup> )	0,114	0,387
<b>TOTAAL (€/1000m<sup>2</sup>)</b>	<b>501,57</b>	
<b>TOTAAL (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,50</b>	

Bron: Aernouts & Jespers 2005, Saiz *et al.* (2006) en FOD Economie

### 3.2.3 Kosten verbonden aan neerslagwater

Groendaken kunnen een belangrijk deel van de invallende neerslag ophouden en de runoff van het hemelwater sterk vertragen. Piekafvoeren worden zo gemitigeerd waardoor het rioleringsnetwerk minder belast wordt en de kans op overstromingen afneemt. Voor extensieve groendaken ligt de retentiecapaciteit op ongeveer 45 % (Hermy *et al.* 2005). Dat betekent dat ongeveer de helft van de inkomende neerslag wordt verzameld op het groendak. De kosten van dergelijke potenties in rekening brengen kan niet rechtstreeks. Er is immers geen algemeen aanvaarde prijs die de waarde van één opgehouden liter water bepaalt. De baten van de retentie van hemelwater kunnen in twee delen worden opgesplitst. Enerzijds wordt minder regenwater naar het rioolsysteem afgevoerd, en dient er dus minder water gezuiverd te worden. Anderzijds daalt de kans op overstroming als de piekafvoeren verminderen.

#### Daling van de waterzuiveringskosten

Sinds 2005 behoort de saneringsplicht in Vlaanderen toe aan de drinkwatermaatschappijen. De waterzuivering zelf gebeurt door de nv Aquafin, die haar kosten factureert aan deze drinkwatermaatschappijen (en bedrijven die niet zijn geabonneerd bij een drinkwatermaatschappij). De drinkwatermaatschappijen rekenen op hun beurt hun kosten door aan de abonnees en worden bijkomend gefinancierd door de overheid (via heffingen en dotaties). De vergoeding voor nv Aquafin voor de uitbouw en exploitatie van de saneringsinfrastructuur bedroeg in 2006 maar liefst 356 miljoen € (MIRA 2007a). Het niet lozen van regenwater op de riolering door toedoen van een groendak zou de werkingslast van de rioolwaterzuiveringsinstallaties in principe moeten verbeteren. De zuiveringskost is echter functie van verschillende factoren (VMM, Peeters & Huylebroeck). Zo zijn er onder andere overstorten voorzien, zodat niet zomaar gesteld kan worden dat 1 liter water geloosd op de riolering ook effectief gezuiverd wordt. Bovendien varieert de zuiveringskost sterk van installatie tot installatie. Ook is het zo dat in veel gemeenten gescheiden rioleringen aangelegd worden (enkel deze projecten worden nog door het Vlaams Gewest gesubsidieerd). Het al dan niet aanleggen van een groendak zal dan geen effect hebben op de zuiveringskost. Zelfs als we het aspect van overstorten negeren en indien we ervan uitgaan dat het gebouw niet voorzien is van een regenwaterput en bovendien een aansluiting op een gescheiden riolering niet mogelijk is (zie sectie 3.1 Veronderstellingen), dan nog stelt zich het probleem dat de

kostprijs van de zuivering niet evenredig zal dalen met het afnemen van de hoeveelheid aangesloten regenwater. De zuiveringskost is immers bij benadering slechts voor 10 % variabel. Dit betekent dat binnen deze 10 % de kost misschien evenredig zal dalen, maar het effect in het totale kostenplaatje veel minder groot zal zijn (Nuytemans 2007). Een algemene richtwaarde voor de zuiveringskost van afvalwater bedraagt voor Aquafin 0,74 €/1000 liter (Nuytemans 2007). De jaarlijkse neerslag in Laag- en Midden-België bedraagt ongeveer 800 mm (KMI). Als 45 % van de inkomende neerslag wordt verzameld op het groendak (zie hoger), dan kan een groendak van 1000 m<sup>2</sup> jaarlijks 360 000 liter water vasthouden<sup>1</sup>. In de veronderstelling dat elke liter water die het groendak ophoudt niet wordt afgevoerd naar de riolering en dus niet gezuiverd moet worden, zou dit een besparing betekenen van 360 x 0,74 € x 10 % of 26,64 € (of 0.02664 €/m<sup>2</sup>).

#### Daling van het overstromingsrisico

Een studie van de universiteit van Gent, in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (Vanneuville *et al.* 2006) beraamde de risicokosten op overstromingen in Vlaanderen in de huidige situatie (2006) op 1 764 491 418 €/km<sup>2</sup>/jaar! Het berekenen van de baten van een groendak inzake deze problematiek is niet voor de hand liggend. Hier werd geopteerd om de baten in rekening te brengen via de kostprijs van alternatieve overstromingsmaatregelen die de Vlaamse overheid bekostigt. Eind 2005 werd in de Dijlevallei een nieuw project voltooid dat in de eerste plaats Leuven moet beschermen tegen overstromingen. Het project bereikt dit doel door gebruik te maken van het natuurlijk waterbergend vermogen van de vallei stroomopwaarts van Leuven, door debietregeling in Egenhoven als ultieme bescherming en door een vlotte doorstroming van de Dijle in het stadscentrum te verzekeren. Het projectgebied beslaat ongeveer 1200 ha ten zuidwesten van Leuven en laat de berging van ongeveer 2 miljoen m<sup>3</sup> water toe. Het totale kostenplaatje werd op 4,3 miljoen € geraamd (VIWT 2003). Een eenvoudige omrekening brengt naar voren dat hier per m<sup>3</sup> waterbergend vermogen een investering van 2,15 € werd gedaan. Het nut van de aanleg van een groendak met betrekking tot zijn waterbergend vermogen zal aan deze investering gespiegeld worden. Met andere woorden, in welke mate (voor hoeveel m<sup>3</sup> wateropslagcapaciteit) kan het groendak als alternatief optreden voor het uitgewerkte project? Een studie van Van Woerth *et al.* (2005) schatte de retentiecapaciteit van een extensief groendak met een substraatlaag van 4

---

<sup>1</sup> 0,45 x 800 mm = 360 mm.

360 mm x 1000 m<sup>2</sup> = 0,360 m x 1000 m<sup>2</sup> = 360 m<sup>3</sup> water = 360 000 liter water

cm op 10 mm water. Over de ganse oppervlakte van het dak (1000 m<sup>2</sup>) komt dit neer op een capaciteit van 10 m<sup>3</sup> water<sup>2</sup>. De dakbedekkingsfirma EGDnv garandeert echter een opslagcapaciteit van 5 liter water per m<sup>2</sup> per cm substraat. Voor een groendak met een substraatlaag van 4 cm en een oppervlakte van 1000 m<sup>2</sup> komt dit neer op een waterbergend vermogen van 20 m<sup>3</sup>, dus het dubbele van de experimentele studieresultaten van Van Woerth *et al.*<sup>3</sup> Rekening houdend met de investeringen van de Vlaamse overheid in de regio rond Leuven om overstromingen tegen te gaan, kan dus worden gesteld dat het groendak voor de waarde van 43 € (20 m<sup>3</sup> x 2,15 €/m<sup>3</sup>) of 0.043 €/m<sup>2</sup> als alternatief kon dienen voor het waterbergingsproject.

### 3.2.4 Baten inzake de verhoging van de luchtkwaliteit

De potenties van groendaken om fijn stof en andere pollutanten uit de lucht te filteren vormen een niet te onderschatten batenpost. Resultaten van het MIRA (2007b) tonen bijvoorbeeld aan dat de totale economische impact van fijn stof wordt geschat op ongeveer 160 € per inwoner in 2003. Dit komt neer op 1 miljard € voor heel Vlaanderen of ongeveer 0,6 % van het BBP. Omwille van het gebrek aan beschikbare data wat betreft de mitigerende werking van groendaken op andere pollutanten (en de bespaarde kosten hieromtrent), zal hier enkel het effect van groendaken met betrekking tot het reduceren van NO<sub>2</sub> worden verrekend. Het is echter belangrijk op te merken dat groendaken ook een mitigerende werking uitoefenen op de concentraties van andere luchtvervuilende componenten zoals SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, en CO en fijn stof (Clark *et al.* 2006, Getter & Rowe 2006).

De opname van NO<sub>2</sub> door planten per eenheid oppervlakte kan worden geschat op 0,27 kg NO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/j (Clark *et al.* (2006) naar Morikawa *et al.* (1998)). Voor een groendak van 1000 m<sup>2</sup> komt dit neer op een NO<sub>2</sub>-captatie van 270 kg per jaar. Uit een rapport van het Vito en ECONOTEC (Marien *et al.* 2001) blijkt dat een reductie van 68 kton NO<sub>x</sub> een totale baat oplevert van 334.0 miljoen €. Wanneer deze resultaten worden geïntropeleerd naar dit studieobject wordt een netto-baat ten gevolge van luchtverbetering van ongeveer 1326.18 € bekomen, ofwel 1.326 €/m<sup>2</sup>. Dit zijn relatief spectaculaire cijfers, die tevens het belang aantonen van het incalculeren van externaliteiten bij het nemen van beslissingen.

---

<sup>2</sup> 10 mm x 1000 m<sup>2</sup> = 0,010 m x 1000 m<sup>2</sup> = 10 m<sup>3</sup> water

<sup>3</sup> 5 liter x 4 = 20 liter/m<sup>2</sup> = 20 000 liter/1000 m<sup>2</sup> = 20 m<sup>3</sup> water voor het groendak uit deze studie

### 3.2.5 *Niet opgenomen parameters*

Een aantal categorieën werden niet mee opgenomen in deze studie (zie ook sectie 3.1 Veronderstellingen), omwille van het gebrek aan betrouwbare data of omwille van het feit dat hun functie niet van toepassing is op groendaken van het extensieve type. De waardering van groene stadsruimten kan worden bewerkstelligd via de hedonische prijs-methode (Proost & Rousseau 2007), die de marktwaarde van woningen aan plaats en type van groene omgeving linkt. Terwijl toegankelijke, intensieve groendaken hun eigenaars extra recreatieruimte of zelfs kweekgrond voorzien, komt het extensieve groendaktype van dit onderzoek echter niet in aanmerking voor dergelijke functies. Aangezien verder werd verondersteld dat het dak van het gebouw omwille van zijn hoogte niet zichtbaar is vanop de begane grond of vanuit naburige gebouwen, spelen de esthetische aspecten en de positieve invloed op de menselijke psyche hier niet mee. De waardering van de groene ruimte van het extensieve groendak, beperkt zich dus tot het bepalen van de biodiversiteitswaarde die het groendak als potentiële habitat met zich meebrengt. Deze waarde is echter zeer moeilijk te kwantificeren. Een mogelijke manier om dit te doen is de zogenaamde contingente waarderingmethode, waarbij door middel van enquêtering gepolst kan worden naar de betalingsbereidheid voor een hogere biodiversiteitswaarde (Proost & Rousseau 2007). Deze methode is echter omstreden (Diamond & Hausman 1994) en vereist bovendien meer sluitende onderzoeksresultaten omtrent de biodiversiteitsimpact van groendaken dan er momenteel beschikbaar zijn. Het bepalen van de biodiversiteitswaarde viel dan ook buiten het kader van dit onderzoek. Hetzelfde geldt voor de potenties van groendaken inzake geluidsreductie. In theorie oefenen groendaken ook een mitigerend effect uit op het zogenaamde stadswarmte-eiland-effect, doordat ze de daktemperatuur doen afnemen en bijgevolg de luchtlagen boven deze daken afkoelen. De onzekerheid uitgaande van de huidige energiemodellen is echter nog aanzienlijk (Bass et al. 2003), en tot verder onderzoek het tegendeel aantoon, wordt dit effect als verwaarloosbaar beschouwd.

### 3.3 Resultaat van de kosten-batenanalyse

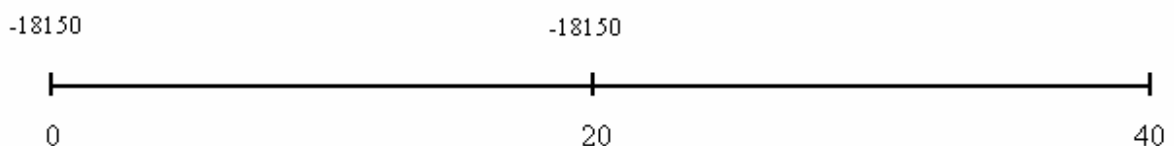
Wanneer de numerieke waarden van de hierboven besproken baten worden samengevoegd, kan het resultaat van de kosten-batenanalyse worden bepaald. Tabel 3 geeft een overzicht van de jaarlijkse baten van een extensief groendak. Hieruit blijkt dat door het verminderde energieverbruik, het waterbergende vermogen en de verbeterde luchtkwaliteit een groendak een jaarlijkse baat van ongeveer 1,90 €/m<sup>2</sup> oplevert. Voor een dakoppervlakte van 1000m<sup>2</sup> komt dit neer op ongeveer 1897 €per jaar.

Tabel 3: Overzicht van de jaarlijkse baten van een extensief groendak

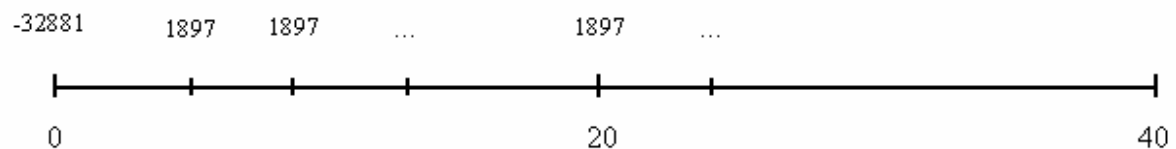
Baten Groendak	€/m <sup>2</sup>	€/1000m <sup>2</sup>	5 % intrest (€)	
Energie	0,50	501,57	8606,48	
Water	0,07	69,64	1194,96	
	Zuivering	0,03	26,64	457,12
	Overstroming	0,04	43,00	737,84
Luchtkwaliteit	1,33	1326,00	22752,95	
Totale sociale baten	1,90	1897,21	32554,39	

Figuur 6 geeft de aanlegkosten en baten schematisch weer op een tijdsas.

#### *Conventioneel Dak*



#### *Groendak*



**Figuur 6:** Tijdsas die weergeeft wanneer de verschillende kosten en baten (boven aslijn) plaatsvinden over de verschillende jaren (onder aslijn). De levensduur van een conventioneel dak is de helft van die van een groendak en moet dus om de 20 jaar vervangen worden. Een groendak van 1000m<sup>2</sup> heeft een jaarlijkse baat van ongeveer 1897 euro.

Er is sprake van een annuïteit: gedurende 40 jaar levert een groendak jaarlijks een baat op van 1897,21 €. De levensduur van het conventionele dak is de helft van die van het extensieve groendak. Daarom dienen de aanlegkosten van het conventionele dak tweemaal in rekening te worden gebracht. Verder verschillen de cashflows (kosten en baten) die initieel (in jaar 0) aangrijpen van de cashflows die in de toekomst plaatsvinden. De toekomstige cashflows worden daarom verdisconteerd tegen een bepaalde rentevoet naar het jaar van de aanleg. De actuele waarde (AW) van de jaarlijkse baat wordt berekend met de algemene formule van een annuïteit (Ross *et al.* 2007), gegeven door:

$$AW = \frac{C}{r} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^T} \right] \quad (1.1)$$

met C de jaarlijks opgeleverde baat (in dit geval 1897,21 €), r de veronderstelde rentevoet (in dit geval een standaard rentevoet van 5 %, zie verder) en T het aantal jaar waarover de jaarlijkse baat loopt (de levensduur van het groendak, 40 jaar).

De netto actuele waarde (NAW) wordt dan bekomen door de initiële aanlegkosten te verminderen met de actuele waarde van de jaarlijkse baten. In deze uiteenzetting worden de kosten en baten dus respectievelijk positief en negatief uitgedrukt en zal het dak met de laagste of minst positieve NAW wordt verkozen boven het alternatieve dak. Tabel 4 geeft een overzicht van de initiële kosten en de verdisconteerde baten voor zowel het groendak als het conventionele dak.

Tabel 4: Overzicht van de initiële kosten en de verdisconteerde baten voor het groendak en het conventionele dak

	kosten (€)	baten (€)	NAW (€)
Groendak: alle baten	32881,75	32554,39	327,36
Groendak: enkel baat energie	32881,75	8606,48	24275,27
Conventioneel dak	24990,54	/	24990,54

Hieruit blijkt dat de NAW van het groendak met een waarde van 327,36 € het kleinst is. Het extensieve groendak is dus te verkiezen boven het conventionele bitumen dak, ondanks het feit dat de aanlegkosten van een groendak ruwweg het dubbele bedragen ten opzichte van het conventionele dak. In deze analyse valt de baat die gerelateerd is aan een verbeterde luchtkwaliteit opvallend hoger uit dan de rest van de baten (energie en waterbergend

vermogen; Tabel 3). Deze numerieke waarden kunnen in zekere mate een overschatting zijn door het relatieve gebrek aan eenduidige kennis en literatuur, zowel omtrent de potenties van groendaken inzake de filtering van pollutanten als rond de economische impact van een (verminderde) uitstoot van NO<sub>x</sub> (en andere pollutanten) op de volksgezondheid. Verder onderzoek is dan ook nodig om meer accurate schattingen te bekomen. Toch tonen deze resultaten aan dat de externaliteiten die betrekking hebben op volksgezondheid een niet te verwaarlozen factor vormen bij het uitwerken van een kosten-batenanalyse van een groendak. Indien de baat van een verbeterde luchtkwaliteit en het waterbergende vermogen uit de analyse worden weggelaten en enkel rekening wordt gehouden met de baat van verminderd energieverbruik, dan ligt de NAW van het extensieve groendak, met een waarde van 24275,27 € nog steeds lager dan de NAW van de bitumen dakbedekking (Tabel 4).

De onzekerheid die gepaard gaat met een kosten-batenanalyse kan deels geïncorporeerd worden. Dit kan onder meer via het uitvoeren van een sensitiviteits- of scenario-analyse, waarbij respectievelijk één of meerdere inputvariabelen worden gewijzigd, om vervolgens de invloed van deze wijzigingen op het resultaat te bekijken. Hier blijkt een dergelijke analyse echter overbodig om het resultaat te verduidelijken. Immers, indien in dit onderzoek een sensitiviteitsanalyse zou worden uitgevoerd, dan kan ervan worden uitgegaan dat deze zich assymetrisch zou gedragen en meer bepaald het resultaat nog gunstiger voor het groendak zou doen uitvallen. Ten eerste worden de energieprijzen verwacht te zullen stijgen, hetgeen de energiebesparende werking van het groendak sterker op de voorgrond zal brengen. Verder vormt de bepaling van de relatieve rentevoet een belangrijke parameter in de analyse. In dit onderzoek wordt een standaard discountfactor van 5 % gebruikt. Hoe hoger deze factor wordt genomen, hoe minder het voordeel van het groendak in de toekomst vandaag monetair zal meetellen (Arrow *et al.* 2004). Een hogere discountvoet zal echter weinig toepasselijk zijn. Een lagere discountfactor is realistischer: het zal in onze streken namelijk 1,4 - 5,8 °C warmer worden door de klimaatsopwarming (IPCC, 2007). Hierdoor zal het energievoordeel van het extensieve groendak meer benut kunnen worden, aangezien verwacht kan worden dat de airconditioning langer en vaker zal aanstaan. Een andere voorspelling in het kader van de klimaatsopwarming luidt dat de neerslag intenser zal worden met hogere piekafvoeren op kortere tijd (IPCC, 2007). Een dergelijk toekomstperspectief, in combinatie met een toenemende verzegeling van de bodem door de groeiende verstedelijking, zet de voordelen van de waterophoudende capaciteiten van een groendak extra kracht bij. De discountvoet zal dus eerder lager dan hoger genomen dienen te worden. De Europese Commissie hanteert

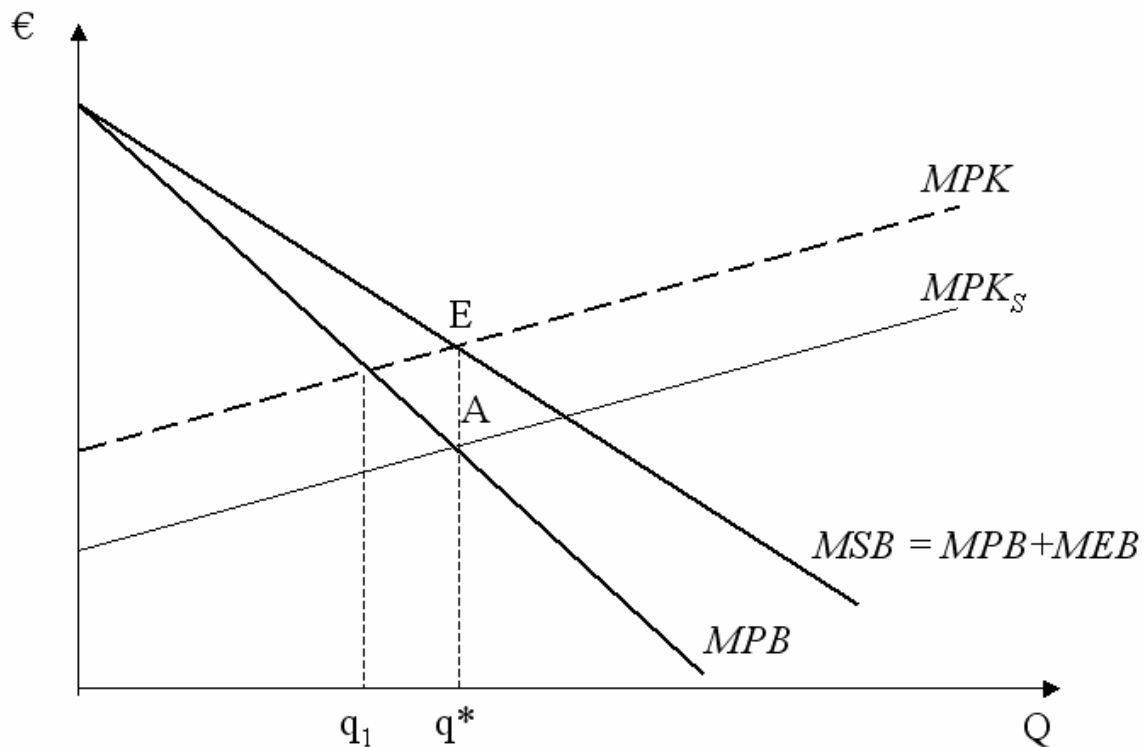
trouwens zelf reeds een lagere discontovoet van 4 % bij de uitvoering van impact assessments om de actuele waarde van de milieubaten voor toekomstige generaties niet teveel te onderschatten (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2007). Wat de kosten voor aanleg betreft lijkt een gunstig toekomstscenario voor het groendak eveneens het meest waarschijnlijk. Hoewel de constructiekosten waarschijnlijk zullen stijgen door de toenemende prijzen van grondstoffen en ruwe materialen, kan worden gespeculeerd dat groendaken in de toekomst minder duur zullen worden in verhouding tot de conventionele daken. De grondstoffenprijzen beïnvloeden immers evenzeer de prijs van conventionele daken en bovendien zal de toenemende interesse voor ecologische dakbedekking de groendakmarkt doen uitbreiden. Een grotere markt kan de aanlegkosten drukken doordat, naast de concurrentie-effecten, meer kennis en vaardigheden omtrent groendaktoepassingen zullen volgen en de aanleg dus kosten-efficiënter kan verlopen. Lange termijnvoorspellingen betreffende de gezondheidskosten zijn momenteel veel te voorbarig, door een gebrek aan sluitende literatuur hieromtrent. Al deze aspecten doen besluiten dat het uitwerken van een scenario-analyse voor deze kosten-batenanalyse niet noodzakelijk is.

## **4. Evaluatie van het Vlaamse subsidiebeleid omtrent groendaken**

### **4.1 Het Vlaamse subsidiebeleid voor groendaken**

Het concept van groendaken is nog relatief onbekend in Vlaanderen. Om die reden heeft de afdeling Bos & Groen reeds meerdere initiatieven genomen om de aanleg van groendaken te stimuleren bij gemeenten, steden, burgers, bedrijven, architecten, ... Een van de kernpunten rond het stimuleren van groendaken wordt gevormd door de financiële ondersteuning van de Vlaamse Gemeenschap aan steden en gemeenten. Sinds 2002 worden immers subsidies uitgereikt door de Vlaamse overheid voor de aanleg van extensieve groendaken. De Samenwerkingsovereenkomst 'Milieu als opstap voor duurzame ontwikkeling' omvat deze regeling. Een gemeente die zelf een groendak aanlegt of de aanleg van groendaken stimuleert ontvangt hiervoor 31 tot 38,75 €/m<sup>2</sup>. Het subsidiereglement is gebaseerd op andere gemeentelijke reglementen. Het staat de gemeenten vrij om de voorwaarden aan te vullen of aan te passen wanneer zij minimum 25 € subsidie geven (Afdeling Bos & Groen, website). Momenteel zijn er 109 gemeenten die een subsidie van 25 €/m<sup>2</sup> of meer uitkeren voor de

aanleg van een groendak (Afdeling Bos & Groen, website). De werking van het uitkeren van een subsidie wordt uitgelegd aan de hand van figuur 7. Wanneer enkel wordt gekeken naar de marginaal private baat (MPB), zullen slechts  $q_1$  groendaken worden aangelegd. Indien echter rekening wordt gehouden met alle externe voordelen verbonden aan de aanleg van een groendak, kan de overheid een subsidie AE uitbetalen. Daardoor daalt de marginale private kostencurve (MPK) tot ze snijdt met de marginale private batencurve (MPB) in het punt A. In dit punt worden  $q^*$  groendaken aangelegd, het aantal dat in het sociaal optimum E ligt.



**Figuur 7: de rol van subsidies**

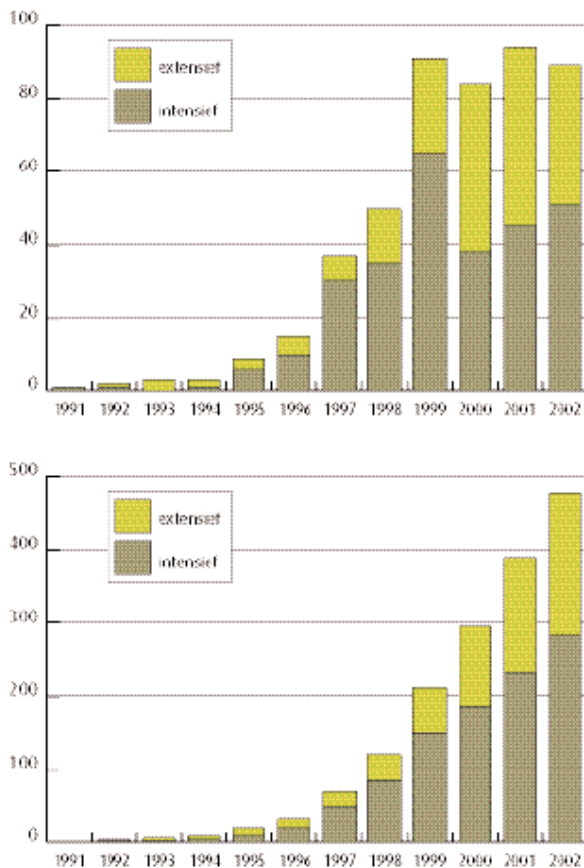
MSB = marginale sociale baat, MPB = marginale private baat, MEB = marginale externe baat, MPK = marginale private kost,  $MPK_s$  = marginale private kost na subsidie

Zonder het uitkeren van subsidies zullen slechts  $q_1$  groendaken worden aangelegd. Indien echter rekening wordt gehouden met alle externe voordelen verbonden aan de aanleg van een groendak, kan de overheid een subsidie AE uitbetalen zodat de marginale private kostencurve zal dalen en er  $q^*$  groendaken worden aangelegd, het aantal dat in het sociaal optimum ligt.

Naar: Proost & Rousseau 2007

De vraag die zich dan stelt is hoe deze stimulerende maatregelen zich in de praktijk vertalen. Is er sprake van een noemenswaardig aantal groendaken in Vlaanderen of missen de genomen initiatieven alsnog hun doel? Een studie, uitgevoerd door het laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap van de KULeuven (Mentens 2003), heeft via een enquêtering van groendakbedrijven getracht na te gaan hoeveel groendaken er in het Vlaamse en Brusselse Gewest werden aangelegd gedurende de periode 1991-2002. Van de 509 geïnventariseerde

groendaken in Vlaanderen & Brussel in 2003 was zo'n 39 % extensief (198 daken), 56 % intensief (285 daken) en de overige 5 % vormde een combinatie van beide types. Het aantal aangelegde groendaken per jaar kende een zeer sterke groei op het einde van de jaren 90: van slechts 15 daken in 1996 naar 97 in 2001 (zie figuur 8 a en b). Sinds dan lijkt de vraag naar groendaken zich min of meer gestabiliseerd te hebben rond een 100-tal per jaar, maar voor 2003, het jaar waarin de studie werd uitgevoerd, werd opnieuw een sterke groei verwacht (verdubbeling van het aantal projecten) door de toenemende promotie voor het fenomeen groendaken. Het valt ook op dat de intensieve groendaken vroeger dan de extensieve vorm interesse gewonnen hebben (zie figuur 8 a). Wat de totale oppervlakte betreft namen de groendaken in Vlaanderen in 2003 ongeveer 140.000 m<sup>2</sup> in beslag. De jaarlijkse evolutie van de oppervlakte intensieve en extensieve groendaken is weergegeven in figuur 8 b.



**Figuur 8:**

(a. boven) Evolutie van het jaarlijks aangelegde aantal groendaken in Vlaanderen en Brussel

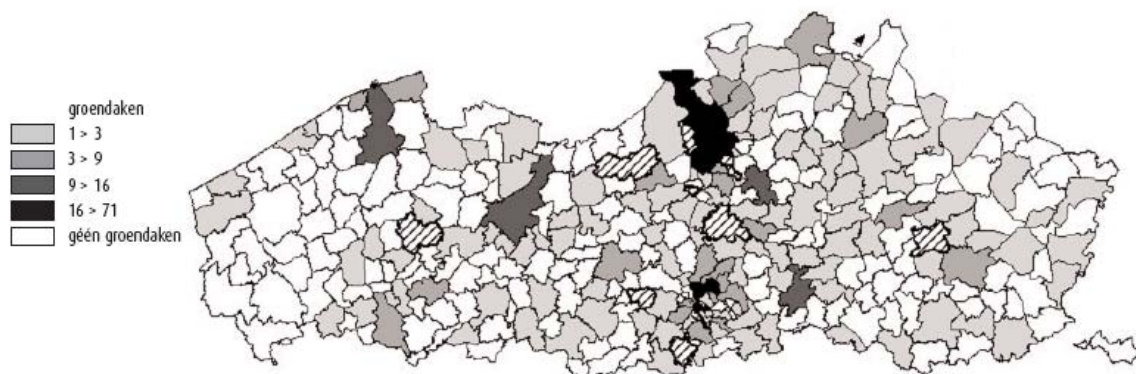
(a. onder) Evolutie jaarlijks aangelegde oppervlakte aan groendaken in Vlaanderen en Brussel

Bron: Mentens, J. (2003)

Dat het overgrote deel (70 %) van de totale oppervlakte bestaat uit groendaken van het intensieve type is niet alleen te wijten aan het groter aantal van deze laatste. Ook hun gemiddelde oppervlakte ligt opmerkelijk hoger dan de groendaken van het extensieve type (respectievelijk 370 m<sup>2</sup> tegenover 215 m<sup>2</sup>). Deze vaststelling kan verklaard worden door het feit dat

intensieve groendaken worden aangelegd door bedrijven (of voldoende kapitaalkrachtige particulieren) en een gebruik kennen dat vergelijkbaar is met dat van een tuin op grondniveau. Bijgevolg liggen de oppervlakten dus hoger dan voor de extensieve groendaken, die enerzijds wel op fabriekshallen gebruikt worden, maar meestal door particulieren op relatief kleine oppervlakten aangebracht worden (garage, carport, tuinhuis,...).

De spreiding van groendaken over de verschillende Vlaamse provincies & Brussel (figuur 9) blijkt erg ongelijk. Antwerpen en Vlaams-Brabant (inclusief Brussel) zijn goed voor ongeveer 1/3 van de aangelegde groendaken. Limburg en Oost- en West-Vlaanderen scoren relatief gezien slechter qua groendakbedekking, hetgeen uiteraard sterk gerelateerd is aan de lagere verstedelijkingsgraad. Het merendeel van de groendaken wordt aangelegd in de Vlaamse Ruit en hier zijn dan ook de meeste Vlaamse groendakbedrijven gevestigd.



**Figuur 9: Verspreiding van het aantal groendaken in Vlaanderen en Brussel in 2003**

Bron: Mentens, J. (2003)

## 4.2 Een vergelijking met Duitsland

Het is duidelijk dat de stimulerende en sensibiliserende inspanningen van de Vlaamse overheid een positieve bijdrage leveren aan het ecologisch dakbedekken. Voorbeelden uit het buitenland tonen echter aan dat het beter kan. Duitsland kan als de referentie voor een geslaagd groendakbeleid worden aanzien. Daar groeit de groendakindustrie sinds 1982 met een gemiddelde van 15 – 20 %. Reeds in 1989 hadden 27 Duitse steden zones afgebakend waar de installatie van groendaken als dakbedekking een vereiste was. Bovendien boden tegen 1996 al ongeveer 50 % van de Duitse steden (meer dan 80 steden) groendakondersteunende maatregelen aan (greenroofs). De resultaten lieten niet op zich wachten: maar liefst 15 % van de nieuw aangelegde of gerenoveerde vlakke daken in Duitsland wordt als groendak aangelegd, hetgeen overeenkomt met een jaarlijks aangelegde groendakoppervlakte van bijna 15 miljoen m<sup>2</sup> (Hämmerle 2002 in Mentens, J. 2003). Het is

een dergelijk beleid dat er onder meer voor zorgt dat de stad Stuttgart trots kan stellen dat niet minder dan 22 % van al haar daken bestaat uit groendaken. In Vlaanderen is een dergelijke situatie totnogtoe verre van bereikt. Verdere inspanningen voor de promotie van groendaken blijven dus nodig.

### **4.3 Aanbevelingen**

Het subsidiebedrag dat door de stad Leuven wordt uitgekeerd bedraagt 25 €/m<sup>2</sup>. Dat zou neerkomen op 25000 € voor het fictieve groendak dat als studie-object fungeerde in deze studie. Tabel 4 toont aan dat dit bedrag zou moeten volstaan om de externe baten onder de vorm van een subsidie in rekening te brengen naar de eigenaar toe. Het probleem lijkt dan ook meer een van onwetendheid te zijn, eerder dan van te lage subsidies. Zolang de particulier of bedrijfsvoerder onvertrouwd blijft met het concept groendaken, laat staan met de voordelen die hieraan verbonden zijn, zal de optie van ecologische dakbedekking te weinig worden overwogen. Hoewel reeds belangrijke stappen in de goede richting werden genomen, kan toch worden gesteld dat een verder doorgedreven promotiecampagne nuttig kan zijn in de zoektocht naar een grotere afzetmarkt voor groendaken. Beurzen, reclamespotjes op televisie, een grotere bekendheid rond proefprojecten, informatie op gerelateerde activiteiten (tuindagen, natuursymposia, ...) en dergelijke meer worden misschien momenteel nog niet voldoende uitgespeeld.

## **5. Conclusie**

Deze studie tracht de aanleg van een groendak vanuit economisch standpunt nader toe te lichten aan de hand van een kosten-batenanalyse. Om deze analyse uit te voeren werd voor een deel gebruik gemaakt van data uit reeds bestaande publicaties binnen het studiegebied van groendaken, hetgeen een zekere bias in de resultaten kan veroorzaken. Het feit dat groendaken een relatief nieuw fenomeen vormen in de onderzoekswereld, versterkt deze bias doordat slechts weinig sluitende onderzoeksresultaten omtrent de economische potenties van deze daken voorhanden zijn. Bovendien blijken sommige baten van groendaken moeilijk economisch te valueren door hun bijzondere aard. Toch zou dit werk reeds een beter inzicht moeten verschaffen in het economische aspect rond de toepassing van groendaken.

Wanneer de aanleg van een groendak vergeleken wordt met het gebruik van een conventioneel dak, blijkt dat het groendak op langere termijn te verkiezen valt, ondanks het feit dat de aanlegkosten van een groendak ruwweg het dubbele bedragen ten opzichte van die van het standaard dak. Opvallend is de hoge baat die een groendak levert inzake de volksgezondheid door zijn luchtfilterende kwaliteiten. Dergelijke uitkomst toont aan dat de externaliteiten van het gebruik van een groendak een grote rol kunnen spelen, maar tegelijkertijd moet verder onderzoek uitwijzen in welke mate deze schattingen al dan niet te optimistisch uitvielen. De onzekerheid die gepaard gaat met een kosten-batenanalyse kan worden gebufferd door het uitvoeren van een sensitiviteits- of scenario-analyse. In dit geval bleek een dergelijke analyse echter overbodig, omdat het resultaat alleen nog meer in de richting van het groendak zou worden geduwd, wanneer wordt rekening gehouden met de meest realistische toekomstscenario's.

Wat het Vlaamse beleid inzake groendaken betreft, is het duidelijk dat de stimulerende en sensibiliserende maatregelen die de Vlaamse overheid de laatste jaren hanteert een positieve invloed hebben op het gebruik van ecologische dakbedekking. Voorbeelden uit het buitenland tonen echter aan dat het beter kan. Eerder dan een wijziging van het subsidiebeleid, zal de sensibilisatie van de Vlaamse vastgoedeigenaar een doorslaggevende rol spelen in de verdere uitbouw van het ecologisch dakgebruik. Hopelijk leent zo de toekomst zich ertoe om niet alleen het onderzoek, maar ook de toepassing van groendaken verder in de lift te krijgen.

## 6. Referenties

Aernouts, K. & Jaspers, K., 2005, Energiekengetallen van de tertiaire sector in Vlaanderen 2003 - bijlage bij de energiebalans Vlaanderen 2003: onafhankelijke methode. Beschikbaar op [http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/energie\\_cijfers\\_rapport\\_alg\\_2003\\_energiekengetallen.pdf](http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/energie_cijfers_rapport_alg_2003_energiekengetallen.pdf) [datum van opzoeking: 01/12/07].

Afdeling Bos en Groen, 2002, brochure Extensieve Groendaken, Brussel, 35 p.

Agentschap Natuur en Bos, folder groendaken in Vlaanderen

Alcamo, J. et al.; Bennett, E. M. et al., 2003, Ecosystems and human well-being: a framework for assessment / Millennium Ecosystem Assessment, World Resource Institute, Island Press, Washington, 245 p.

Arrow, K., Dasgupta, P., Goulder, L., Daily, G., Ehrlich, P., Heal, G., Levin, S., Mäler, K.-G., Schneider, S., Starrett, D., Walker, B., 2004, Are we consuming too much?, *Journal of Economic Perspectives*, 18 (3): 147-172

Benting, D., Doschi, H., Li, J., Missios, P., Au, A., Currie, A. B., Verrati, M., 2005, Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto, Department of Architectural Science, Ryerson University, Ontario, 88 p.

Bobbaers, S., Duyck, M., Lameire, M., Nelissen, V., Philips, N., Reyken, K., Vermeulen, B., 2007, Kosten/baten analyse van groendaken, "begeleid integrerend groepswerk", Kuleuven, Faculteit Toegepaste Biologische Wetenschappen

Bosman, B., calculatiediens nv EGD, contactering via e-mail.

Brenneisen, S., 2005, Green roofs - recapturing urban space for wildlife - a challenge for urban planning and environmental education, In: Proceedings of the Third North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Washington, DC, 4-6 May, The Cardinal Group, Toronto, pp. 449-456.

Carter, T., Keeler, A., 2007, Life cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems, *Journal of environmental management*: in publicatie

Clark, C., Adriaens, P., Talbot, F. B., 2006, Green roof valuation: a probabilistic economic analysis of environmental benefits, University of Michigan

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2007, Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden, Vlaamse Overheid, Brussel, 42 p.

Diamond, P. A., Hausman, J. A., 194, Contingent valuation: is some number better than no number?, *Journal of Economic Perspectives*

EGD (Ecologische groendaken nv) 2007. Beschikbaar op: <http://www.egd-nv.be/> [datum van opzoeking: 15/12/07].

Ekaterini, E., Dimitris, A., 1998, The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece, *Energy and Buildings*, 27(3):29–36.

European Environment Agency (EEA). (2004). *Impacts of Europe's changing climate: an indicator based assessment*. Scanprint a/s, Copenhagen, Denmark. 107 p.

FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie. Beschikbaar op [http://www.statbel.fgov.be/figures/d64\\_nl.asp](http://www.statbel.fgov.be/figures/d64_nl.asp) [datum van opzoeking: 01/12/07].

Getter, K. L. & Rowe, D. B., 2006, The role of extensive green roofs in sustainable development, *Hortscience*, 41 (5): 1276-1285

Greenroofs. Beschikbaar op <http://www.greenroofs.com> [datum van opzoeking: 05/03/08].

Hermly, M., Schauvliege, M., Tijskens, G., 2005, Groenbeheer, een verhaal met toekomst, Velt, in samenwerking met afdeling Bos & Groen, Berchem, 576 p., 327-385

IPCC, int: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and Miller, H.L. (eds.). (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 996 pp.

Kim, K., 2004, The application of the biosphere reserve concept to urban areas: the case of green rooftops for habitat network in Seoul, *Annals of the New York Academy of Sciences* 1023, 187–214

KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut van België). Beschikbaar op <http://www.meteo.be> [datum van opzoeking: 14/11/07].

Kohler, M., Schmidt, M., Grimme, F., Laar, M., Gusmao, F., 2001, Urban water retention by greened roofs in temperate and tropical climate. In: *Proceedings of the 38th IFLA World Congress*, Singapore.

Kosareo, L., Ries, R., 2007, Comparative environmental life cycle assessment of green roofs, *Building and environment*, 42: 2606-2613

Kumar, R., Kaushik, S., 2005, Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings. *Building and Environment*, 40, 1505–1511

Lazzarin, R.M., Castellotti, F., Busato, F. (2005). Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. *Energy and Buildings*, 37: 1260-1267

Liu, K. (2003). Engineering performance of rooftop gardens through field evaluation. *Proc. of the 18<sup>th</sup> International Convention of the Roof Consultants*. 93-103

Marien, K., Duerinck, J., Torfs, R., Altdorfer, F., 2001, Economische impactmodules voor het EUROS model, Synthese Eindrapport, Vito & ECONOTEC

- Meehl, G.A. & Tebaldi, C. (2004). More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Waves in the 21st Century. *Science*, 305: 994-997
- Miller, C. P. E., 2003, Green roof benefits, Roofscapes, Inc. Beschikbaar op: [www.roofmeadow.com](http://www.roofmeadow.com) [datum van opzoeking: 12/12/07].
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Bos & Groen, 2002, Brochure extensieve groendaken, Brussel
- MIRA (Milieurapport Vlaanderen) 2007a. Kosten voor (openbare) waterzuivering. Beschikbaar op: <http://www.milieurapport.be/default.aspx?PageID=86&ChapID=2762&NodeID=2779> [datum van opzoeking: 10/11/07].
- MIRA (Milieurapport Vlaanderen) 2007b. Externe gezondheidskosten door zwevend stof. Beschikbaar op: <http://www.milieurapport.be/default.aspx?PageID=86&ChapID=2654&NodeID=2666> [datum van opzoeking: 23/11/07].
- Morikawa, H., Higaki, A., Nohno, M., Takahashi, M., Kamada, M., Nakata, M., Toyohara, G., Okamura, Y., Matsui, K., Kitani, S., Fujita, K., Irifune, K., Goshima, N., 1998, More than a 600-fold variation in nitrogen dioxide assimilation among 217 plant taxa, *Plant, Cell and Environment*, 21: 180-190
- Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., Mihalakakou, G., 2001, Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance, *Energy and buildings*, 33: 719-729
- Nowak, M., 2004, Urban Agriculture on the Rooftop, Senior Honors Thesis, Cornell University, 74 p.
- Nuytemans, V., adviseur communicatie nv Aquafin, contactering via e-mail.
- Peck, S. W., Callaghan, C., Kuhn, M. E., Bass, B., 1999, Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Canada.
- Peck, S., Kuhn, M., 2001, Design guidelines for green roofs, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Ontario, <http://www.cmhc-schl.gc.ca/>
- Proost, S., Rousseau, S., 2007, Inleiding tot de milieueconomie, Acco, Leuven, 343 p.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., Jaffe, J. F., Jordan, B. D., 2007, Core principles & applications of corporate finance, International student edition, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 682 p.
- Saiz, S., Kennedy, C., Bass, B., Pressnail, K., 2006, Comparative life cycle assessment of standard and green roofs, *Environmental science & technology*, 40: 4312-4316
- Ulrich, R.S., 1984, View through a window may influence recovery from surgery, *Science* 224:420-421

Vanneuville, W., Maddens, R., Collard, C., Bogaert, P., De Maeyer, P., Antrop, M., 2006, Impact op mens en economie t.g.v. overstromingen bekeken in het licht van wijzigende hydraulische condities, omgevingsfactoren en klimatologische omstandigheden, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/02, UGent.

Van Woert, N. D., Rowe, B., Andresen, J. A., Rugh, C. L., Fernandez, R. T., Lan X., 2005, Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth, *Journal of Environmental Quality*, 34(3): 1036-1044

VIWT (Vlaams Integraal Wateroverleg Comité), 2003, brochure "Ruimte voor water: bronnen van inspiratie".

VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), Peeters, B. & Huylebroeck, R., contactering via e-mail.

Wong, N. H., Chen, Y., Ong, C. L., Sia, A., 2003a, investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Building and environment*, 35: 353-364

Wong, N. H., Tay, S. F., Wong, R., Ong, C. L., Sia, A., 2003b, Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore, *Building and environment*, 38: 499-509

## 7. Bijlage

Tabel A: prijsofferte EGD (november 2007)

Conventioneel dak	prijs	Groendak	prijs
Bitumineuze afdichting	€m <sup>2</sup> 15	Floradak extensief drielaags begroeningssysteem <i>plaatsing platen Florapanel</i> <i>plaatsing Floratex filtervlies</i> <i>plaatsing substraatlaag Florasubstrate</i> <i>plaatsing onderhoudsarme beplanting Floramyco SKGB</i>  Worteldoorgoeivaste folie in PE folie	€m <sup>2</sup>  24,5  2,63
	<b>subtot(€m<sup>2</sup>)</b> 15		<b>subtot(€m<sup>2</sup>)</b> 27,13
	€1000m <sup>2</sup> 15000	Controlepunt aan waterafvoer	€1000m <sup>2</sup> 27130 €stuk 45
	<b>subtot (€1000m<sup>2</sup>)</b> 15000		<b>subtot (€1000m<sup>2</sup>)</b> 27175
	<b>tot. €(incl. BTW)</b> 18150		<b>tot. €(incl. BTW)</b> 32881,75