

Auteursrechterlijke overeenkomst

Opdat de Universiteit Hasselt uw eindverhandeling wereldwijd kan reproduceren, vertalen en distribueren is uw akkoord voor deze overeenkomst noodzakelijk. Gelieve de tijd te nemen om deze overeenkomst door te nemen, de gevraagde informatie in te vullen (en de overeenkomst te ondertekenen en af te geven).

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling met

Titel: Gebruik van hemelwater in woningen: economische en ecologische analyse

Richting: 2de masterjaar handelsingenieur - technologie-, innovatie- en milieumanagement

Jaar: 2009

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Ik ga akkoord,

VAN OLMEN, Roel

Datum: 14.12.2009

Gebruik van hemelwater in woningen

Economische en ecologische analyse

Roel Van Olmen

promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

VOORWOORD

Als afsluiter van de opleiding Handelsingenieur wordt verwacht een masterproef uit te werken. Ik heb mij voor deze opdracht toegespitst op het gebruik van hemelwater in woningen. En meer bepaald de economische en ecologische aspecten verbonden aan het gebruik van hemelwater. Mede omdat dit onderwerp nauw aansluit bij mijn afstudeerrichting Technologie-, Innovatie- en Milieumanagement trok het snel mijn aandacht.

Dit werk had echter nooit tot stand kunnen komen zonder de hulp en raad van mijn promotor Prof. Dr. Theo Thewys. Ook zijn assistent Tom Kuppens verdient een woordje van dank voor zijn hulp tijdens de recuperatieperiode van Prof. Dr. Thewys. Graag zou ik ook de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) bedanken voor het toesturen van nuttige informatie. Daarnaast verdienen ook het Centrum Duurzaam Bouwen (CeDuBo) en de firma's Willems Diels en J.P. Berckmans een vermelding voor het verschaffen van de nodige informatie. Tenslotte wil ik ook mijn vriendin en familie bedanken voor hun steun tijdens het voltooien van dit werk.

SAMENVATTING

Mijn masterproef behandelt het gebruik van hemelwater in woningen, en meer bepaald de economische en ecologische aspecten. Onder hemelwater verstaan we alle vormen waarin water uit de hemel kan vallen. Er zijn verschillende redenen waarom men hemelwater zou moeten gebruiken in huishoudens. Eén daarvan is het toenemend gebrek aan drinkwater. Niet enkel in ontwikkelingslanden, ook in onze regionen krijgen we te kampen met een drinkwaterschaarste. De makkelijkst bereikbare drinkwaterbronnen zijn bijna uitgeput en het water waarover we nog beschikken wordt te veel verspild, vervuild en misbruikt. Het gebruik van hemelwater zou een stap in de goede richting kunnen zijn om de drinkwaterschaarste terug te dringen.

Niet enkel de drinkwaterschaarste zou een stimulans kunnen zijn tot het gebruik van hemelwater. De toenemende verharding zorgt ook voor problemen die kunnen verholpen worden met het gebruik van hemelwater. Door een grote toename aan bebouwing en verharding wordt een groot deel van het hemelwater zo snel mogelijk afgevoerd naar de riolering. Dit heeft tal van gevolgen. Ten eerste krijgt het water niet de kans om in de grond te dringen, waardoor de grondwaterreserves steeds kleiner worden. Bovendien wordt het hemelwater in het riool gemengd met vervuild leidingwater. Het vervuild water wordt hierdoor verdund, waardoor de rioleringswaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) het water moeilijker zuiver krijgen. Dit leidt tot hogere kosten voor deze RWZI's. Tenslotte zorgt de verharding voor een toenemend risico op overstromingen bij hevige regen. Door hemelwater op te vangen en te gebruiken wordt het voor de RWZI's gemakkelijker om het water zuiverder te krijgen en neemt de kans op overstroming af. Naast het gebruik van hemelwater, zijn ook infiltratie en groendaken een optie om iets te veranderen aan bovenstaande problemen.

Uiteraard gaat niemand een hemelwaterinstallatie plaatsen indien men er zelf ook een rechtstreeks voordeel uit haalt. Met andere woorden een hemelwaterinstallatie moet ook iets opbrengen. Vandaar dat ik mij in mijn masterproef heb toegespitst op volgende vraag: 'Onder welke voorwaarden is het huishoudelijk gebruik van hemelwater een rendabele investering?' Alvorens over te gaan naar de economische aspecten van een hemelwaterinstallatie, moet men weten waarvoor men hemelwater kan gebruiken en hoe een dergelijke installatie er uit ziet.

In het huishouden zijn verscheidene toepassingen waarvoor men water gebruikt. Een Vlaming gebruikt gemiddeld 110 liter water per dag. Het overgrote deel daarvan wordt gebruikt voor de toiletspoeling. Hiervoor is het echter perfect mogelijk hemelwater te gebruiken, mits een lichte vorm van voorfiltratie. Voor 50 % van alle toepassingen in het huishouden die water nodig hebben, kan men op die manier hemelwater gebruiken. Deze toepassingen omvatten de toiletspoeling, de linnenwas, de schoonmaak en de tuin. Theoretisch is het ook mogelijk hemelwater in die mate te zuiveren zodat het ook voor hygiënische doeleinden kan worden gebruikt. Hiervoor is echter een continue controle nodig, die men praktisch niet kan waarborgen.

Om bij deze toepassingen leidingwater te vervangen door hemelwater, moet er ook voldoende hemelwater ter beschikking zijn. Hiervoor is niet enkel de gemiddelde neerslag van belang, maar ook het toevoerend opvangoppervlak. Deze laatste factor wordt bepaald door het materiaal van het oppervlak, de helling en de oriëntatie. Ook de hemelwaterinstallatie zelf moet aan een aantal voorwaarden voldoen. Een goede hemelwateropvang- en verdeelinstallatie moet de volgende functies kunnen vervullen:

- opvangen van hemelwater in tanks
- filteren van mogelijke vervuiling
- verdeling naar de gebruikspunten binnen het gebouw (pomp en leidingen)
- bijvullen met leidingwater bij tekort
- afvoeren van het teveel aan hemelwater bij hevige regenval

Elke functie heeft zijn specifieke vereisten. Zo heeft de Vlaamse overheid in het kader van de bufferende functie van een opvangtank minimumvolumes vastgelegd voor de opvangtank in functie van de dakoppervlakte. De meeste eisen en voorwaarden zijn opgenomen in de Code van de Goede praktijk voor Hemelwaterputten en Infiltratie- voorzieningen. Deze code kan dus beschouwd worden als een goede leidraad bij het plaatsen van een hemelwaterinstallatie.

Op basis van die informatie stel ik dan een rekenmodel op. In de eerste plaats moet dit rekenmodel helpen om het gewenste verbruik en de daarbij horende dimensionering van de hemelwaterput te bepalen en te optimaliseren. Daarnaast geeft het rekenmodel ook een kostprijs voor de regenwaterinstallatie en een idee omtrent men kan besparen indien men overschakelt naar het gebruik van hemelwater. Tenslotte brengt het rekenmodel de kosten en eventuele besparingen samen en helpt het bepalen of een dergelijke installatie economisch haalbaar is aan de hand van de netto actuele waarde. Op die manier kan men voor iedere situatie nagaan of een hemelwaterinstallatie rendabel is of niet.

Met behulp van dit rekenmodel en een sensitiviteitsanalyse ging ik bovendien na welke factoren het meest bepalend zijn voor het economisch rendement van een hemelwaterinstallatie. Uit die analyse blijkt dat voornamelijk het gewenste verbruik en de andere investeringskosten het meeste invloed hebben op de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie. Met het gewenste verbruik wordt de hoeveelheid hemelwater dat men verbruikt bedoeld. Dit wordt dus bepaald door het aantal personen en het aantal toepassingen waarvoor men hemelwater aanwendt. Dit blijkt ook uit de cases rond een gezin met 7 personen en bij een appartement. Dus des te meer personen het gezin bevat, des te rendabeler de hemelwaterinstallatie is. Doorslaggevend gaat in deze gevallen echter het opvangoppervlak zijn waarover men beschikt. Bij meer personen heeft men ook meer regenwater nodig, en dus ook een groter opvangoppervlak. Vooral in een stad zou dit de mogelijkheden kunnen beperken.

De factor 'andere investeringskosten' omvat onder andere de aankoop en plaatsing van de filter en de pomp, maar ook kosten van graafwerken, eventuele herstellingswerken, extra leidingen en erelonen van architecten. De grootte van deze kostenpost kan men dus zelf invullen, afhankelijk van wat men zelf doet en de keuzes die men maakt, bijvoorbeeld het merk en type van de filter of de pomp. Natuurlijk moet men bij deze keuzes een afweging maken tussen de kosten en de kwaliteit van het aangekochte materiaal. Naast deze 'andere' investeringskosten is de aankoop van de hemelwaterput de grootste uitgave. De grootte van deze uitgave wordt bepaald door het volume van de opvangtank, en dit wordt wederom bepaald door het gewenste verbruik en het beschikbare opvangoppervlak. Hoewel de besparingen die een hemelwaterinstallatie opleveren grotendeels bepaald worden door de huidige prijs van het leidingwater en de milieuheffing, heeft hun evolutie een relatief beperkte invloed op de uiteindelijk economische rendabiliteit van een hemelwaterinstallatie.

Uiteindelijk kunnen we concluderen dat een hemelwaterinstallatie een rendabele investering is. Het rendement wordt voornamelijk bepaald door het verbruik, wat op zich weer bepaald wordt door het aantal personen, maar anderzijds wordt beperkt door de opvangoppervlakte waarover men beschikt. Aangezien men tegenwoordig bij een nieuwbouw verplicht is om een hemelwaterput te installeren, ben ik van mening dat men er ook beter nuttig gebruik van kan maken. Het is economisch voordelig voor de huishoudens zelf, maar ook voor onder andere de goede werking van de rioleringswaterzuiveringsinstallaties. Bovendien biedt het ook ecologische voordelen, zoals een vermindering van de vervuiling van oppervlaktewater vanwege een verminderd risico op overstroming van de riolering.

INHOUD

VOORWOORD.....	- 2 -
SAMENVATTING	- 3 -
INHOUD	- 7 -
LIJST MET FIGUREN	- 9 -
LIJST MET TABELLEN	- 10 -
1. PROBLEEMSTELLING.....	- 11 -
1.1 Praktijkprobleem	- 11 -
1.2 Centrale onderzoeksvraag.....	- 14 -
1.3 Deelvragen.....	- 16 -
2. HOE OMGAAN MET HEMELWATER?.....	- 17 -
2.1 Huishoudelijk gebruik	- 17 -
2.2 Infiltratie	- 20 -
2.3 Groendak	- 22 -
3. DE VOOR- EN NADELEN	- 24 -
3.1 Huishoudelijk Gebruik	- 24 -
3.2 Infiltratie	- 27 -
3.3 Groendak	- 28 -
4. GEBRUIK VAN HEMELWATER.....	- 30 -
4.1 Kwaliteit	- 30 -
4.2 Aanbod	- 32 -
4.3 Technische Componenten.....	- 37 -
4.3.1 De Regenput	- 38 -
4.3.2 Filtratie	- 44 -
4.3.2.1 Voorfiltratie	- 44 -
4.3.2.2 Nafiltratie.....	- 49 -
4.3.3 Oppompen en transporteren.....	- 50 -
4.3.4 De overloop	- 52 -
4.3.5 Tekort	- 54 -

4.4 Juridisch Kader	- 56 -
4.5 Economische baten	- 58 -
5 REKENMODEL BIJ HET GEBRUIK VAN HEMELWATER IN HUISHOUDENS ...	- 61 -
5.1 Inleiding: Conceptueel model.....	- 61 -
5.2 Bepaling van het gewenste verbruik en dimensionering van de hemelwaterput.....	- 63 -
5.2.1 Bepaling van het gewenste verbruik.....	- 63 -
5.2.2 Dimensionering van de hemelwaterput	- 70 -
5.3 Kosten voor hemelwater	- 74 -
5.4 Besparingen	- 76 -
5.5 Netto actuele waarde en terugverdientijd	- 81 -
6 GEVOELIGHEIDSANALYSE.....	- 87 -
7 GROTE GEZINNEN EN APPARTEMENTEN	- 96 -
8 BESLUIT	- 100 -
LIJST VAN GERAADPLEEGDE WERKEN	- 104 -
BIJLAGEN	- 110 -

LIJST MET FIGUREN

Figuur 1: Taartdiagram Waterverbruik in Vlaanderen (p. 19)

Figuur 2: Waterbalans bij onverhard oppervlak (p. 21)

Figuur 3: Invloed van de verharding op de waterbalans (p. 21)

Figuur 4: Voorbeeld van een extensief groendak, zowel op een schuin als horizontaal oppervlak. (p. 23)

Figuur 5: Voorbeeld van een intensief groendak, of betreedbare daktuin (p. 23)

Figuur 6: Klimatogram Kleine-Brogel (p. 34)

Figuur 7: Schets van een Hemelwateropvang- en Verdeelininstallatie (p.38)

Figuur 8: Dekkingsgraadcurves bij verschillende verhoudingen regenaanbod/watervraag (p. 41)

Figuur 9: Valpijpfiler (p. 45)

Figuur 10: Zelfreinigende Putfilter (p.47)

Figuur 11: Cycloonfilter (p. 47)

Figuur 12: Vlotterfilter (p. 49)

Figuur 13: Overloop met sifon (p. 53)

Figuur 14: Resultaten Gevoeligheidsanalyse A (p. 89)

LIJST MET TABELLEN

Tabel 1: Waterverbruik per persoon per dag (p. 19)

Tabel 2: Berekening mogelijke besparing drinkwater (p. 33)

Tabel 3: Hellingscoëfficiënten (p. 36)

Tabel 4: Minimale tankinhoud in functie van de horizontale dakoppervlakte (p. 39)

Tabel 5: Installatievoorwaarden voor de bijvulling van regenwaterputten, Belgaqua (p. 55)

Tabel 6: Tarieven Pidpa in Mol (p. 59)

Tabel 7: Variabelen en hun verdeling gevoeligheidsanalyse A (p. 89)

Tabel 8: Resultaten gevoeligheidsanalyse A (p. 90)

Tabel 9: Variabelen en hun verdeling gevoeligheidsanalyse B (p.92)

Tabel 10: Resultaten gevoeligheidsanalyse B (p.93)

1. PROBLEEMSTELLING

1.1 *Praktijkprobleem*

“In een land waar zoveel water uit de lucht komt vallen, ligt het voor de hand om ook iets met dat water te doen.”¹

Als we naar onze wereldbol kijken vanuit de ruimte, zien we een ‘blauwe planeet’. Het aardoppervlak bestaat dan ook voor 70 % uit water. Drinkbaar water genoeg, zou u beginnen denken. Maar slechts 0,003 % van die 1,4 miljard kubieke meter blauwe massa is onmiddellijk geschikt om te worden gebruikt voor de drinkwatervoorziening. Al de rest is ofwel zeewater (97 %), ijs (2 %), sterk vervuild of bevindt zich op zeer grote diepte (samen ongeveer 1 %).²

Drinkbaar water is tegenwoordig dan ook meer dan terecht een regelmatig terugkerend onderwerp in de actualiteit. Allerhande acties worden op poten gezet om geld in te zamelen, zodat er drinkbaar water kan voorzien worden in de ontwikkelingslanden. Wat echter meestal vergeten wordt, is dat ook de rest van de wereld te kampen heeft met een tekort aan beschikbaar zoet water. Cijfers uit 1998 tonen aan dat de hoeveelheid beschikbaar zoet water voor Vlaanderen bijvoorbeeld slechts 540 m³/jaar/Inwonersequivalent(IE) bedraagt, en dit terwijl men een beschikbare hoeveelheid zoet water van 2000 m³/jaar/IE al als zeer weinig categoriseert.³ Een artikel van uit de metro van maandag 16 maart 2009 waarschuwt dat een wereldwijde watercrisis wel heel dicht bij komt. Dit artikel beschrijft dat volgens de VN vanaf 2017 ongeveer 70 % van de wereldbevolking moeilijk aan drinkbaar water zal geraken. Dit zou bovendien gevolgen hebben op alle gebieden. De landbouw rond de Middellandse Zee

¹ PAGEL, R., *Computergestuurd waterleidingssysteem voor het dagelijks gebruik van regenwater*, 1^e druk, uitgeverij Segment B.V., Amersfoort, 1999, 179 pagina's.

² <http://www.pidpa.be/nl/water/waterschaarste.htm>

³ VIWC, VZW WATER, ‘Ontwerp – Waterbeleidsplan Vlaanderen’, internet 2002 (<http://viwc.lin.vlaanderen.be/wbpinfo.html>)

gaat instorten, arbeidsplaatsen gaan verloren als water schaars wordt, prijzen van grondstoffen zullen stijgen en dat terwijl productiviteit daalt.⁴

De drinkwatersector wordt dus geconfronteerd met een verminderde beschikbaarheid van bestaande waterbronnen. Een aantal opeenvolgende warme zomers en droge winters, gepaard met het onttrekken van water uit de ondergrond ten behoeve van de noodzakelijke drinkwatervoorziening, zorgen ervoor dat de jongste jaren een duidelijk voelbare daling van het grondwaterpeil waarneembaar is. Als we daarbij dan ook nog een toenemende vervuiling van drinkwater in rekening brengen, komen we al snel tot de som dat de sector voor een grote en belangrijke opgave staat: namelijk het garanderen van de continuïteit, kwaliteit en betaalbaarheid van de drinkwatervoorziening. En dit niet alleen voor ons, maar ook voor de daaropvolgende generaties.⁵

Water is een onmisbaar goed, vooral voor gezinnen. Geen water betekent geen gereinigd of gekookt voedsel, geen nette woning, geen persoonlijke hygiëne, geen propere kleren en nog zoveel meer. Hier wordt echter veel te weinig bij stil gestaan. Het wordt ons dan ook zo gemakkelijk gemaakt. We draaien gewoon de kraan open en gebruiken zoveel water als we zelf willen. Waterschaarste komt niet bij ons op en is iets voor ontwikkelingslanden. Enkel bij een zeer hete zomer kan het woord ‘schaarste’ al wel eens vallen, maar daar blijft het dan ook bij. Het gebruikte en vervuilde water dat verdwijnt gewoon in de afvoerbuis en verder hebben we daar geen last meer van. Maar water is een eindige grondstof en water verbruiken en vervuilen heeft rechtstreeks of onrechtstreeks een prijs!⁶ Watermaatschappij Pidpa⁷ ijvert er op hun website dan ook voor dat water als grondstof naar waarde geschat wordt, wordt beschermd en veiliggesteld voor de volgende generaties. Dit gebeurt volgens hen niet voldoende, nog al te vaak wordt water verspild, verontreinigd en ‘misbruikt’. Er zijn een aantal redenen die het mondiale waterprobleem mee veroorzaakt hebben:

⁴ ‘Wereldwijde watercrisis komt dichterbij’, *Metro*, nr. 1863, maandag 16 maart 2009 (artikel naar aanleiding van het Wereldwaterforum in Istanboel)

⁵ MERCKX G. ; et.al. ‘De drinkwatervoorziening: de toekomst verankerd in het heden - de uitdagingen van de 21^{ste} Eeuw.’, internet, *Water nr.100* mei/juni 1998 (http://viwc.lin.vlaanderen.be/water/ts_allles.html)

⁶ DE BOECK, L., ‘Water onmisbaar in een gezin: het gebruik van water en de prijs van water(vervuiling) bekeken vanuit gezinsperspectief’ *Water nr. 100* mei/juni 1998(http://viwc.lin.vlaanderen.be/water/ts_allles.html)

⁷ <http://www.pidpa.be/nl/water/waterschaarste.htm>

- De vrees voor een mogelijke verdroging of uitputting van onze watervoorraden is de laatste jaren sterk gegroeid. Deze vrees is niet helemaal op zijn plaats. Op wereldvlak zal water niet echt snel een schaars goed worden. Waterschaarste is een plaats- en tijdsgebonden iets, afhankelijk van de tussenkomst van de mens en natuurlijke verschijnselen. Het is echter wel zo dat de makkelijkst bereikbare (en dus ook goedkoopste) bronnen bijna uitgeput zijn. Dit heeft als gevolg dat men nu op zoek moet gaan naar diepere en meer verontreinigde watervoorraden, waardoor de kosten van productie zullen stijgen. Met andere woorden de natuurlijke reserves zijn reeds grotendeels afgetapt.⁸
- De sterke bevolkingsgroei zorgt voor een bijkomende druk op de watervoorraden. Enerzijds is er het stijgend waterverbruik. We kennen op aarde een vaste hoeveelheid water, deze blijft constant en zal niet groeien. Dezelfde hoeveelheid water moet dus steeds door een groter aantal mensen gedeeld worden.⁹ Anderzijds heeft een grotere bevolking ook bijhorende ecologische neveneffecten. Onder andere vervuiling is één van deze neveneffecten. Elk jaar vallen er ongeveer 5 miljoen doden door ziekte die rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten zijn aan het gebruik van vervuild water. Deze vervuiling leidt tot een verhoogde druk op de bestaande watervoorraden. Daarbovenop leidt vervuiling ook tot een toename van de prijs, vanwege een duurdere drinkwaterbehandeling.¹⁰
- Het 'broeikas-effect' heeft ook een invloed op de beschikbare hoeveelheid water. In welke mate de geleidelijke opwarming van de aarde het waterprobleem beïnvloedt, is moeilijk in te schatten. Het 'broeikaseffect' vermindert niet de hoeveelheid die we ter beschikking hebben, maar kan zorgen voor een klimaatwijziging in sommige gebieden. Het is echter wel duidelijk dat de implicaties voor onze ecosystemen onvermijdelijk zijn (gewijzigde weersomstandigheden: overstromingen, droogte, ...). Aanpassing van de watersystemen en het beheer van lokale watervoorraden is dan ook noodzakelijk met het oog op overleving.¹¹

⁸ <http://www.pidpa.be/nl/water/waterschaarste.htm>

⁹ VMBO sectorwerkstuk, 'Waterschaarste', internet, gegenereerd 23 oktober 2008
(http://www.cmo.nl/sw/index.php?option=com_content&task=view&id=216&Itemid=268)

¹⁰ <http://www.pidpa.be/nl/water/waterschaarste.htm>

¹¹ VMBO sectorwerkstuk, 'Waterschaarste', internet, gegenereerd 23 oktober 2008
(http://www.cmo.nl/sw/index.php?option=com_content&task=view&id=216&Itemid=268)

- Onoordeelkundig of verkeerd verbruik: hiermee wordt bedoeld dat het waterverbruik ook vandaag nog steeds blijft toenemen. Deze stijgingen moeten we niet alleen gaan zoeken in het huishoudelijke gebruik, ook landbouw en industrie verbruiken steeds meer water. De manier waarmee men met dit water omspringt en de hoeveelheid die wordt gebruikt, wordt bepaald door verschillende factoren (klimaat, economische ontwikkeling, bevolkingsgrootte) en is dus afhankelijk van land tot land of zelfs van regio tot regio. Daarbij komt ook nog dat water een enorm begeerd economisch goed is. Daardoor wordt het beheer van water wereldwijd zeer problematisch.¹²

Uit het voorgaande blijkt dat de ingeslagen weg allesbehalve de juiste weg is. We stevenen af op een mondiale waterschaarste. Zeker de mensen die nu nog beschikken over ruim voldoende proper water gaan nog veel te onzorgvuldig om met het ‘blauwe goud’. Er wordt nog te veel water verspild en vervuild en dit kan drastische gevolgen hebben in de toekomst. Volgens Pidpa¹³ tonen recente prognoses aan dat tegen 2025 meer dan 50 landen, met samen drie miljard mensen, krijgen af te rekenen met waterschaarste. Dit allemaal als gevolg van een stijging van de vraag naar water met 650 %. Het belang van deze unieke grondstof neemt nog steeds toe. De aanwezigheid van drinkbaar water bepaalt mee het sociale, culturele en economische ontwikkelingsniveau van een land. Een tekort kan leiden tot spanningen tussen landen. Wij leven en overleven dankzij de aanwezigheid van water. ‘Waterschaarste’ is iets waar de hele wereld mee te kampen heeft, het moet dan ook op mondiale schaal aangepakt worden als we streven naar een duurzame oplossing. Maar tot het zover is, kunnen u en ik eveneens ons steentje bijdragen.

1.2 Centrale onderzoeksvraag

Uit het praktijkprobleem volgt duidelijk dat het tijd wordt dat we op zoek gaan naar duurzame oplossingen om de waterschaarste te lijf te gaan. Men moet vooral verspilling, verontreiniging en misbruik van kostbaar drinkwater vermijden. Hiervoor zijn waarschijnlijk verschillende oplossingen mogelijk, de ene al iets beter of goedkoper dan de andere. De toepassing van

¹² http://www.belgium.be/nl/leefmilieu/milieurampen/overstroming_en_waterschaarste/

¹³ <http://www.pidpa.be/nl/water/waterschaarste.htm>

eender welke methode zal eerst en vooral een duidelijke analyse naar de economische en ecologische voordelen ervan vereisen, om uiteindelijk een gulden middenweg tussen de twee te zoeken. Alvorens men iets onderneemt, is men eigenlijk verplicht na te gaan waar men water kan besparen. Ik bedoel hiermee dat ieder voor zich in huis moet nakijken of men de installaties niet kan optimaliseren, zodat waterverspilling wordt tegengegaan. Om een voorbeeld te geven: isoleer de waterleidingen, op die manier verliest men minder warmte en duurt het minder lang om het water op te warmen.¹⁴ Dit is slechts één voorbeeldje van de honderden die er zijn om water te besparen. Optimalisering van de installaties gaat echter niet voldoende zijn. Bijgevolg zullen ook andere oplossingen zich opdringen. Men zou bijvoorbeeld een duidelijk uitgekend tarievenbeleid kunnen toepassen, waarbij men het principe ‘de vervuiler betaalt’ zou kunnen toepassen. Eén oplossing apart gebruiken gaat niet volstaan om het gebrek aan drinkwater terug te dringen, of meer bepaald verspilling tegen te gaan. Kortom, men zal op zoek moeten gaan naar verschillende mogelijkheden en deze in combinatie gebruiken.

Deze Masterproef handelt over een oplossing die zeker zijn steentje zou kunnen bijdragen om verspilling van drinkbaar water tegen te gaan, namelijk het gebruik van hemelwater in huishoudens. Bovendien valt regenwater gratis uit de lucht, waarom dan geen methode zoeken om het te gebruiken. Hiervoor moeten we echter wel de garantie hebben dat het gebruik van hemelwater zowel economisch als ecologisch rendabel is. We verdiepen ons hiervoor in de economische en ecologische aspecten van het gebruik van hemelwater en dit aan de hand van volgende onderzoeksvraag: ‘Onder welke voorwaarden is het huishoudelijk gebruik van hemelwater een rendabele investering?’ Het antwoord hierop zou eventueel kunnen helpen om mensen te overtuigen regenwater te hergebruiken, daar waar het mogelijk is.

¹⁴ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

1.3 Deelvragen

Om tot een oplossing te komen op de voorgaande centrale onderzoeksvraag, gaan we op zoek naar het antwoord op volgende deelvragen:

- Wat is de investeringskost voor een regenwaterinstallatie die voldoet aan de nodige vereisten?
- Welke operationele kosten brengt het gebruik van hemelwater met zich mee?
- Wat spaart een gezin uit door hemelwater te gaan gebruiken?
- Zijn er externe kosten en/of baten verbonden aan een grootschalig gebruik van hemelwater?

Bij deze deelvragen zijn er tal van andere aspecten die meespelen. Zo zal de economische rendabiliteit van groot belang zijn. Hiermee gepaard, bekijken we onder andere de Netto contante waarde (in combinatie met de terugverdientijd) en de eventuele subsidies die men al dan niet ontvangt van de overheid. De overheid bepaalt niet alleen de subsidies, maar beslist ook in welke mate er verplichtingen worden opgedrongen. Er zijn tal van technische aspecten die bepalen of het systeem economisch rendabel is. Welke capaciteit (opvangtanks) hebben de installaties nodig om wel degelijk een verschil te maken? Wat kan dienen als opvangoppervlak en welke materialen zijn hier het meest geschikt voor? Is een filter noodzakelijk? Kortom, hoe zit een dergelijke installatie voor het gebruik van hemelwater in elkaar? Dus ook de technische aspecten moeten van nader bij bekeken worden. Daarnaast zijn er nog een aantal ecologische vragen die van belang kunnen zijn. Regent het hiervoor genoeg in Vlaanderen? Wat met langere periodes van droogte? Laat de kwaliteit van ons regenwater wel toe dat men het gebruikt in het huishouden? Al deze dingen zullen helpen een antwoord te geven op de deelvragen en uiteindelijk op de centrale onderzoeksvraag.

Ik heb mij voor dit onderzoek voornamelijk toegespitst op het hergebruik van hemelwater in de Vlaamse huishoudens, met andere woorden beperk ik mij tot woningen in Vlaanderen. Het spreekt voor zich dat ook in de industrie en de landbouw op verschillende plaatsen water kan bespaard worden door gebruik te maken van hemelwater, maar dit is een heel ander verhaal.

2. HOE OMGAAN MET HEMELWATER?

2.1 Huishoudelijk gebruik

Uit het voorgaande blijkt dat men op zoek moet gaan naar oplossingen om verspilling van drinkbaar water terug te dringen of het grondwaterniveau op te krikken. Zoals in de probleemstelling ook al aangehaald is, zou een eerste stap hierin het gebruik van hemelwater kunnen zijn. Onder hemelwater verstaan we alle vormen waarin water uit de hemel kan vallen. Het beperkt zich dus niet tot regen, ook sneeuw en hagel zijn een vorm van hemelwater¹⁵. In wat volgt wordt regenwater en hemelwater door elkaar gebruikt als synoniemen. Dit is volgens de definitie niet volledig correct, maar omdat regenwater een dermate groot deel uitmaakt van hemelwater en het aandeel aan sneeuwwater en hagel bijna verwaarloosbaar is, beschouwen we hemelwater en regenwater als één en hetzelfde. Het gebruik van hemelwater in het huishouden is in afwachting van een grote mondiale actie een maatregel die elk van ons al zou kunnen toepassen. Maar waarvoor kan men hemelwater dan allemaal gebruiken bij de huishoudelijke taken? Daarvoor worden eerst een paar cijfers op een rijtje gezet in verband met het huidige waterverbruik in Vlaanderen. Op die manier tonen we aan dat hemelwater meerdere toepassingsgebieden heeft binnen een huishouden.

In Vlaanderen wordt per jaar gemiddeld ongeveer 785 miljard liter water verbruikt (alle soorten: leidingwater (56 %), grondwater, oppervlaktewater en hemelwater)¹⁶. Om dit eens een beetje anders uit te drukken: dit komt overeen met een Olympisch zwembad van 596 km diep, wat toch een enorme hoeveelheid is. Het overgrote deel wordt logischerwijs gebruikt voor niet-huishoudelijke toepassingen, met als grootste speler de industrie. Maar de huishoudens hebben ook een niet onbelangrijk aandeel van maar liefst 31 % in het totale verbruik, wat toch vier keer meer is dan de landbouw. Van het leidingwater alleen al nemen de gezinnen meer dan 60 % voor hun rekening.¹⁷ Vertrekkende van die 785 miljard liter

¹⁵ <http://www.waterloketvlaanderen.be/gezinnen/vragen-en-antwoorden/wat-is-hemelwater/>

¹⁶ Water. Elke druppel telt. – Deel 3: Een Watervriendelijk Huishouden. (VMM, waterloketvlaanderen)

¹⁷ Water. Elke druppel telt. – Deel 3: Watergebruik in Vlaanderen: Huidige situatie. (VMM, waterloketvlaanderen)

water, betekent dit dat in Vlaanderen per dag ongeveer twee miljard liter water gebruikt wordt. Als we dan gaan kijken wat dit betekent per persoon zien we dat het gemiddelde verbruik per capita per dag tussen de 100 en de 120 liter bedraagt. De exacte hoeveelheid water dat wordt verbruikt, is afhankelijk van een aantal factoren. Zo gebruiken grote gezinnen per persoon minder dan een alleenstaande (vb. een gezin met drie gebruikt gemiddeld evenveel water om zijn auto te wassen als een gezin van vijf, per persoon wordt er in het grotere gezin dus minder water gebruikt om de auto te wassen). De gemiddelde leeftijd van het gezin speelt ook een rol. Naarmate men ouder wordt, gaat men ook zuiniger omspringen met water. Dit heeft voornamelijk te maken met een verschil in instelling. Jongere mensen vinden in de eerste plaats het aspect kostprijs een stuk minder belangrijk. Zij vinden het dus niet erg om het duurdere leidingwater te gebruiken en vooral te betalen. Bovendien beschouwen jongeren regenwater ook sneller als ‘onzuiver’, waardoor een omschakeling naar hemelwater minder snel overwogen wordt bij de over het algemeen milieubewuste jeugd.¹⁸

In Tabel 1 kan u terug vinden waarvoor we ons water allemaal gebruiken, in deze tabel gaat men er wel vanuit dat we gemiddeld 110 liter water verbruiken per dag. Het gaat hier om gemiddelde waarden die onderhevig kunnen zijn aan een grote spreiding. Onder andere vanwege de factoren die hierboven al vermeld werden, zullen de gemiddelde waarde afwijkingen vertonen.

¹⁸ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, ‘Water. Elke druppel telt – Deel 3: Watergebruik in Vlaanderen: Huidige Situatie.’, internet, *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – Afdeling water*, 2002 (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

Tabel 1: waterverbruik/persoon/dag

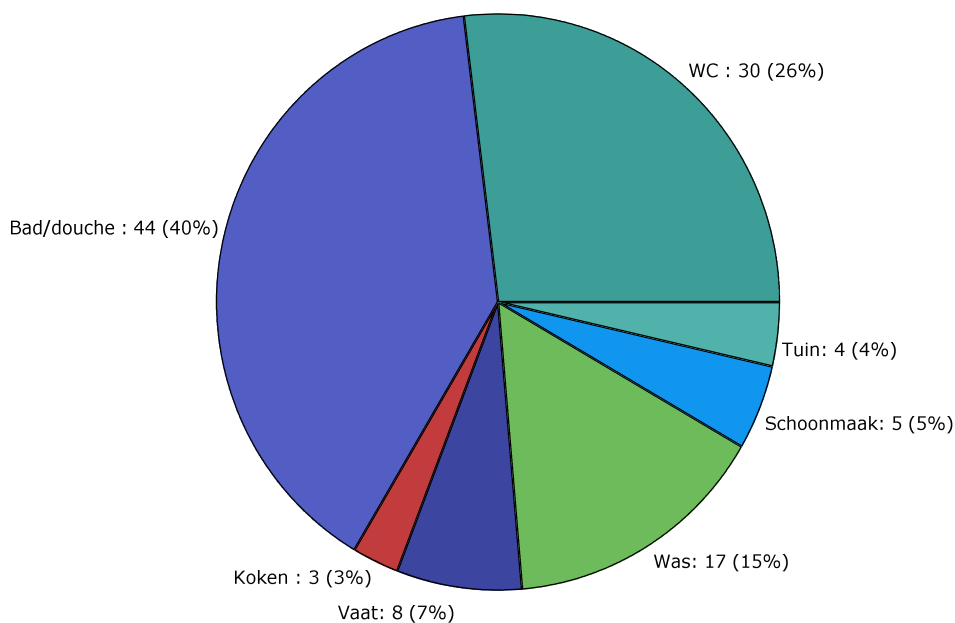
Dagelijks verbruikt iedereen gemiddeld 110 liter water. De verdeling ziet er als volgt uit:	
Verbruikspost	liter per dag per persoon
Wc	30
Bad/douche	44
Was	17
Vaat	8
Koken	3
Schoonmaak	4
Tuin	4
Totale Verbruik	110

Bron: www.waterloketvlaanderen.be

Figuur 1 maakt het allemaal iets overzichtelijker door het in een taartdiagram te gieten. De waarden zijn zowel weergegeven in liter als in procenten.

Figuur 1: Taartdiagram Waterverbruik in Vlaanderen

Waterverbruik in Vlaanderen per persoon per liter per dag = 110 liter



Bron: www.waterloketvlaanderen.be (Bewerking Roel Van Olmen)

Uit voorgaande cijfers en figuren kunnen we concluderen dat het waterverbruik in Vlaanderen niet te onderschatten is, zeker als we de schaarsheid van drinkwater, die al werd besproken in het praktijkprobleem in het achterhoofd houden. In de meeste huizen wordt voor alle toepassingen nog steeds drinkbaar leidingwater gebruikt. Nochtans hebben we slechts voor een klein aantal toepassingen water nodig dat voldoet aan de strenge kwaliteitsnormen van drinkwater, zoals voor het bereiden van eten. Al de rest kan gemakkelijk vervangen worden door hemelwater. Gefilterd hemelwater is een perfect substituut van drinkwater om het toilet door te spoelen, de was te doen, het huis schoon te maken, de auto te wassen, gebruik in de tuin, ... , kortom de laagwaardige toepassingen.¹⁹

Als we nu de toepassingsmogelijkheden van hemelwater naast de cijfers in verband met het waterverbruik houden, zien we duidelijk dat minstens de helft van het verbruik van water niet per se drinkwater moet zijn, maar waarbij hemelwater ook volstaat (in tabel 1 en figuur 1 exact 50 %). Het water dat men gebruikt voor hoogwaardige toepassingen (drinkwater, douche, bad en de vaat) zou eventueel ook hemelwater kunnen zijn. Dit wordt echter sterk afgeraden omdat hiervoor dure en inefficiënte zuiveringsinstallaties moeten geïnstalleerd worden. In theorie kan men hemelwater dus voor alles gebruiken maar dit houdt toch risico's in waardoor het niet wenselijk is om het gebruik van hemelwater voor hygiënische doeleinden te subsidiëren.²⁰ De exacte kwaliteit die hemelwater moet hebben om te mogen gebruikt worden en waarvoor men het dan mag gebruiken, wordt besproken in hoofdstuk 4 van dit werk.

2.2 Infiltratie

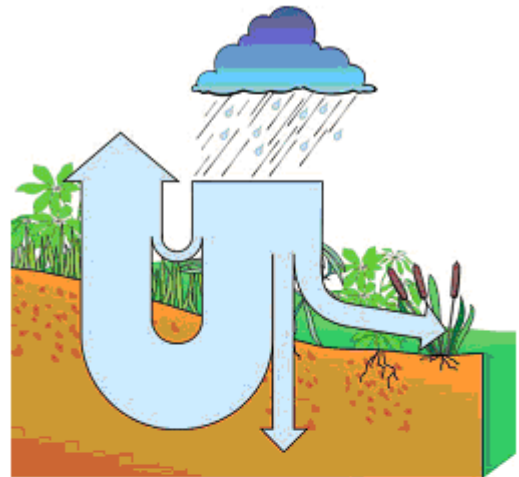
Naast de schaarsheid van drinkwater zijn er nog andere redenen waarvoor het gebruik van hemelwater of op z'n minst nuttige omgang met hemelwater een oplossing kan zijn. Door de aanleg van steeds meer wegen en sterk gestegen bebouwing wordt het grondwater 'verhard'. Hiermee wordt bedoeld dat het water niet meer de kans krijgt om door te dringen in de grond.

¹⁹ Regenwater een hemels geschenk: vuistregels voor het opvangen en benutten van regenwater in huis. (stad Leuven)

²⁰ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor infiltratievoorzieningen, regenwaterinstallaties en groendaken.

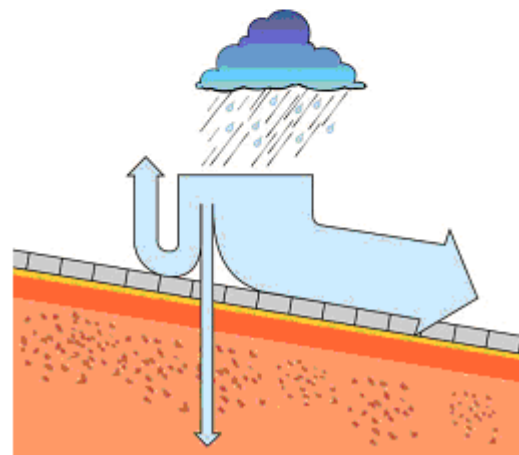
Het water dat uit de lucht valt, wordt liefst zo snel mogelijk afgevoerd naar de gemengde rioleringen. Ook de steeds langer wordende opritten hebben hierin hun bijdrage. Dit heeft verscheidene gevolgen voor de omgeving. In de eerste plaats zorgt het te veel aan verharde oppervlakten voor een verlaging van de grondwatertafel. Dit leidt rechtstreeks tot een verdroging van het milieu en bovendien is er ook minder grondwater beschikbaar voor drinkwater. En dit is nu juist wat we proberen tegen te gaan.²¹ Figuur 2 en 3 trachten te illustreren wat een effect verharding heeft op de waterbalans.

Figuur 2: Waterbalans bij onverhard oppervlak



De versnelde afvoer van het regenwater in de riolering heeft nog meer gevolgen. Bij hevige regenval namelijk krijgt het rioleringsstelsel de watermassa niet geslikt. Dit veroorzaakt twee bijkomende problemen. In de eerste plaats is er dan stroomafwaarts meer kans op overstromingen. Daarnaast zal door deze overstromingen het rioolwater overlopen in het oppervlaktewater. Hierdoor gaan alle inspanningen die gedaan zijn/worden om het oppervlaktewater zuiver te houden te niet gedaan.²²

Figuur 3: Invloed van de verharding op de waterbalans



Bron: Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

Er is ook nog een derde negatief gevolg van de afvoer van hemelwater naar het rioleringsstelsel. Doordat het regenwater in de riolering terecht komt, wordt het afvalwater dat zich daar reeds bevindt sterk verdund. Hierdoor kan het minder effectief gezuiverd worden in

²¹ http://www.klimaatwebsite.be/MAP.php?p=DW/DB/Water/Infiltratie1&m=DW/DB/Water/M_Infiltratie

²² Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Veel bestaande rioolwaterzuiveringsinstallaties hebben te kampen met dit probleem en halen daardoor een laag rendement.²³

Het is om deze redenen dat verschillende bronnen, waaronder onder andere de Wegwijzer voor Architecten van de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM), sterk aanraadt om het regenwater af te koppelen van de riolering. Men geeft hiervoor drie oplossingen. Ofwel hergebruikt men het in het huishouden zoals ik hierboven al heb omschreven. Daarnaast kan men eventueel ook overwegen over te gaan tot de aanleg van een groendak (zie volgende paragraaf). Een andere oplossing die men bij het overtollige hemelwater ook nog kan gebruiken is infiltratie. Natuurlijk geniet een combinatie van de bovenstaande oplossingen de voorkeur, dit kan men doen door een regenwaterput te installeren in combinatie met een infiltratievoorziening die het teveel aan regenwater in de grond laat sijpelen, dus eerst bufferen en dan rustig infiltreren (vertraagd afvoeren). Deze infiltratie zal voornamelijk ondergronds plaatsvinden waar het water wordt opgeslagen in een daarvoor speciaal voorzien bassin. Rechtstreekse infiltratie (infiltratie daar waar de regen valt) is ook mogelijk door rekening te houden met de materialen die men gebruikt als men bijvoorbeeld de oprit aanlegt.²³ Het doel van infiltratie is voornamelijk het regenwater afkoppelen van de riolering, met andere woorden ervoor zorgen dat regenwater en afvalwater in mindere mate met elkaar worden vermengd.²⁴

2.3 Groendak

Zoals hierboven aangegeven werd, bestaat er ook nog een derde oplossing die ons kan helpen iets nuttigs te doen met regenwater, namelijk de aanleg van een groendak. Een groendak is, zoals de naam waarschijnlijk al doet vermoeden een dak bedekt met planten. Men maakt een onderscheid tussen een extensief groendak, dat louter dienst doet voor de opvang van regenwater, en een intensief groendak, die eerder beschouwd kunnen worden als daktuinen en waarbij het wel degelijk de bedoeling is dat men deze regelmatig betreedt.

²³ Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

²⁴ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor infiltratievoorzieningen, regenwaterinstallaties en groendaken.

Bij extensieve daken is de begroeiing vaak beperkt tot mossen, vetplanten en kruiden. De planten worden in die mate gekozen, zodat ze bestendig zijn voor alle weersomstandigheden (zon, regen, vorst, ...). Dergelijke daken behoeven dan ook weinig onderhoud, buiten af en toe het uittrekken van een uitgeschoten boompje. Het doel van dergelijke daken is zoals reeds vermeld werd, het opvangen van water. Uit een Duits onderzoek blijkt dat een groendak ongeveer 50 % van het regenwater kan opslorpen en terug afgeven in de atmosfeer door verdamping.¹⁴ Bij verzadigde toestand van het dak kan het regenwater nog steeds afvloeien, zij het in mindere mate en sterk afgeremd. Het spreekt voor zich dat dit zorgt voor een aanzienlijke ontlasting van het rioleringsstelsel. Het biedt dus een mooie, natuurvriendelijke oplossing voor de overbelasting van het rioleringsstelsel en de verdunning van het afvalwater. Daarnaast bieden extensieve daken nog een groot voordeel in vergelijking met intensieve daken.

Figuur 4: Voorbeeld van een extensief groendak, Zowel op een schuin als horizontaal oppervlak.



Bron: groendakfolder DAKU

Figuur 5: Voorbeeld van een Intensief Groendak, of Betreedbare Daktuin



Bron: <http://www.fyto.be/diensten.html>

Intensieve daken hebben hetzelfde effect als extensieve daken, maar in mindere mate. Bij intensieve daken is het hoofddoel meer comfort in plaats van regenwateropvang. De begroeiing van een intensief dak of betreedbare tuin bestaat voornamelijk uit grassen, kruiden, struiken en soms zelfs bomen. Een terrasje met een waterpartij hoort ook tot de mogelijkheden. Dergelijke daken vergen dan ook meer onderhoud van de eigenaar en zijn ook een grotere belasting voor het dak. Daarom dat bij de meeste intensieve daken een aangepaste, versterkte dakconstructie nodig is.²⁵ Figuur 5 toont een voorbeeld van een intensief groendak.

²⁵ Groendakfolder van DAKU

3. DE VOOR- EN NADELEN

In het voorgaande hoofdstuk hebben we bekeken wat we allemaal kunnen doen met hemelwater om het gebruik van drinkbaar leidingwater te besparen. We vonden dat voornamelijk een groot aantal toepassingen in het huishouden ook perfect mogelijk zijn met gebruik van hemelwater. Daarnaast waren er ook twee toepassingen die de overlast van regenwater trachten te verminderen, al dan niet in combinatie met een regenput voor de voorziening van huishoudelijk water. Zowel infiltratie als groendaken beogen de overlast voor de rioleringen en de rioolwaterzuiveringsinstallaties te verminderen. In dit hoofdstuk worden we één voor één de bijkomende voor- en nadelen van elke toepassing bekeken.

3.1 Huishoudelijk Gebruik

Bij de eerste toepassing gingen we het hemelwater dat uit de lucht valt opvangen en hergebruiken in het huishouden en de tuin, om bijvoorbeeld het toilet door te spoelen. Uit het voorgaande bleek dat we hierdoor minstens de helft van het drinkbaar leidingwater konden uitsparen. Het eerste voordeel ligt dan ook voor de hand. Aangezien regenwater gratis uit de lucht valt, kunnen we door gebruik te maken van regenwater de kosten voor drinkwater tot de ongeveer de helft verminderen. Bovendien bepaalt de hoeveelheid leidingwater die gebruikt wordt ook de grootte van de milieubelasting, dus ook deze zullen gehalveerd worden (op regenwater wordt geen milieutaks geheven). In het licht van de stijgende kostprijs van leidingwater, dankzij onder andere een saneringsplicht en de hieraan gekoppelde milieuheffing kan dit dus voor veel mensen wel eens een doorslaggevend argument worden.²⁶ We moeten hier uit volledigheid wel bij vermelden dat nog geen rekening gehouden wordt met de investering die nodig is om de regenput en benodigde installaties te installeren. Welke impact dit heeft, zal later in dit werk nog aan bod komen.

²⁶ Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

Het tweede voordeel werd ook al aangehaald en zou aan de basis moeten liggen voor de omschakeling naar regenwater. Door gebruik te maken van hemelwater worden de kostbare grondreserves aan drinkwater gespaard. Deze krijgen dus de kans om zich terug te herstellen. Hier hangt ook een kostenvoordeel aan verbonden. Bij gebruik van hemelwater worden namelijk de kosten die gemaakt worden voor de behandeling van het opgepompte water en het transport uitgespaard. Daarnaast komt de besparing in de waterinfrastructuur ook de natuur ten goede, want besparing van de grondwaterreserves heeft niet enkel een kostenvoordeel dat men onmiddellijk kan uitdrukken in geld. Gebruik van regenwater betekent ook minder druk op het rioleringsstelsel, waardoor de kans op overstroming en vervuiling van het oppervlaktewater afneemt. Het afvalwater wordt ook minder verdund waardoor de rioolwaterzuiveringsinstallaties een hoger rendement zullen bereiken. De toelichting bij het subsidiereglement voor regenwater, infiltratie en groendaken formuleert het als volgt: “Het gevaar van overlopen van de zuiveringsinstallaties en afvoersystemen wordt kleiner en het bacteriologisch evenwicht van de zuiveringsinstallatie wordt minder verstoord door de massale aanvoer van regenwater dat te sterk voor een verdunning zorgt. (p. 2)”²⁷

De laatste voordelen bij het gebruik van regenwater hebben vooral te maken met de kwaliteit van het regenwater. Hemelwater is dan wel niet geschikt als drinkwater, toch heeft het andere kwaliteiten. Drinkwater dat ondergronds gewonnen wordt bevat daardoor opgeloste kalk, regenwater heeft dit niet. Men zegt daarom dat regenwater zeer zacht is in vergelijking met drinkwater. Dit biedt verscheidene voordelen. Zo maakt dit het regenwater beter geschikt om te verwarmen, omdat er geen kalkneerslag meer aanwezig zal zijn. Hierdoor zullen de verwarmingselementen van onder andere de wasmachine een langere levensduur kennen.²⁸ Daarnaast kan in de wasmachine ook bespaard worden op het waspoeder. De zachtheid van het regenwater zorgt er namelijk voor dat het waspoeder veel schuim creëert. Men moet dus de dosis van het wasmiddel aanpassen, wat goed is voor het milieu, maar vooral ook een economisch voordelig biedt.²⁹ Daarnaast is ook bewezen dat het gebruik van ‘zacht’ regenwater leidt tot een langere levensduur van het wasgoed zelf, dus nog een extra

²⁷ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor infiltratievoorzieningen, regenwaterinstallaties en groendaken.

²⁸ Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

²⁹ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor infiltratievoorzieningen, regenwaterinstallaties en groendaken.

ecologisch pluspunt.³⁰ Ook voor de tuin is regenwater een beter alternatief dan leidingwater. Door zijn zachtheid is regenwater namelijk beter in staat om de nodige mineralen op te nemen.³¹

Het gebruik van regenwater heeft echter ook nadelen, die mensen eventueel kunnen doen afzien van een omschakeling naar hemelwater. Het systeem dat geïnstalleerd moet worden, is in vergelijking met de drinkwatersystemen een stuk duurder. Dit komt omdat het leidingnet voor drinkwater toch altijd aanwezig is en het dus goedkoper is om hiermee de WC door te spoelen, in plaats van daarvoor een aparte regenwaterinstallatie aan te leggen.³² Er moet dus een afweging gemaakt worden tussen de investeringen die nodig zijn om tot de hierboven beschreven besparingen te komen. De hogere kosten voor het systeem zijn meer dan waarschijnlijk ook te wijten aan de wisselvalligheid van neerslag. Het regent nu eenmaal niet het ganse jaar door, waardoor de neerslag niet gelijk verspreid is over het jaar. Er valt gedurende een jaar meer dan genoeg neerslag om het hele jaar de toiletten te vullen, maar daarvoor zou het hele jaar neerslag opgevangen moeten worden. We kennen echter ook in België onze periodes van droogte en de ongelijke verdeeldheid van de neerslag zorgt ervoor dat de regenputten niet groot genoeg kunnen worden gemaakt om alles op te vangen. Er is met andere woorden een aansluiting nodig met de gewone leiding, zodat indien nodig de regenput kan aangevuld worden met drinkwater. Let wel op: deze aansluiting mag nooit rechtstreeks in contact komen met de regenput. Er moet minstens 2 cm tussen de kraan met drinkwater en de regenput zitten. De 2 systemen moeten strikt van elkaar gescheiden blijven. Hierop zal ik later nog teruggekomen.

Het VIBE (Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch Bouwen en Wonen) wijst er ook op dat de opvang van regenwater ook een bepaalde milieubelasting met zich meebrengt. Het materiaal dat men nodig heeft, de vereiste energie (regenwater gebruiken leidt tot een lichte toename in het verbruik van energie, vereist om de pomp draaiende te houden), die beiden noodzakelijk

³⁰ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

³¹ <http://www.regenwater.com/>

³² Pagel, R. (1999): *Computerbestuurd waterleidingssysteem, voor het dagelijks gebruik van regenwater*.

zijn voor het aanleggen van de regenwaterinstallatie hebben ook hun invloed op het milieu. Vandaar dat men moet zorgen voor een uitgekiende dimensionering van de installatie.³³

Het gebruik van regenwater is ook niet volledig risicoloos. Hoewel neerslag over het algemeen niet als ongezond wordt ervaren, blijven er toch nog gezondheidsrisico's aanwezig door de aanwezigheid van bacteriën. Bovendien kunnen organische stoffen die zich mengen met het regenwater leiden tot systeemstoringen. Er blijft dus altijd een risico hoe klein dit ook mag zijn.³⁴

Als we dan de nadelen naast de voordelen leggen, zien we dat een regenwaterinstallatie niet noodzakelijk in alle situaties een verbetering betekent. Dus voordat men omschakelt naar hemelwater, moet men trachten zoveel mogelijk informatie te verzamelen over allerhande relevante parameters. Met deze informatie kan men dan nagaan of een regenwaterinstallatie ecologisch en economisch voordelig zou kunnen zijn.

3.2 Infiltratie

De voornaamste voordelen van infiltratie werden eigenlijk al aangehaald als reden om over te gaan tot infiltreren. Door het installeren van infiltratievoorzieningen wordt zoveel mogelijk regenwater opgevangen of rechtstreeks in de grond geïnfiltreerd. Dit biedt verschillende positieve gevolgen. De belangrijkste hiervan is misschien wel dat het grondwaterniveau de kans krijgt om terug te stijgen, iets wat toch aangemoedigd moet worden als we het praktijkprobleem in het achterhoofd houden. Daarnaast zorgt infiltratie er ook voor dat er minder regenwater rechtstreeks naar de riolering wordt afgevoerd. Dit zorgt ervoor dat de kans op overstroming sterk vermindert. Het overstorten van afvalwater in het oppervlaktewater wordt ook teruggedrongen, wat dus ook beter is voor het milieu (minder vervuiling). Als laatste betekent minder regenwater in de riolering ook minder verdunning van het al aanwezige afvalwater. Dit is positief voor de rioleringswaterzuiveringsinstallaties,

³³ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

³⁴ <http://www.lenntech.com/regenwatersysteem.htm>

omdat zij het dan gemakkelijker hebben om het water zuiver te krijgen en dus een hoger rendement behalen.

Het grootste nadeel zal zich waarschijnlijk bevinden in de kosten die nodig zijn voor de installatie van de infiltratievoorzieningen. Vooral bij ondergrondse infiltratie zijn zwaardere werken vereist. Bovendien zijn er hier dan nog extra factoren die de werken bemoeilijken. Zo moeten bijvoorbeeld tijdens de werken zware machines oppassen dat ze de grond, waar de infiltratievoorziening moet komen, niet compacteren (te hard aanrijden). Is dit echter onvermijdelijk dan moet voor de in gebruik name de grond nog ‘gebroken’ worden en dit resulteert logischerwijs in hogere kosten. Bovendien moet de werf ook volledig ontruimd worden alvorens men de infiltratievoorziening in werking zet. Anders loopt men wel eens het risico dat de voorziening onmiddellijk gaat dichtslibben.³⁵ Allemaal factoren waarmee men rekening moet houden dus en die extra kosten met zich meebrengen.

3.3 Groendak

Ook hier komen de voornaamste voordelen terug, die we ook al bij infiltratie en gebruik van regenwater tegen kwamen. De afvoer van hemelwater wordt ook verminderd door de aanleg van een groendak. Dus ook groendaken zorgen ervoor dat de piekafvoeren lager zijn, de riolering minder belast wordt en er dus minder wateroverlast is. Maar dit zijn niet de enige redenen waarom men eventueel zou kunnen overwegen om een groendak aan te leggen. In de eerste plaats biedt het een mooi uitzicht, zeker als men een beetje de juiste keuze van plantjes maakt. Dit is natuurlijk voor iedereen anders. Een groendak is ook een perfect alternatief voor iemand die in een stad toch iets wil doen met zijn regenwater. In de stad is het niet altijd vanzelfsprekend om waterputten aan te leggen. Groendaken kunnen dan een perfect substituut zijn en bovendien maakt het de in het algemeen grijze steden een beetje groener.

³⁵ Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

Bouwfysisch bieden groendaken ook enkele interessante voordelen. Groendaken vormen onder andere een bijkomende isolatie voor het huis, bij warme temperaturen onttrekken ze zelfs warmte uit het huis. Bovendien zorgt een groendak ook voor een betere kwaliteit van de lucht en wordt het stof gefixeerd. Dit zijn eigenschappen die wederom voornamelijk in stedelijke gebieden het microklimaat bevorderen. Groendaken staan er ook voor bekend dat ze de thermische belasting voor de dakbedekking verminderen. Dit resulteert in een langere levensduur en dat zonder dat enig onderhoud vereist is.³⁶ Ten slotte verhoogt een groendak ook de brandveiligheid van het huis of pand en heeft het ook een geluidsdempend effect.³⁷

Een groendak heeft natuurlijk ook enkele nadelen, zij het beperkt. Door een groendak bestaat de kans dat het afstromend hemelwater een bruine kleur heeft. Dit maakt het wel ongeschikt om nog in het huishouden te gebruiken, tenzij men een doorgedreven zuivering uitvoert (kostelijk). Er is met andere woorden door een groendak minder hemelwater beschikbaar om te gebruiken voor het toilet, de wasmachine, Dit zal waarschijnlijk niet zo van belang zijn in de stad, maar verder naar het platteland toe kan dit wel eens een belangrijkere rol spelen.³⁸

Daarnaast zorgt een groendak ook voor een bemoeilijking bij het opsporen van eventuele lekken. De meeste daken zijn bovendien niet gemaakt om het extra gewicht van een groendak te kunnen dragen. Aanpassingen zullen de kostprijs van de aanleg van een groendak een stuk de hoogte in duwen, een versteviging van de dakconstructie vereist immers een bouwvergunning, waarvoor men een architect moet aanstellen.³⁹

³⁶ Waterwegwijzer voor Architecten (VMM, waterloketvlaanderen)

³⁷ Hemelwater hoort niet thuis in de riool. (VMM, waterloketvlaanderen)

³⁸ Hemelwater hoort niet thuis in de riool. (VMM, waterloketvlaanderen)

³⁹ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor infiltratievoorzieningen, regenwaterinstallaties en groendaken.

4. GEBRUIK VAN HEMELWATER

In wat volgt spits ik mij voornamelijk toe op het gebruik van hemelwater in huishoudens: het wateraanbod, de technische aspecten, het juridisch kader en de economische aspecten. In dit hoofdstuk is de nodige achtergrondinformatie verzameld waaruit ik een rekenmodel bij het gebruik van hemelwater heb opgesteld. Dit rekenmodel kan men terugvinden in hoofdstuk 6.

4.1 Kwaliteit

Ik heb voorlopig zonder enige twijfel aangenomen dat men regenwater zomaar in het huishouden kan gebruiken zonder dat daar enig risico aan verbonden is. Maar is dit ook werkelijk zo? Kunnen we zonder verpinken onze kleren wassen met regenwater? Laat het spoelen van onze wc met hemelwater geen bacteriële sporen achter? In dit deeltje lichten we toe waarvoor we hemelwater allemaal kunnen toepassen en onder welke voorwaarden. Hiervoor gaan we het gebruik van regenwater in vier kwaliteitsgroepen indelen: wc-spoeling, wassen linnengoed, lichaamshygiëne, voeding.

Regenwater komt voort uit gecondenseerde waterdamp, dit wil zeggen dat het in oorsprong vrij zuiver kan beschouwd worden. De kwaliteit van het regenwater wordt echter beïnvloed op zijn weg naar beneden. In de eerste plaats komt het regenwater in contact met verontreinigende stoffen in de lucht, die de zuurtegraad en de hardheid van het water beïnvloeden. Daarnaast kunnen zich stofdeeltjes, zware metalen, koolwaterstoffen en pesticiden mengen in het water. Buiten deze verontreiniging in de lucht, bevinden zich ook nog een aantal soorten bacteriën (*Escherichia Coli*, Coliforme bacteriën) in regenwater. Tenslotte kunnen ook bladeren, stof, bloesems, zand, insecten, ... samen met het regenwater in uw regenput terecht komen.⁴⁰ Niet echt een betoog voor het gebruik van regenwater.

⁴⁰ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Voor de eerste categorie (wc-spoeling, tuin besproeien, auto wassen, woninghygiëne) stellen er zich echter weinig problemen. Er zijn voor deze categorie dan ook geen hoge eisen waaraan men moet voldoen. Het is niet vereist te beschikken over volledig kiemvrij water. Neem nu het water dat men gebruikt voor het toilet. De door de mens achtergelaten uitwerpselen op zich bevatten al zo veel kiemen dat een eventuele omhoog springende druppel spoelwater al meer besmet zal zijn door de kiemen uit de uitwerpselen die er in drijven dan door eventuele besmetting van het regenwater zelf. Dus mits een goede voorfiltratie (om blaadjes en dergelijke te verwijderen, de mens wenst toch helder, kleurloos en geurloos water) voldoet regenwater aan de eisen om te dienen als wc-spoeling. Ook voor de tuin en de schoonmaak vormt er zich geen enkel probleem.⁴¹

De volgende kwaliteitsgroep brengt ons bij de wasmachine. Ook hier treden er zich geen noemenswaardige problemen op. Uit onderzoek blijkt dat er geen verschil is tussen het kiemgehalte van de gedroogde was, of die nu met regenwater of met drinkwater gewassen werd, speelde geen rol. Dit wordt bevestigd door verschillende bronnen, zoals onder andere het artikel van Holländer, Block en Walter.⁴² Ook Götsch en Blei komen na hun onderzoek tot dezelfde conclusie.⁴³ We kunnen dus zonder enige problemen aannemen dat hemelwater uitermate geschikt is voor de was. Zeker als we daar de voordelen uit hoofdstuk 3 nog eens bij tellen (minder zeep (minder ontharder en wasverzachter), langere levensduur voor de wasmachine, minder slijtage aan het linnengoed zelf).

Men krijgt pas problemen vanaf de derde categorie: lichaamshygiëne en vaatwas. Theoretisch gezien is het perfect mogelijk om regenwater te gebruiken om te douchen, omdat in de meeste situaties hemelwater binnen de Europese richtlijnen blijft wat betreft kiembelasting. Daarnaast zijn er nog een tal van haalbare omwegen die men kan nemen om het water te zuiveren, maar ook die kunnen niet garanderen dat regenwater volledig kiemvrij wordt, waardoor er steeds een zeker risico blijft bestaan. Vandaar dat het op dit moment niet wordt aangeraden (ook van

⁴¹ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

⁴² HOLLÄNDER, R.; BLOCK, D.; WALTER, C., 'Hygienische Aspekte bei der Wäsche mit Regenwasser', internet, *Forum Städte – Hygiene* 44, 1993 – 9/10, (<http://www.regenwater.com>).

⁴³ GÖTSCH, E.; BLEI, M., 'Fachbeitrag: Einsatzgebiete der Regenwassernutzung unter hygienischen Aspekten', internet, *Stand*, 1999-07, (<http://www.regenwater.com>)

de overheid uit: geen subsidies⁴⁴) om regenwater te gaan gebruiken voor persoonlijke hygiëne, maar de mogelijkheid bestaat wel mits goede zuivering, regelmatig onderhoud en constante controle.

Het is dan ook niet verbazend dat het gebruik van hemelwater ter vervanging van drinkwater, kwaliteitsgroep vier, helemaal wordt afgeraden. Ook hier is het theoretisch mogelijk om regenwater om te toveren tot drinkwater. Praktisch vergt dit echter veel inspanningen om het water te zuiveren, wat het ook een zeer duur proces maakt. Daarnaast is een controle op een constante kwaliteit noodzakelijk, maar dit is in de praktijk zo goed als onmogelijk. Bovendien moet men de garantie hebben dat filters doen wat hun fabrikanten beloven⁴⁵.

Uit bovenstaande kunnen we dus concluderen dat we hemelwater enkel mogen/kunnen gebruiken voor de eerste twee kwaliteitsgroepen. Dit omkadert dus volgende toepassingen: wc-spoeling, tuin, auto wassen, woninghygiëne en linnenwas. Voor de andere twee categorieën bestaat de mogelijkheid regenwater te gebruiken, maar dit houdt te veel risico's in of is praktisch veel moeilijker haalbaar. De Code van Goede Praktijk van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) raadt dan ook ten zeerste aan voor deze laatste twee best leidingwater van de waterdistributiemaatschappijen (die de voorschriften conform de wet van 14 augustus 1933, gewijzigd bij decreet van 20 december 1996 naleven en continu controleren) of water uit een eigen grondwinning te gebruiken.⁴⁶

4.2 Aanbod

In het tweede hoofdstuk heb ik het al gehad over het gemiddeld waterverbruik van een persoon (tussen 100 en 120 liter per dag), en dat we voor ongeveer de helft daarvan hemelwater kunnen gebruiken (zie ook 4.1 Kwaliteit). Om te zien hoeveel leidingwater een

⁴⁴ Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor Infiltratievoorzieningen, Regenwaterinstallaties en Groendaken.

⁴⁵ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

⁴⁶ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.', internet Brochure VMM, 1996/1999/2002 (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

gemiddeld gezin van vier personen verbruikt en hoeveel het eventueel kan uitsparen, heb ik hieronder een cijfervoorbeeldje neergeschreven. De cijfers die ik in onderstaande rekensom gebruik, zijn gebaseerd op de gegevens uit tabel 1 (zie hoofdstuk 2).

Tabel 2: Berekening mogelijke besparing drinkwater

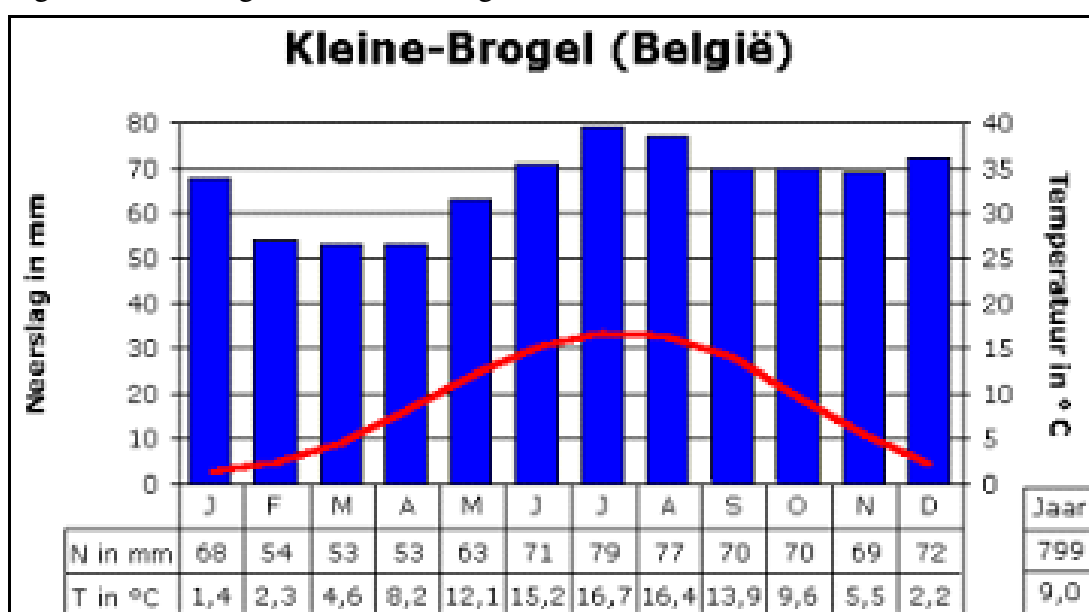
Uitgangspunten:			
- gemiddeld verbruiker: 110 liter			
- gezin van 4 personen			
- regenwater wordt gebruikt voor wc-spoeling, was en tuin			
Berekening:			
- gemiddeld verbruik	110		<i>liter/dag/persoon</i>
- voor een heel jaar	x 365	= 40 150	<i>liter/jaar/persoon</i>
- gezin van 4 personen	x 4	= 160 600	<i>liter/jaar</i>
- waarvan voor wc, was en tuin	x ca. 46.36 %	= 74 459, 99	<i>liter/jaar</i>

Een kleine kanttekening is wel nodig bij deze berekening. Ik ben er hier van uitgegaan dat een gemiddeld persoon 110 liter water per dag verbruikt, maar zoals in hoofdstuk 2 al werd vermeld situeert het gemiddeld verbruik zich in de verschillende bronnen die ik heb geraadpleegd ergens tussen 100 en 120 liter per dag. Ook het besparingspercentage dat ik gebruikt heb, kan verschillen in andere bronnen, maar draait in de meeste gevallen rond 50 %. De bovenstaande berekening zal dus verschillen van persoon tot persoon en van situatie tot situatie.

Zoals het cijfervoorbeeldje aantoont, kan een gemiddeld gezin van vier personen per jaar ongeveer 75 000 liter drinkbaar water besparen als men gebruik maakt van een regenwaterinstallatie. Nu is de vraag natuurlijk of er genoeg hemelwater uit de lucht valt om te voorzien in deze hoeveelheid. Met andere woorden, is het wateraanbod wel groot genoeg?

Aan regen in Vlaanderen geen gebrek, zal u waarschijnlijk denken. Toch zijn er tal van factoren die mee bepalen welke hoeveelheid water kan gebruikt worden in huishoudelijke toepassingen. De meest logische en ook meest invloedrijke factor is de hoeveelheid neerslag boven uw woning. In België kent men een gemiddelde van 200 regendagen (> 0,1 mm/dag), dit levert ons een gemiddelde van 800 mm water per jaar in Laag- en Midden- België. Om meer precies te zijn situeert dit gemiddelde zich tussen 750 mm en 850 mm (= 750 tot 850 liter per vierkante meter). Dit blijkt ook uit het onderstaande klimatogram, dit is een grafische voorstelling van het gemiddelde klimaat in Kleine-Brogel.⁴⁷ Dit klimatogram toont ons de gemiddelde neerslag per maand, zo kan je zien dat juli en augustus gemiddeld gezien de meest natte maanden zijn en dat in Kleine-Brogel de gemiddelde neerslag 799 mm bedraagt. Dit laatste betekent dat er per jaar ongeveer 780 liter water uit de lucht valt per vierkante meter.

Figuur 6: Klimatogram Kleine – Brogel



Bron: www.meteo.be/meteo/view/nl/65339-Home.html?newlanguage=true

Deze gegevens vertellen ons natuurlijk niets over de hoeveelheid water waarover we werkelijk beschikken. Daarvoor moeten we nog een aantal andere factoren in rekening brengen. De meest bepalende hiervan zal de beschikbare opvangoppervlakte zijn en daarmee bedoelen we dan de grootte van het dak en de goten. Ik beperk me hier tot de daken, omdat

⁴⁷ www.meteo.be/meteo/view/nl/65239-Home.html?newlanguage=true

het opvangen van water afkomstig van verharde oppervlakken zoals opritten, terrassen te onbetrouwbaar wordt omdat deze sterk kunnen verontreinigd zijn door stroommiddelen, olieresten en andere vervuilende bestanddelen. Dit water zou dan een vergaande zuivering nodig hebben alvorens het gebruikt mag worden.⁴⁸

Bij het bekijken van het opvangoppervlak zijn er een aantal dingen die van belang zijn. Om te bepalen hoeveel water we jaarlijks kunnen opvangen vertrekken we logischer wijs van het dakoppervlak, we gebruiken hiervoor het horizontale basisvlak dat door het dak wordt bedekt. Slechts een deel van het water dat op ons dak valt, komt in de regenpijp terecht. We moeten rekening houden met een verliesfactor die wordt bepaald door de aard van onze dakbedekking. Deze opvangfactor, zoals hij in sommige literatuur wordt genoemd, is de verhouding tussen het werkelijk opgevangen volume, dat dus doorstroomt naar de regenput en het volume neerslag. Een plat dak met een kiezelafdekking bijvoorbeeld heeft een opvangfactor van 0,6. Op 1 liter neerslag gaat er dus 0,4 liter ‘verloren’ voor uw regenwatertank. Dit heeft zo zijn redenen. Platte daken zorgen ervoor dat het water niet onmiddellijk afstroomt, daarnaast bemoeilijkt de kiezelafdekking deze afstroming nog eens extra. Dit zorgt ervoor dat meer water terug opnieuw zal verdampen. Zo heeft elke type dak zijn eigen verliesfactor, hieronder vindt u nog enkele voorbeelden⁴⁹:

- plat dak met gras of andere beplantingen (groendak): 0,2
- plat dak met kunststof of bitumenafdekking: 0,7 – 0,8
- zadeldak met pannen of leien: 0,75 (-0,95)
- zadeldak met gras of andere beplanting: 0,25

De opvangfactor is echter niet de enige factor die we in rekening moeten brengen. We moeten ook rekening houden met de helling van het dak en de oriëntatie. Deze hellingscoëfficiënt kan zowel een vermeerdering als een vermindering betekenen van de opgevangen hoeveelheid water. Van waar komt nu deze hellingscoëfficiënt? In Vlaanderen komt bij regenweer de wind

⁴⁸ PAGEL, R., *Computergestuurd waterleidingssysteem voor het dagelijks gebruik van regenwater*, 1^e druk, uitgeverij Segment B.V., Amersfoort, 1999, 179 pagina's

⁴⁹ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

voornamelijk uit het Zuidwesten. Door de wind valt de regen niet loodrecht naar beneden. Een schuin dak dat dan naar het Zuidwesten georiënteerd is zal meer regen opvangen dan een van het Zuidwesten afgewend dak. Bij een perfect symmetrisch dak zal dit weinig verschil maken en zal de globale coëfficiënt altijd één zijn, maar wanneer de oriëntatie van de aangesloten schuine oppervlakken niet gelijkmatig is verdeeld over tegenovergestelde windrichtingen is een correctiecoëfficiënt van toepassing. De helling van het dak zal deze vermeerderings- of reductiecoëfficiënten versterken of doen afzwakken, zoals blijkt uit onderstaande tabel.

Tabel 3: Hellingscoëfficiënten

Dakhelling	Noordoost	Noordwest	Zuidwest	Zuidoost
30°	0,75	1	1,25	1
35°	0,7	1	1,3	1
40°	0,64	1	1,36	1
45°	0,57	1	1,43	1
50°	0,48	1	1,52	1
≥ 55°	0,45	1	1,55	1

Bron: 'Waterwegwijzer voor Architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning (VMM)

Tenslotte moeten we ook nog een filterrendement in rekening brengen. Bij het filteren van het regenwater gaat een deel van het water verloren. De meeste filters bereiken een rendement van 90 %, dit wilt dus zeggen dat er tijdens het filteren nog eens 10 % van het opgevangen water verloren gaat. Het exacte verlies is natuurlijk afhankelijk van de gekozen filtermethode. Als we nu alle bovenstaande informatie bundelen, komen we tot een formule die ons een vrij exacte weergave kan geven van ons wateraanbod, en dit voor alle soorten situaties.

<p>Opgevangen hoeveelheid water</p> <p>=</p> <p>opvangoppervlak x neerslaghoeveelheid x</p> <p>opvangfactor x filterrendement x hellingscoëfficiënt</p>

4.3 Technische Componenten

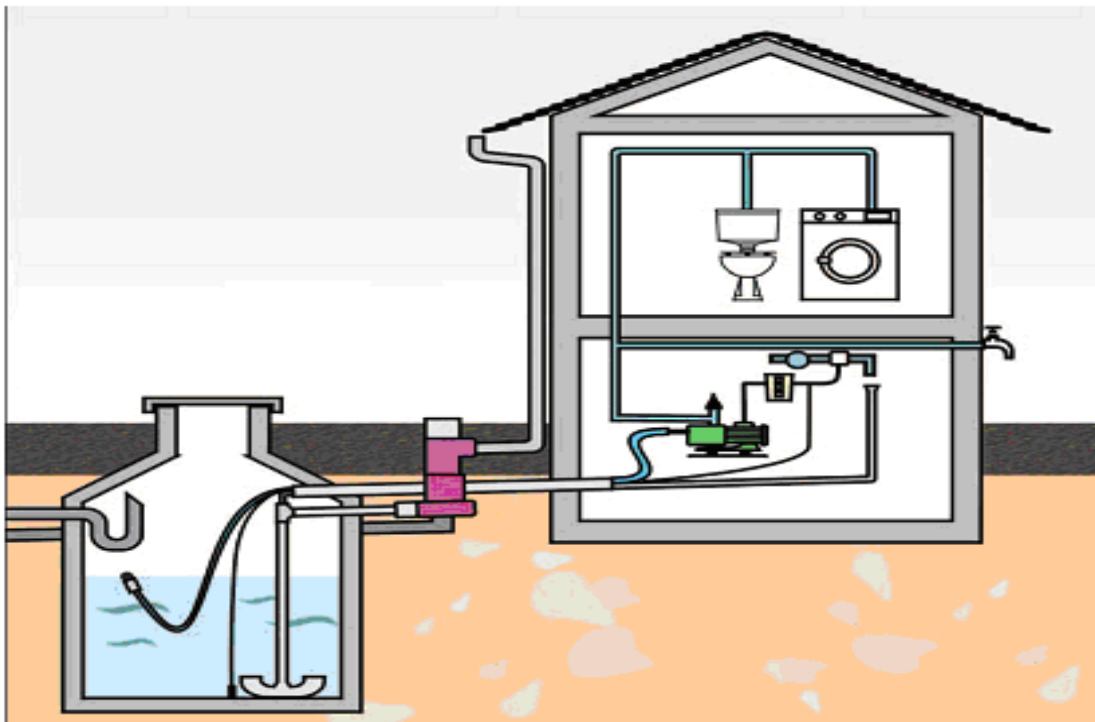
In deze paragraaf staan de technische systeemcomponenten van een goede hemelwateropvang- en verdeelinstallatie opgesomd en bondig beschreven. Om te kijken welke componenten zo'n installatie omvat, verwijs ik naar de definitie die de Code van goede Praktijk voor Hemelwaterputten en Infiltratievoorzieningen omschrijft⁵⁰. De Vlaamse Milieumaatschappij beschrijft in deze code dat een goede hemelwateropvang- en verdeelinstallatie de volgende functies moet kunnen vervullen:

- opvangen van hemelwater in tanks
- filteren van mogelijke vervuiling
- verdeling naar de gebruikspunten binnen het gebouw (pomp en leidingen)
- bijvullen met leidingwater bij tekort
- afvoeren van het teveel aan hemelwater bij hevige regenval

Het zijn dan ook de bovenstaande functies die aan bod zullen komen in deze paragraaf. Hieronder kan u nog een schets vinden van hoe zo'n goede hemelwateropvang- en verdeelinstallatie er zou kunnen uitzien en er in de meeste gevallen ook zal uitzien.

⁵⁰ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.', internet Brochure VMM, 1996/1999/2002 (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

Figuur 7: Schets van een Hemelwateropvang- en Verdeelininstallatie



Bron: 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning' (VMM)

4.3.1 De Regenput

Eerst en vooral is het belangrijk te weten hoe groot de regenput juist moet zijn. Het is vanzelfsprekend dat de tank het water moet kunnen bufferen als het regent zodat men het kan gebruiken wanneer het niet regent. Een te grote tank heeft weinig nut. Het zal u in de eerste plaats naar extra kosten leiden en daarnaast raakt hij waarschijnlijk nooit vol of gebruikt u het extra volume maar zelden. En bovendien loopt de tank best regelmatig eens over zodat de drijvende verontreinigingen van het wateroppervlak worden weggespoeld en er geen microfilm ontstaat. Bij een te kleine tank wordt natuurlijk weer te veel water afgevoerd en kan men niet genoeg water bufferen om langere periodes van droogte te overbruggen, waardoor er bijgevuld moet worden met leidingwater. En zo gaat natuurlijk de installatie zijn effect missen.⁵¹

⁵¹ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Vandaar dat men moet trachten zijn regenput zo optimaal mogelijk te dimensioneren. De nodige inhoud van een hemelwaterput kies je in functie van het wateraanbod en het gewenste verbruik. Een gemiddeld gezin van vier personen die regenwater gaat gebruiken voor de wc, de wasmachine en een buitenkraan zal met een opslagcapaciteit van 5.000 liter over het algemeen voldoende regenwater in zijn put hebben. Op basis hiervan en met de gewenste bufferende functie van regenwatertanks heeft de Vlaamse overheid onder andere in het kader van de subsidiëring van hemelwaterinstallaties de volgende minimale tankinhouden opgelegd in functie van de horizontale dakoppervlakte⁵².

Tabel 4: Minimale tankinhoud in functie van de horizontale dakoppervlakte

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Bron: 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.' (VMM)

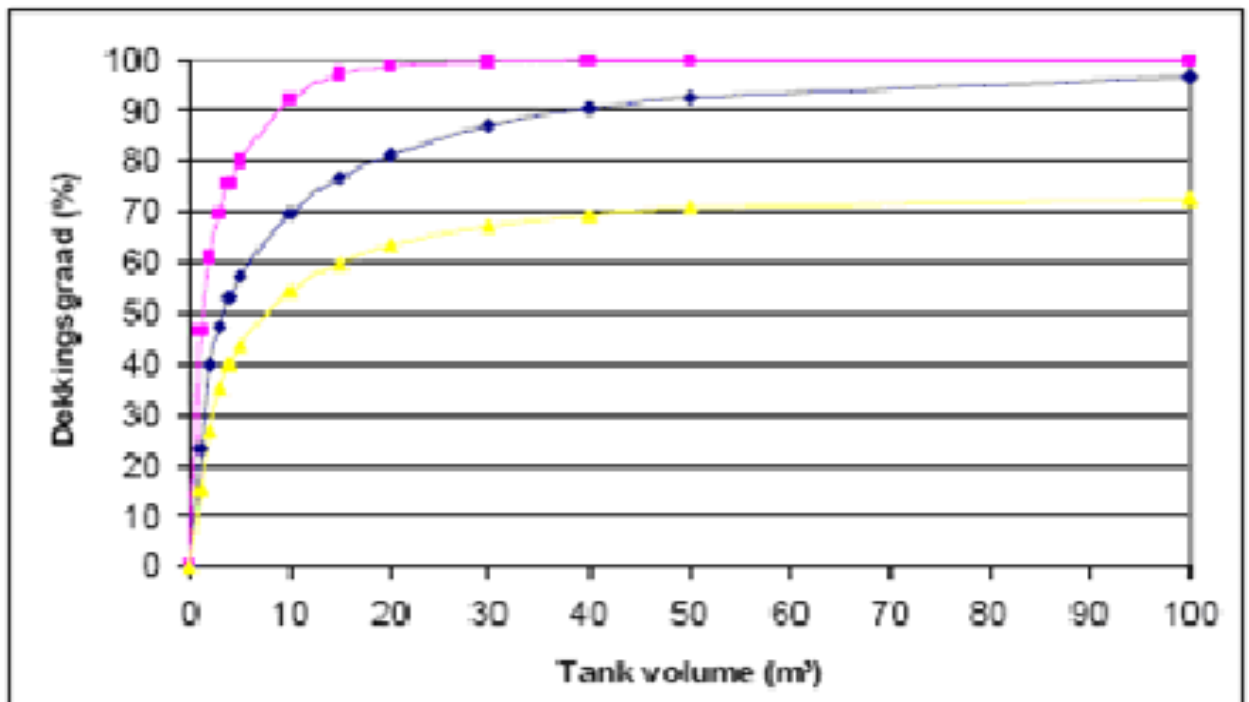
Deze cijfers vinden we ook terug in de Code van goede praktijk voor Hemelwaterputten en Infiltratievoorzieningen en kunnen dus als een algemene maatstaf gezien worden.

⁵² VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – Afdeling water*, 2002

Het is ook mogelijk om uw tankvolume te bepalen op basis van de dekkingsgraad. Deze dekkingsgraad is de verhouding van de hoeveelheid verbruikt hemelwater ten op zichte van de hoeveelheid water die u nodig zou hebben voor al uw regenwatertoepassingen. Deze wordt bepaald door onder andere de watervraag en het regenaanbod, maar ook het tankvolume en tal van andere factoren zoals aanvangsvolume, verlofperiodes, piekverbruiken, aanvulstelsel, ...⁵³ Aan de hand van eenvoudige rekenprogramma's die verkrijgbaar zijn bij ingenieursbureaus, leveranciers van waterputten, ... is het mogelijk dekkingsgraadcurves op te stellen zoals deze in figuur 8. Deze figuur toont ons verschillende dekkingsgraadcurves bij verschillende verhoudingen van de watervraag ten op zichte van het wateraanbod. Men kan dan gemakkelijk het tankvolume bepalen door gewoon de verhouding tussen de watervraag en het wateraanbod te bepalen en daarna aan de hand van de bijpassende dekkingsgraad op de horizontale as van de curve het tankvolume af te lezen. Bij het bepalen van het tankvolume moet men er wel bij stil staan dat men het werkelijk nodige volume aan het berekenen is en dat men dus een iets grotere tank moet voorzien, omdat het echt bruikbare volume van de tank meestal wat kleiner is dan het theoretische. Het is enkel de hoogte tussen het laagste tankniveau (10 – 20 cm boven de bodem) en het overstortniveau dat men kan beschouwen als echt bruikbaar volume.

⁵³ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Figuur 8: Dekkingsgraadcurves bij verschillende verhoudingen regenaanbod/watervraag



Bron: Gebruik van Hemelwater: Technische Toelichting (VITO)

Het is wel onrealistisch uw put zo te dimensioneren, zodat er een dekking van 100 % wordt bereikt, of met andere woorden er voor zorgen dat hij nooit leeg kan komen te staan. Een volledige dekking is niet haalbaar. Het heeft geen zin om 100 % te willen halen, want dit zou leiden tot een zeer grote en dure tank. Dit blijkt ook uit de grafiek die begint af te vlakken naarmate een dekking van 100 % bereikt wordt. Als streefdoel moet men eerder een percentage van 85 % voor ogen houden. Naast de dekking kan men ook het percentage van leegstand gebruiken om na te gaan of de put een realistisch volume heeft. Hiervoor kan men de dimensioneringsgrafiek gebruiken (zie bijlage 1). De dimensioneringsgrafiek toont ons hoe vaak onze put zal leegstaan door het geschatte dagelijks verbruik per 100 m² toevoerd dakoppervlak uit te zetten ten opzicht van de berging per 100 m². Het toevoerd dakoppervlak is de horizontale dakprojectie gecorrigeerd met de coëfficiënten die besproken werden in paragraaf 4.2 (verliesfactor, hellingscoëfficiënt, filterrendement). Het omschrijft dus de oppervlakte die werkelijk in staat is water op te vangen. Als maatstaf moet men hier een leegstand van ongeveer 5 tot 10 % gebruiken. Indien de leegstand groter is moet men trachten het bergingsvolume te vergroten of het waterverbruik te verkleinen. De grafiek

laat wel zien dat het bij een hoog verbruik weinig zin heeft om de berging te vergroten aangezien het effect hiervan vrij klein zal zijn op het percentage leegstand.⁵⁴ Andersom geldt dit ook: de grafiek laat ook zien dat putvolumes van meer dan 10 m³ / 100 m² toevoegend oppervlak weinig zin hebben.⁵⁵

Ralf Pagel⁵⁶ gooit het over nog een iets andere boeg. Hij omschrijft volgende formule als de manier om de capaciteit van de regenput te berekenen: *capaciteit = jaarlijkse watervraag x 0,0575 x 1,1*. Hij vertrekt van de bewering dat droge perioden in onze regionen zelden langer dan drie weken duren. Het is dus noodzakelijk dat de regenput voldoende water bevat om die periode te overbruggen. Aangezien drie weken gelijk staat aan 5,75 % van een jaar, met de regenput dus datzelfde percentage van de jaarlijkse behoefte kunnen bevatten. Daarnaast gaat Pagel er ook vanuit dat de onderste 30 cm van het water in de regenput niet kan worden gebruikt. Dit zou overeenkomen met 10 % van de waterbehoefte. Daarom moeten we een 10 % grotere regenput zorgen, vandaar moet men nog eens vermenigvuldigen met 1,1. Deze formule zou ons een dekkingsgraad van 85 % leveren en zoals boven al vermeld werd, zou een grotere regenput nauwelijks resulteren in een hogere dekkingsgraad. In de praktijk speelt het niet zoveel rol op welke manier men de capaciteit berekent, men moet echter wel verzekeren dat men voldoet aan de minimale tankinhoud van de Vlaamse Overheid (zie tabel 4). De waterwegwijzer voor Architecten van de Vlaamse MilieuMaatschappij bevat een berekeningsformulier dat als hulpmiddel kan dienen bij het dimensioneren van de individuele regenwaterput (bijlage 2).

Als men het tankvolume weet, is de volgende stap de materiaalkeuze van de regenput. Ook hier zijn er enkele opties. Men zou kunnen opteren voor een betonnen tank (zie figuur 7) of een kunststoffen tank of zelfs een waterzak. Daarnaast zijn volledig gemetselde of ter plaatse gegoten betonnen of bakstenen tanks ook toegelaten. Een verouderde beerput of stookolietank

⁵⁴ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

⁵⁵ Hemelwater: afkoppeling, nuttig gebruik, infiltratie en vertraagde afvoer. Wetgeving, berekeningsmethoden en technische & economische beschouwingen. *Centexbel en VITO*, maart 2006

⁵⁶ PAGEL, R., *Computergestuurd waterleidingssysteem voor het dagelijks gebruik van regenwater*, 1^e druk, uitgeverij Segment B.V., Amersfoort, 1999, 179 pagina's

behoort ook tot de mogelijkheden, nadat ze een grondig reiniging hebben ondergaan. Keuze genoeg dus, zolang de tank maar voldoet aan de volgende eisen:

- waterdicht;
- donker en koel om kiem- en algenvorming te voorkomen;
- goed afgesloten;
- een mangat met kraag en deksel moet aanwezig zijn;
- drukbestendig tegen waterdruk in de bodem (bij hoog grondwaterniveau moet een bijna lege tank een opwaartse druk van duizenden kilos kunnen weerstaan);
- bestand tegen mogelijke oppervlaktebelasting;
- lange levensduur;
- inert en mag geen vreemde stoffen aan het water afgeven;
- vorstvrij (in theorie 80 cm onder de grond);

De regenput moet bovenop deze eisen natuurlijk ook kunnen voorzien worden van alle elementen die nodig zijn voor een goede hemelwateropvang- en verdeelinstallatie.

Welk type tank nu de voorkeur heeft, hangt af van situatie tot situatie. Kunststoffen tanks zijn licht en kunnen daardoor met een paar helpende handen gemakkelijker geplaatst worden. Voor de installatie van betonnen tanks zal men al beroep moeten doen op een kraanwagen. Dus als de mogelijkheid er niet is om een kraanwagen tot op de juiste plaats te brengen, kan men het best opteren voor kunststoffen tanks. Daarnaast bestaan er bij kunststoffen tanks zelfs formaten die door een gewone deur passen en heeft men dus ook de mogelijkheid om deze binnen in de woning te zetten. Dit zou een oplossing kunnen zijn voor rijwoningen of bij een gebrek aan plaatsruimte, maar wordt niet aangeraden omdat het dan moeilijker is om de tank koel te houden in de zomer, waardoor de kans op kiemvorming toeneemt. De Code van de goede praktijk heeft een voorkeur voor zelf gemetselde of betonnen tanks, omdat dit materiaal de mogelijk lage zuurtegraad van het regenwater volledig neutraliseert. Dit laatste kan echter in kunststoffen tanks ook tot stand gebracht worden door simpel kalk of kalkstenen toe te voegen.

De uiteindelijke keuze tussen een betonnen of kunststoffen tank zal waarschijnlijk vooral bepaald worden door de plaats waar u de tank gaat neerplanten. Bijvoorbeeld: als het grondwaterniveau vrij hoog is zal een betonnen tank de meest geschikte oplossing zijn, maar bij plaatsgebrek of een plaats die moeilijk toegankelijk is voor een kraanwagen kan men best opteren voor een kunststoffen tank. Naast de plaats zal waarschijnlijk het kostenplaatje het meest bepalend zijn en dit gaat verschillen van leverancier tot leverancier.

4.3.2 Filtratie

Zoals ik in het eerste deel van dit hoofdstuk al besproken hebt, komt regenwater op zijn weg naar de regenput in contact met nogal wat vervuilingen. Om ons regenwater te kunnen gebruiken zonder al te veel ongemakken is filtratie toch aangewezen. Zo gaan we trachten het grof vuil, zand en stof te verwijderen. Mits een goede voor- en of nafiltratie is het mogelijk ons water proper genoeg te krijgen om te kunnen gebruiken voor de eerste twee kwaliteitsgroepen (zie ook *paragraaf 4.1 Kwaliteit*). Als u het water nog zuiverder wilt, zal u beter en meer gecontroleerd moeten filteren.

4.3.2.1 Voorfiltratie

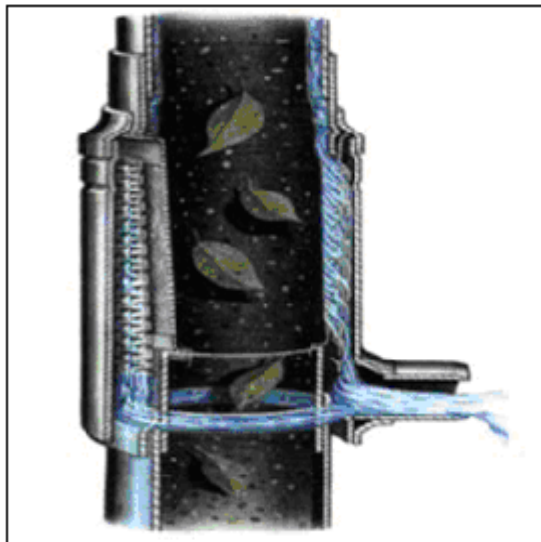
Zoals in de eerste alinea al aangegeven werd zijn er 2 momenten waarop men kan trachten het water te filteren. Enerzijds kunnen we dit doen voor het regenwater de tank bereikt. In dat geval spreken we van voorfiltratie. Anderzijds kunnen we opteren ons water te filteren als het de regenwatertank verlaat. We hebben het dan over nafiltratie. Beiden moeten niet noodzakelijk aanwezig zijn. Als er al een goede voorfiltratie is, wordt een nafiltratie overbodig. In dit eerste stukje bekijk ik de mogelijkheden van voorfiltratie.

Het woord filtratie doet u misschien meteen denken aan allerlei ingewikkelde filtersystemen, maar vooraleer daar mee te beginnen, zijn er toch ook enkele simpelere trucs die u kan uitproberen. Zo kan filtratie al beginnen op uw dak. Een kiezeldak zal al een groot deel van het stof filteren, het zal echter ook leiden tot een belangrijk verlies aan regenwater (zie ook

paragraaf 4.2 Aanbod). Men kan ook een roostertje boven de dakgoot plaatsen. Op deze manier houdt men al een groot deel van de blaadjes tegen. Om verstopping, bacteriegroei en verkleuring te voorkomen eist dit natuurlijk wel regelmatig onderhoud. Omdat het rendement van twee voorgaande methoden niet echt hoog ligt, kan men toch best één van de volgende filters installeren.

Men kan opteren voor een filter in de regenpijp zelf. De filtratie bij een valpijpfilter is gebaseerd op het feit dat het meeste water in een afvoerpijp langs de wanden draaiend naar beneden wervelt. Vertrekkend vanuit dit principe heeft men een filterrooster geplaatst langs de wanden van de afvoerpijp en wordt het gefilterde regenwater langs de buitenzijde af-

Figuur 9: Valpijpfilter



Bron: <http://www.knapen.be/> KNAPEN SCHEMA REGENWATERPUT 1 ...

gevoerd (zie figuur 9). Verstoppingen zijn bij dit systeem uit den boze, want het achtergebleven vuil wordt bij een volgende regenbui weer weggespoeld. Een deel van het water gaat dus wel verloren. Daardoor zijn valpijpfilters maar in staat om 70 tot 80 % van het water te recupereren. Deze methode wordt ook relatief duur wanneer men meer dan twee afvoerpijpen heeft en men voor elke pijp een dergelijke filter moet aanschaffen⁵⁷ en dat terwijl de prijs varieert tussen € 125 en € 175 .

Dit laatste kunnen we staven als we de prijs van een valpijpfilter gaan vergelijken met een cycloonfilter, die in één van de volgende categorieën aan bod komt. Zoals boven al vermeld werd bedraagt de prijs voor 1 valpijpfilter minstens 125 euro. De prijs van een cycloonfilter bedraagt ongeveer 375 euro⁵⁸. Na een simpele berekening kan u dan zien dat vanaf het

⁵⁷ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

⁵⁸ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

moment dat men meer dan drie afvoerpijpen moet voorzien van een valpijpfiler het voordeliger wordt om een cycloonfilter te installeren.

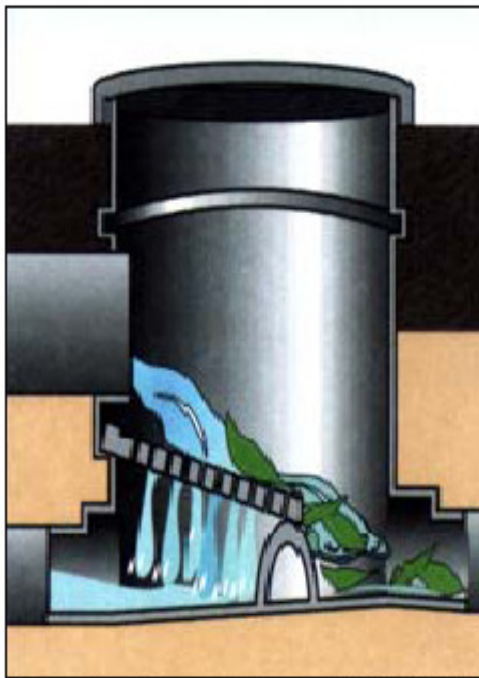
Vandaar dat de voorkeur in de literatuur gaat naar het plaatsen van een filter juist buiten de opvangtank. Op deze plaats hebben we twee categorieën van voorfilters: de zelfreinigende en de niet-zelfreinigende filters. De niet-zelfreinigende filterput is een kleine, ondiepe put aan het oppervlak. In deze put ligt een grof geweven zak gevuld met grind of ander grofkorrelig materiaal dat gaat dienst doen als filtermembraam. Het grootste nadeel bij dit soort filters is dat de filterput regelmatig moet schoongemaakt worden om te vermijden dat het verwijderde organische materiaal begint te rotten. Als men de put niet tijdig schoonmaakt zal het rottend materiaal ervoor zorgen dat het water begint te kleuren en komt het zo in de regenput. Daarnaast moet de put bij langdurige vorst eveneens worden leeggemaakt⁵⁹.

Ook de niet-zelfreinigende filterput is niet de meest ideale oplossing vanwege het onderhoud. Men opteert het best voor de tweede soort voorfilters, namelijk de zelfreinigende filters. Bij dit soort filters stroomt het water over een fijn filter, vervaardigd uit roestvrij staal. Het volgende water zal er dan voor zorgen dat het achterblijvende water en zand automatisch wordt weggespoeld. Bijgevolg hebben deze filters geen onderhoud nodig. Zoals u kan zien op figuur 10 en 11 hebben zelfreinigende filters twee uitgangen. De ene uitgang zal het gefilterde water naar de regenwaterput leiden, langs de andere uitgang gaat ongeveer 10 % van het water verloren samen met het vuil⁶⁰. Zelfreinigende filters bestaan in verschillende varianten. Zo is er de zelfreinigende filterput die u kan zien op figuur 10. Figuur 11 toont u een cycloonfiguur. Bij deze laatste moet er wel sprake zijn van een voldoende hoogteverschil (varieert van meer dan 30 cm tot 14 cm) tussen aan- en afvoer. Bij cycloonfilters wordt het aanstormende water door de filtermazen geslingerd, waarna het wordt afgeleid naar de regenput. Daardoor kan het een zeer hoog rendement halen, zelfs bij hevige regenval.

⁵⁹ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

⁶⁰ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

Figuur 10: Zelfreinigende Putfilter



Bron: <http://www.knapen.be/> KNAPEN
SCHEMA REGENWATERPUT 1 ...

Figuur 11: Cycloonfilter



Bron: <http://www.knapen.be/> KNAPEN
SCHEMA REGENWATERPUT 1 ...

Naast de twee bovenstaande filters vinden we in de categorie van zelfreinigende filters ook nog de volumefilter en de in-line-filter. Beide halen ook een heel goed rendement en hebben het grote voordeel dat ze een kleine inbouwdiepte hebben. Het grote nadeel bij alle zelfreinigende filters is dat men ergens naartoe moet met het vuil spoelwater. Gewoonweg afvoeren naar een ondergrondse infiltratievoorziening is niet mogelijk vanwege de grote kans op verstopping. Hetzelfde probleem gaan we hebben als de afvoer naar het riool via een terugslagklep gaat. Vandaar dat men best probeert het spoelwater samen met de overloop van de tank (zie later) naar een gracht of infiltratiebekken te sturen⁶¹.

Ergens tussen de zelfreinigende en de niet-zelfreinigende filters bevindt zich ook nog de schachtfilter. Het zelfreinigend vermogen van deze filter is iets kleiner en moet daarom best om de vier of vijf weken eens schoongemaakt worden. Het rendement van deze filter is sterk afhankelijk van de regelmaat waarmee men de filter schoonmaakt, maar zal sowieso lager

⁶¹ KNAPEN NV, 'Schema Regenwaterput', internet; <http://www.knapen.be/> KNAPEN
SCHEMA REGENWATERPUT 1 ...

liggen dan de hierboven opgesomde zelfreinigende filters. Naast de tot nu toe genoemde filters maakt men in de literatuur ook nog melding van een paar andere methode die eventueel kunnen dienen als voorfiltratie, zoals de zandfilter en de plantenfilter. Deze methoden zijn echter vaak zeer omslachtig en bereiken zelden een beter rendement als de voorgaande filters. Vandaar dat ik daarover hier niet ga uitweiden. Het zijn ook de bovenstaande zelfreinigende filters die worden aangeraden door de Code van goede praktijk van de Vlaamse Milieumaatschappij.⁶²

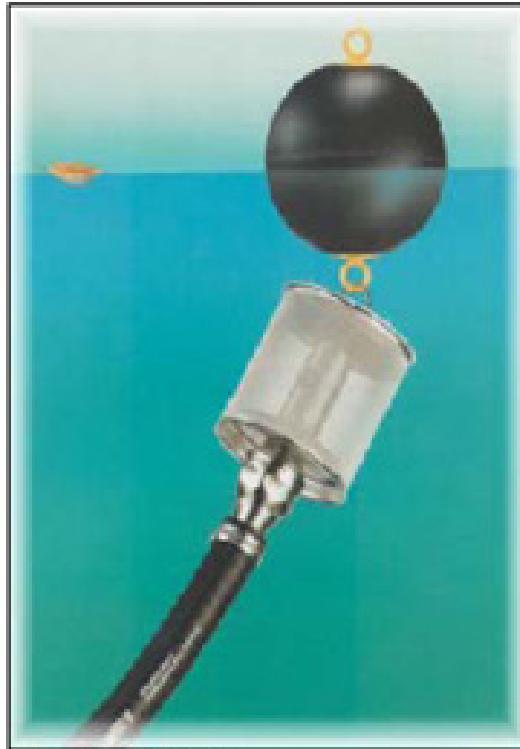
Ook al plaatst men een degelijke voorfilter, toch zal men nog steeds een sedimentatielaag op de bodem van de tank krijgen. Om ervoor te zorgen dat deze laag niet telkens omgewoeld wordt als er nieuw water binnenstroomt, moet men zorgen voor een rustige toevoer van het water. Daarom kan men best kiezen voor een watertoevoer tot op tien cm van de bodem, met een dubbele bocht van 180 graden terug naar boven, zoals te zien is op figuur 7. Dit zorgt voor een vertraagde inloop en vermijdt een omwoeling van de sedimentatielaag⁶³. Deze maatregel is noodzakelijk want anders zou het bezinksel telkens mee opgezogen worden, bovendien kan het voor extra geurhinder zorgen.

Een bijkomende oplossing die ervoor zorgt dat er geen extra bezinksel mee wordt opgezogen, is een extra vlotterfilter plaatsen. De vlotterfilter wordt op het aanzuigpunt in de tank geplaatst en bestaat uit een vlotter, een filter en een voetklep (terugslagklep die moet vermijden dat de aanvoerleiding leegloopt), zoals te zien is op figuur 12. Daardoor hangt het aanzuigpunt altijd ongeveer 10 cm onder het wateroppervlak. Zo wordt het water opgepompt ver verwijderd van de bezinksellaag op de bodem en onder de drijvende deeltjes of microfilm van het wateroppervlak. Daarenboven is de filter nog een extra bescherming voor de pomp tegen deeltjes. De maaswijdte van een vlotterfilter kan variëren tussen 1,2 en 0,23 mm, om een zo goed mogelijk zuivering te hebben, kan deze best zo klein mogelijk kiezen.

⁶² VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.'

⁶³ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Figuur 12: Vlotterfilter



Bron: Knapen NV

4.3.2.2 Nafiltratie

Indien men beschikt over een degelijke voorfiltratie, dan is nafiltratie overbodig voor toilet- en wasmachinetoepassingen. Als men toch betere kwaliteit vereist of een goede voorfiltratie ontbreekt, kan men er natuurlijk nog altijd voor opteren om het water te filteren als het de opvangtank verlaat. Ook hier zijn er verschillende systemen voorhanden⁶⁴:

- Mechanische filter of Cartouchefilter
- Actief-kool-filter
- UV-filter: kiemvrij maken
- Omgekeerde osmose (zuiveren tot drinkbaar water)

⁶⁴ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Er zijn dus mogelijkheden genoeg om het water te filteren en allemaal zullen ze hun eigen voor- en nadelen hebben. Toch zou een goede zelfreinigende filter in combinatie met een vlotterfilter ruim voldoende moeten zijn om het water proper genoeg te krijgen voor gebruik in toilet en wasmachine. Dit brengt ook de minste onderhoudszorgen met zich mee. Als men water wil van hogere kwaliteit, zal men natuurlijk extra maatregelen moeten treffen. Maar zoals eerder al vermeld werd, moet dan continu worden nagegaan of de vereiste kwaliteit wel gehaald wordt.

4.3.3 Oppompen en transporteren.

Voor het transport van het regenwater tussen de opvangtank en de toepassingen in de woning maakt men gebruik van een pomp die onder druk de verschillende toepassingen gaat bevoorraden. Deze pomp moet geschikt zijn qua debiet en opvoerhoogte, zodat het de verschillende verbruikers zonder enig probleem kan voorzien van water en gemakkelijk het hemelwater uit de tank kan oppompen. Ook hier kent men, net zo als bij de filters, een grote variatie aan mogelijkheden, met elk hun voor- en nadelen. Zo kan men onder andere kiezen tussen een hydrofoorgroep met bijhorende druktank, een zelfaanzuigende gestuurde pomp, een dompelpomp in de put of een zuigerpomp.⁶⁵ Welke pomp men gebruikt, speelt niet veel rol, maar er zijn best nog wel een paar voorwaarden waar men rekening mee houdt.

Een goede pomp moet voorzien zijn van een droogloopbeveiliging. Deze beveiliging moet verhinderen dat een pomp blijft doordraaien, wanneer er te weinig water staat. Sommige pompen zijn voorzien van een inwendige droogloopbeveiliging, zoals de gestuurde centrifugaalpompen of de dompelpompen. Maar men zou hiervoor ook een extra vlotter kunnen voorzien. De pomp zou dan afslaan als de vlotter (het waterniveau) te laag komt. Naast de droogloopbeveiliging is de materiaalkeuze van de pomp ook van belang. Men

⁶⁵ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.', internet Brochure VMM, 1996/1999/2002.

opteert het best voor roestvrij materiaal anders zou men wel eens bruine corrosievlekken in het toilet of op de gewassen kledij krijgen.⁶⁶

Uit wat voorafging blijkt dat ondanks een goede voorfiltratie er toch steeds een sedimentatielaag op de bodem van onze regenput zal liggen. Daarom is het ook aan te raden een pomp te zoeken met een aanzuigleiding die niet van op de bodem vertrekt, maar een minimale afstand van de bodem verwijderd is. Langs de andere kant moet het uiteinde van de aanzuigleiding zich altijd laag genoeg onder het wateroppervlak bevindt, anders bestaat de kans dat er lucht wordt aangezogen. De beste oplossing hiervoor zijn we eigenlijk al tegengekomen toen we het hadden over filters. Een vlotterfilter zorgt er namelijk voor dat het water wordt opgepompt 10 cm onder het wateroppervlak, bovendien wordt het opgezogen water nog eens extra gefilterd⁶⁷.

Naast de reeds genoemde voorwaarden, zijn er nog twee andere eigenschappen die dienst kunnen doen als vergelijkingspunten bij de keuze voor een geschikte pomp. De eerste hiervan is het energieverbruik. Het lijkt me logisch dat men dit best zo laag mogelijk houdt. Daarnaast zijn sommige pompen nogal lawaaierig, dus dit zou ook wel een beslissingspunt kunnen vormen.

Er zijn dus punten genoeg waarop pompen van elkaar kunnen verschillen en de uiteindelijke keuze zal waarschijnlijk afhangen van de persoonlijke voorkeur. Men kan natuurlijk ook blind vertrouwen op de Code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen. Hierin raadt men aan om gebruik te maken van een zelfaanzuigende centrifugale ééntraps- of meertraspomp met laag energieverbruik en inwendige droogloopbeveiliging⁶⁸.

⁶⁶ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

⁶⁷ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

⁶⁸ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.', internet Brochure VMM, 1996/1999/2002.

Als men eenmaal een pomp gekozen heeft, zijn er nog enkele dingen waar men rekening mee moet houden bij de installatie van de pomp en de leidingen. Men zou ervoor moeten zorgen dat de pomp hoger geplaatst wordt dan de overloop. Mocht de pomp dan lekken loopt men niet het risico dat de regenput volledig leegloopt. Zorg er ook voor dat de pomp vorstvrij kan opgesteld worden, dit geldt overigens voor al het materiaal (filter, hemelwaterput, leidingen).

⁶⁹ Maak ook bij de keuze van het materiaal voor de leidingen een doordachte keuze. Regenwater is licht corrosief, daarom opteert men best voor roestvrij staal of kunststof (zeker geen koper), anders loopt men weer het risico om bruine corrosievlekken tegen te komen op de was of in het toilet. De regenwaterinstallatie aansluiten op het verdeelsysteem zou niet zoveel problemen mogen opleveren. In de meeste huizen wordt het water verdeeld via collectoren. Het enige wat men moet doen om de regenwaterinstallatie te integreren is het plaatsen van een extra collector en daarna kiezen voor welke aftappunten men hemelwater gaat gebruiken. In oudere huizen kan het zijn dat het water verdeeld wordt in lussen. Bij deze gevallen is het mogelijk dat niet alle gewenste aftappunten aan de regenwaterinstallatie kunnen worden aangesloten. Let op: alle aftappunten die aangesloten zijn op de regenwaterinstallatie moeten voorzien zijn van een sticker of aanduiding met de vermelding 'GEEN DRINKWATER'.⁷⁰



4.3.4 De overloop

Indien men te maken krijgt met hevige regenval kan het gebeuren dat er meer water valt dan dat de regenput kan bergen. Men moet dus ook maatregelen treffen om het teveel aan water af te voeren. Zoals eerder al werd aangehaald, is het zelfs goed dat de tank soms eens overloopt, zodat bovendrijvende verontreinigingen worden afgevoerd. Vandaar dat elke tank moet voorzien zijn van een overloop. Om zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van een

⁶⁹ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

⁷⁰ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

hemelwaterput probeert men best deze overloop zo hoog mogelijk te plaatsen, zodat men niet teveel opslagruimte verliest⁷¹.

Het water van de overloop moet natuurlijk ergens naar toe kunnen. Hiervoor zijn een aantal mogelijkheden. Men moet altijd eerst proberen het water af te voeren naar een infiltratievoorziening op privéterrein. Dit kan men doen door het overtollige water af te leiden naar een bezinkingsput of bezinkingskanaal. De mogelijkheid tot infiltratie is natuurlijk afhankelijk van de doorlaatbaarheid van de bodem en de stand van het grondwaterpeil, maar beperkt zich natuurlijk ook niet tot alleen maar een bezinkingsput of -kanaal. Er bestaan tal van systemen om over te gaan tot infiltratie (vb. infiltratietank). Als een infiltratievoorziening op privéterrein niet binnen de mogelijkheden ligt, moet men trachten één van de volgende maatregelen te gebruiken⁷²:

- naar een gracht
- naar een ondergrondse infiltratievoorziening op publiek domein
- naar een beek of waterloop
- naar een hemelwaterriool
- naar een gemengd riool

Figuur 13: Overloop met sifon



Bron: Waterwegwijzer voor Architecten (VMM)

Bovenstaande oplossingen zijn gerangschikt volgens prioriteit. Het overtollige regenwater afvoeren naar een gemengd riool is enkel een noodoplossing en moet ten alle koste vermeden worden. Indien men niet heeft kunnen vermijden dat de overloop naar een gemengde riolering afgeleid wordt, dient nog een extra maatregel te worden getroffen. De ingang van de overloopleiding wordt dan het beste uitgevoerd als een sifon, waarvan het uiteinde schuin is afgesneden in de richting van de

⁷¹ VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

⁷² VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

put, zoals te zien is op figuur 13. De sifon vervult drie functies. In de eerste plaats houdt het de geurhinder van het riool tegen. Daarnaast bevat het ook een terugslagklep, zodat er geen terugloop van water uit het riool mogelijk is. Doordat de ingang van de overloop hoger ligt dan de hoogte van de buis kan het water dat toch is teruggestroomd (voordat de terugslagklep volledig dicht was) niet in de regenput terecht komen. Tenslotte is de sifon ook een slot tegen ongedierte zoals ratten en muizen⁷³.

4.3.5 Tekort

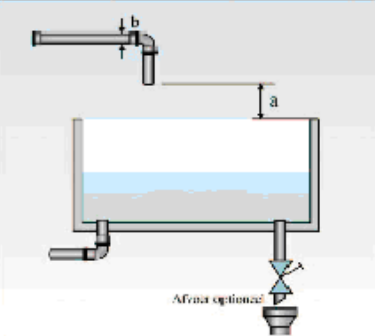
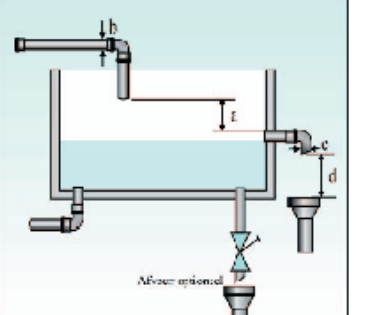
Zoals reeds bij het bepalen van de capaciteit van de regenwaterput vermeld werd, is het onrealistisch een dekkingsgraad van 100 % na te streven. Dit heeft als gevolg dat bij periodes van iets langere droogte het kan voorkomen dat de regenwater tank leeg komt te staan. Daarom moeten er maatregelen getroffen worden om de verschillende toepassingen (wc-spoeling, wasmachine) toch van water te voorzien, er moet dus kunnen overgeschakeld worden op leidingwater. Een vaste verbinding tussen het leidingwatercircuit en het regenwatercircuit is volledig uit den boze. Indien men dit wel doet riskeert men het leidingwaternet te contamineren met allerlei onzuiverheden die zich in het regenwater bevinden. Ook het gebruik van driewegkranen en terugslagkleppen zal dit risico niet wegnemen. Er moeten dus andere oplossingen gezocht worden.

Men kan eventueel de geselecteerde aftappunten (wc, wasmachine, buitenkranen, ...) voorzien van twee afzonderlijke leidingen met elk hun kraan. In dat geval zou je een volledig gescheiden, maar dubbel uit te voeren, installatie kunnen bouwen. Er zijn echter gemakkelijkere manieren en het is dan ook meer voor de hand liggend om de put gewoon bij te vullen met leidingwater. Dit kan men manueel doen door de tuinslang te nemen en de put zelf terug te vullen. Dit is echter geen sinecure als de put om de haverklap leeg staat. Dan kan men het best opteren voor automatische bijvulsystemen. Bij dergelijke automatische systemen zet een vlottereschakelaar een bijvulkraan in werking of wordt de kraan voorzien van een

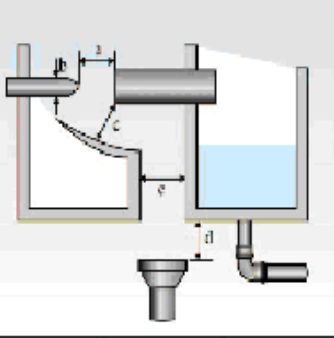
⁷³ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

magneetventiel dat gestuurd wordt door de minimum niveau waarneming in de regenwatertank. Deze systemen moeten echter wel aan strenge voorwaarden voldoen en gekeurd worden door Belgaqua (de Belgische federatie voor de watersector), dit met als hoofddoel om terugstroming naar het leidingwaternet te voorkomen⁷⁴. In onderstaande tabel staan enkele van de installaties die goedgekeurd zijn door Belgaqua. De hoeveelheid drinkwater dat bijgevuld moet worden kan best geregeld worden, om te voorkomen dat te veel wordt bijgevuld. Men kan dit doen aan de hand van een tijdsturing of via een instelbare hoogte.

Tabel 5: Installatie voorwaarden voor de bijvulling van regenwaterputten (Belgaqua)

BEVEILIGING TYPE AA	VRIJE UITTLOOP BOVEN RAND
	<ul style="list-style-type: none"> - Bij deze beveiliging is een drukverhogingspomp of een plaatsing boven het gebruikspunt nodig. Het water, dat zich in de beveiliging en in de installatie stroomafwaarts bevindt, kan niet meer als drinkwater worden beschouwd. - De vrije afstand a, gemeten tussen het laagste uitwendige punt van de toevoerpijp, welke is aangebracht buiten het ontvangende reservoir, en het overstortvlak, moet ten minste gelijk zijn aan tweemaal de binnendiameter b en mag nooit minder bedragen dan 20 mm. Deze vrije afstand mag geen wijziging ondergaan bij het ontstaan van tegendruk
BEVEILIGING TYPE AB	VRIJE UITTLOOP BOVEN OVERLOOP
	<ul style="list-style-type: none"> - Bij deze beveiliging is een drukverhogingspomp of een plaatsing boven het gebruikspunt nodig. Het water, dat zich in de beveiliging en in de installatie stroomafwaarts bevindt, kan niet meer als drinkwater worden beschouwd. - De vrije afstand a, gemeten tussen het laagste punt van de toevoerpijp in de beveiliging en het hoogste punt van de overloop, moet ten minste gelijk zijn aan tweemaal de binnendiameter b en mag nooit minder bedragen dan 20 mm. Deze vrije afstand mag geen wijziging ondergaan bij het ontstaan van tegendruk. - Binnendiameter c \geq tweemaal binnendiameter b (kleinste afmeting ten minste 4 mm). - d \geq de grootste afmeting in de doorsnede c met minimum

⁷⁴ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

BEVEILIGING TYPE AD	VRIJE UTTLOOP MET INJECTOR
	<ul style="list-style-type: none"> - Bij deze beveiliging is een drukverhogingspomp of een plaatsing boven het gebruikspunt nodig. Het water, dat zich in de beveiliging en in de installatie stroomafwaarts bevindt, kan niet meer als drinkwater worden beschouwd. - $a \geq$ tweemaal de binnendiameter b met een minimum van 20 mm. - $c \geq$ tweemaal de binnendiameter b (kleinste afmeting ten minste 4 mm). - $d \geq$ de grootste afmeting in de doorsnede c met minimum van 20 mm. - Het stroomopwaartse deel mag nooit in contact kunnen komen met stoffen afkomstig van het stroomafwaartse gedeelte.

Bron: Waterwegwijzer voor Architecten (VMM)

Het bijvullen van de hemelwatertank zou eventueel ook nog kunnen gebeuren via een drukloze leiding die zich binnen het gebouw bevindt. Deze drukloze leiding eindigt dan op een trechter die verbonden is met de tank. Ook hier zijn er weer enkele voorwaarden waaraan voldaan moet worden. Zo moet de bovenste rand van de trechter minstens 15 cm hoger liggen dan het hoogst mogelijke terugstroompeil van het riool of de regenwaterafvoerleiding. Tussen de trechter en de bijvulkraan moet daarbij ook nog eens een afstand van minstens 20 mm zijn. De trechter moet tenslotte ook nog voorzien worden van een stankafsluiter, om zo eventuele geurhinder uit te sluiten⁷⁵.

4.4 Juridisch Kader

In VLAREM II, het milieureglement van de Vlaamse regering staan al tal van maatregelen opgenomen om ons grondwater te beschermen en de rioleringswaterzuiveringsinstallaties te ontlasten. Zo stelt het VLAREM II dat het regenwater gescheiden moet blijven van ons afval water, tenzij dit onmogelijk haalbaar is (moet bewezen zijn). Sinds januari 1997 is het zelfs verplicht bij nieuwbouw om het hemelwater af te koppelen van ons afvalwater. Hier komt nog eens bij dat bij nieuwe stelsels of bij uitbreiding van bestaande stelsels de nodige maatregelen moeten getroffen worden om het hemelwater zo lang mogelijk ter plaatse te houden en waar

⁷⁵ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, 'Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.', internet Brochure VMM, 1996/1999/2002

mogelijk zelfs te hergebruiken⁷⁶. Vandaar dat het in Vlaanderen verplicht is om bij een nieuwe woning met een dakoppervlakte van meer dan 75 m² om een hemelwaterinstallatie te plaatsen, hetzelfde geldt als men het horizontale dakoppervlak van een bestaande woning uitbreidt met meer dan 50 m². Er worden slechts enkele uitzonderingen op de regel toegelaten. Het gaat hier over woningen op kleine percelen (kleiner dan drie are), rijwoningen en woningen met een groendak of rietdak.⁷⁷ Deze hemelwaterinstallatie moet de volgende componenten omvatten: een put met een opvangcapaciteit die voldoet aan de minimumvereisten uit de Code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen (zie tabel 4), een filter, een pomp en een overloop. De installatie moet voldoen aan de technische normen van Belgaqua en conform zijn met de bepalingen van de Code van goede praktijk. Men is verplicht gebruik te maken van het hemelwater voor minstens 1 toilet en het sproeien van de tuin⁷⁸.

Of men in aanmerking komt voor een subsidie hangt af van gemeente tot gemeente, en in sommige gevallen ook van de provincie. Aangezien het bij nieuwbouw verplicht is om een hemelwaterinstallatie te hebben, zijn er in principe geen subsidies voorzien, al bieden sommige gemeenten ze wel aan. Bij bestaande woningen wordt een andere regeling toegepast. Op sommige plaatsen probeert men subsidies te gebruiken als een stimulans om een hemelwaterinstallatie aan te schaffen. De gemeenten die deel uit maken van het Samenwerkingsakkoord met het Vlaamse Gewest zijn zelf verplicht bij bestaande woningen een subsidie te geven. In dergelijke gevallen doet het Vlaams Gewest er zelfs nog een subsidie van hetzelfde bedrag (max. 375 euro) bovenop. Gemeenten die niet meewerken met het samenwerkingsakkoord zijn niet verplicht subsidies aan te bieden, maar mogen het natuurlijk wel uit eigen beweging. Of men dus subsidies verkrijgt of niet is afhankelijk van de gemeente waar men woont en kan men dus best navragen voor men met de werken begint.⁷⁹

⁷⁶ VITO, 'Hergebruik van hemelwater: Technische Toelichting: Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen.' juli 2004, 12 pagina's

⁷⁷ BUSSCHOTS, K., 'Hemel! Water!', internet, De koevoet, herfst 2006

⁷⁸ Gemeentelijk subsidiereglement op de aanleg van hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen, eerste ontwerp 2001, internet (<http://www.mortsel.be/mrm/adv01/av010419.htm#art212>)

⁷⁹ BUSSCHOTS, K., 'Hemel! Water!', internet, De koevoet, herfst 2006

4.5 Economische baten

Dat het gebruik van regenwater een aantal voordelen voor het milieu heeft (besparing van grondwater, verminderde vervuiling van het oppervlaktewater, ...) werd reeds aangetoond. In hoofdstuk 3 werd echter ook vermeld dat het installeren van een regenwaterinstallatie ook economische baten zou moeten opleveren. Of dit werkelijk zo is moet blijken uit deze paragraaf en het vervolg van deze masterproef.

Eerst en vooral is het belangrijk te melden dat ook hier de uitkomst sterk situatieafhankelijk zal zijn. Er zijn zoveel factoren die kunnen verschillen en dus de investering en de uiteindelijke baten zullen beïnvloeden. Dus de persoonlijke baten bij de installatie van een regenwaterinstallatie zullen verschillend zijn voor iedereen. Wat hieronder volgt zijn slechts enkele algemene richtwaarden waarmee we willen aantonen dat een regenwaterinstallatie op termijn ook economisch voordelig kan zijn.

De grootste kost die men maakt is logischer wijs de regenwaterput. De prijs voor een opvangtank varieert naargelang de grootte. Dit kan gaan van 375 euro voor een tank van 3.000 liter tot 900 euro voor een put van 8.000 liter. Een hemelwaterput is natuurlijk waardeloos als men er geen pomp op aansluit. Hiervoor moet men ongeveer 375 euro tellen. De kost voor een filter is keuze afhankelijk, maar zal rond 375 euro draaien. Hierbij moet men dan nog enkele installatiekosten tellen om de regenwaterinstallatie te plaatsen en het waterleidingssysteem aan te passen. De grootste hap uit deze installatiekosten zijn afkomstig van het bijkomende leidingennetwerk. Enkel bij oudere huizen waar het waterleidingsnetwerk bestaat uit één of enkele lussen zal de omschakeling veel extra werk en kosten met zich meebrengen. Alle kosten bij elkaar moet men volgens de waterwegwijzer voor architecten⁸⁰ op een investering rekenen die zich situeert tussen 1.500 en 2.500 euro, afhankelijk dus van de grootte en het gebruikte materiaal. Het Centrum Duurzaam Bouwen spreekt echter over

⁸⁰ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

een investering die zich tussen 2.500 en 3.000 euro bevindt. De Vlaamse milieumaatschappij spreekt zelfs van een investering tussen 2.000 en 4.000 euro⁸¹.

Een hemelwaterinstallatie heeft natuurlijk als hoofddoel het besparen van drinkbaar leidingwater om zo uiteindelijk te besparen op de waterfactuur. Door gebruik te maken van het regenwater kan men op twee manieren besparen. Eerste en vooral op de rekening van de drinkwatermaatschappij, daarnaast ook op de gewestelijke heffing op afvalwater ('bovengemeentelijke saneringsbijdrage en/of gemeentelijke saneringsbijdrage'), die gebaseerd is op de rekening van de drinkwatermaatschappij. De rekening zal logischerwijs afhangen van hetgeen men verbruikt, het percentage dat men bespaart evenzeer. Ook hier zal de hoeveelheid die men spaart afhankelijk zijn van persoon tot persoon. Zo zal de regio mede bepalen hoeveel men moet betalen. In onderstaande tabel vindt men de tarieven die gelden in de gemeente Mol, Antwerpen.

Tabel 6: Tarieven Pidpa in Mol

Mol (2008)	excl. btw (6%)	incl. btw (6%)
Waterverbruik van 0 tot 250 m ³ per jaar: per m ³	1,2200 euro	1,2932 euro
Waterverbruik vanaf de 251e m ³ per jaar: per m ³	1,3400 euro	1,4204 euro
Bovengemeentelijke saneringsbijdrage	0,8465 euro	0,8973 euro
Gemeentelijke saneringsbijdrage	0,6605 euro	0,7001 euro

Bron: www.pidpa.be

Een simpele rekensom leert ons dat men dus in Mol minstens 2,8906 €/m³ kan uitsparen. Daarnaast komt nog eens dat men de eerste 15 m³ drinkwater per persoon sowieso niet worden aangerekend. Conclusie: door gebruik te maken van een regenwaterinstallatie gaat men het verbruikte leidingwatervolume verkleinen en krijgt men globaal gezien een

⁸¹ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

voordeliger tarief. Een voorbeeld uit de Waterwegwijzer voor Architecten⁸² toont aan dat een gezin van vier personen met een gemiddeld verbruik ongeveer 220 euro per jaar uitspaart als men regenwater gebruikt voor het toilet, de tuin en de schoonmaak. Dit gezin zou een regenwaterinstallatie van 2.500 euro na ongeveer 11 jaar terugbetaald hebben.

Naast de besparing op de rekening van de drinkwatermaatschappij is het ook mogelijk dat men nog subsidies ontvangt van de gemeente, maar zoals uit vorige paragraaf blijkt, geldt dit niet overal en is dit regioafhankelijk. Als men de wasmachine ook aansluit op regenwater bespaart men niet enkel op de waterfactuur. Zoals eerder vermeld werd, zorgt het zachte regenwater ervoor dat men minder wasverzachter en zeep nodig heeft. Dus ook hier kan men besparen. Het is duidelijk dat de installatie van een hemelwaterinstallatie dus ook economische voordelen oplevert, zeker als men in het achterhoofd houdt dat de prijs van drinkbaar water naar alle waarschijnlijkheid in de toekomst nog drastisch gaat verhogen.

⁸² VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000.

5 REKENMODEL BIJ HET GEBRUIK VAN HEMELWATER IN HUISHOUDENS

5.1 Inleiding: Conceptueel model

Uit wat voorafging blijkt dat er toch heel wat komt kijken bij het gebruik van regenwater. Om meer te weten te komen over het economische en ecologische rendement moet men dus al de verschillende variabelen in rekening brengen. Zo zijn er een aantal demografische (gezinsgrootte, leeftijd, ...) en geografische factoren die van belang zijn. De gezinsgrootte bijvoorbeeld zal onder meer het gemiddeld waterverbruik bepalen, wat op zich dan weer de hemelwatervraag en het tankvolume zal bepalen. De regio waar men woont, zal ook mede van belang zijn (hoeveelheid neerslag, tarieven drinkbaar water).

Naast de geografische en demografische factoren zijn er nog verscheidene andere factoren die het rendement gaan beïnvloeden. Ik heb geprobeerd hen onder te delen in drie categorieën. De eerste zijn de variabelen die een invloed hebben op de watervraag. Onder deze categorie vallen onder andere de demografische en geografische factoren uit de vorige alinea, maar ook de mate waarin men al water besparende maatregelen heeft getroffen. De watervraag zelf bepaalt mede het nodige tankvolume en zoals eerder al vermeld werd, varieert de prijs van een opvangtank met de grootte.

In de tweede categorie beschouw ik alle factoren die een invloed hebben op het aanbod van water. Allereerst is er de hoeveelheid neerslag die bepalend is. Als voornaamste variabele hebben we hier de dakoppervlakte. Hoe groter de horizontale dakprojectie, des te meer hemelwater gebufferd wordt, des te meer regenwater we kunnen hergebruiken. Bijkomend bij de dakoppervlakte komt natuurlijk ook de materiaalkeuze voor het dak en de plaatsing ervan (opvangfactor, hellingscoëfficiënt). Net zoals de watervraag, zal het aanbod van regenwater de capaciteit van de regenwaterput beïnvloeden, maar ook de hoeveelheid die we ter onzer beschikking hebben om te gebruiken in het huishouden.

In de laatste categorie staan de overige factoren. De voornaamste factor hierbij zal de prijs van drinkbaar leidingwater zijn, die ook weer streekgebonden is. Daarnaast beschouwen we ook de subsidies. Deze zijn net zoals de prijs van leidingwater sterk regioafhankelijk. Aangezien bij een nieuwbouw een hemelwaterinstallatie verplicht is, voorziet niet elke gemeente een subsidie in ruil voor een dergelijke investering. Boven werd al aangehaald dat de materiaalkeuze bij het dak belangrijk kan zijn, maar ook bij de rest van de regenwaterinstallatie kan dit bepalend zijn, vooral omdat er nogal grote verschillen in prijs kunnen zijn. Ook het rendement van een hemelwaterinstallatie wordt bepaald door de keuze van de materialen (bv. filterrendement). Al deze factoren zullen een invloed hebben op het economisch rendement van de regenwaterinstallatie, maar zullen tevens ook het ecologisch rendement bepalen.

Met de voorgaande technische gegevens en voorwaarden in het achterhoofd, heb ik getracht een rekenmodel voor het gebruik van hemelwater in woningen uit te werken. Bij het opstellen van dit rekenmodel ben ik vertrokken van de Pluviotest voor bedrijven, dat uitgewerkt werd door Agoria in het kader van een Presti 5-project.⁸³ Dit rekenmodel zou uiteindelijk een hulpmiddel moeten bieden op vier verschillende manieren. In de eerste plaats moet het helpen om het gewenste verbruik en de daarbij horende dimensionering van de hemelwaterput te bepalen en te optimaliseren. Daarnaast plakt het ook een kostprijs op de regenwaterinstallatie uitgedrukt in euro/m³ en geeft het rekenmodel ook een idee wat men kan besparen indien men overschakelt naar het gebruik van hemelwater. Tenslotte brengt het rekenmodel de kosten en eventuele besparingen samen en helpt het bepalen of een dergelijke installatie economisch haalbaar is aan de hand van de netto actuele waarde. Binnen deze masterproef heeft het rekenmodel twee functies. Enerzijds heeft het als doel een duidelijk beeld te scheppen van de factoren die belangrijk zijn als men een hemelwaterinstallatie overweegt te plaatsen. Anderzijds werd dit rekenmodel ook gebruikt om na te gaan welke factoren het meest bepalend zijn als men spreekt over de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie. Dit laatste komt aan bod later in dit werk.

⁸³<http://www.agoria.be/s/p.exe/WService=WWW/webextra/prg/izContentWeb?vWebSessionID=27664&vUserID=999999&TopicID=3714&FAActionSource=olTopics&FAAction=SearchTopic>

In wat volgt wordt stap voor stap besproken hoe het rekenmodel te werk gaat en wat de achterliggende theorie omvat. Daarnaast wordt ook een fictief voorbeeld omschreven om zo de besproken stappen enigszins te verduidelijken. Het volledig uitgewerkt voorbeeld kan u terugvinden in bijlage 3.

Alvorens te beginnen met de bespreking van het eerste werkblad van het rekenmodel is het van belang te weten dat in het model met een bepaald kleurenpatroon heb gewerkt. De cellen met een blauwe kleur zijn nog in te vullen cellen. Indien de cellen een gele kleur hebben, omvatten deze cellen reeds waarden waarvan in normale omstandigheden niet van moet afgeweken worden. Tenslotte zijn er ook nog groene en rode cellen. Dit zijn cellen waarin het resultaat automatisch wordt berekend door het rekenmodel.

5.2 Bepaling van het gewenste verbruik en dimensionering van de hemelwaterput

Zoals boven reeds vermeld werd, heeft het rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in huishoudens vier hoofddoelen. Het rekenmodel is dan ook opgedeeld in vier werkbladen. Het eerste werkblad is getiteld ‘Verbruik en dimensionering’. Dit werkblad focust zich zoals de titel al doet vermoeden op het bepalen van het gewenste verbruik en een daarbij aansluitend volume voor de hemelwaterput.

5.2.1 Bepaling van het gewenste verbruik

In de eerste stap wordt het totale gebruiksdebiet aan hemelwater bepaald, of met andere woorden de hoeveelheid drinkwater die men wil vervangen door hemelwater. Hiervoor moet men het aantal bewoners van de woning aangeven en daarna bepalen waarvoor men hemelwater wil gebruiken. In paragraaf 4.1 *Kwaliteit* werd reeds aangetoond dat we hemelwater niet zomaar voor alles kunnen gebruiken. In het rekenmodel heeft men dan ook enkel de keuze uit die toepassingen die zonder enig probleem mogelijk zijn, namelijk de Wc-spoeling, de was van de kledij, de schoonmaak en de tuin. De coëfficiënten die worden gebruikt om het

verbruik te berekenen zijn gebaseerd op het gebruik van de gemiddelde Vlaming (110 l/dag) waarover reeds gesproken is in paragraaf 2.1 *Huishoudelijk gebruik* (zie tabel 1, p 19).

Voorbeeld

In ons voorbeeld beschouwen we een normaal gezin van vier personen dat onder normale omstandigheden voldoet aan het profiel van een gemiddelde Vlaming, of met andere woorden een gemiddeld verbruik van 110 liter water per dag per persoon kent. Het gezin wil nu gaan besparen op drinkwater. Hiervoor wil het hemelwater gaan gebruiken voor de WC – spoeling, de schoonmaak en in de tuin. Uit onderstaande tabel blijkt dat dit overeenkomt met een gewenst verbruik aan hemelwater van 0,152 m³/dag. Op jaarbasis geeft dit dan een gewenst verbruik 55,48 m³/jaar.

<u>1ste Stap: Totaal gebruiksdebiet aan hemelwater bepalen</u>								
aantal bewoners:								4
type verbruik:								
	<u>type</u>	<u>aantal</u>	<u>coëfficiënt</u> <u>(ref 1)</u>			<u>verbruik</u>		
1	WC-spoeling	4	30	120 l/dag	=	0,12	m ³ /dag	
2	Was van kledij	0	17	0 l/dag	=	0	m ³ /dag	
3	Schoonmaak (auto, woning, ...)	4	4	16 l/dag	=	0,016	m ³ /dag	
4	Tuin	4	4	16 l/dag	=	0,016	m ³ /dag	
5	Geen	0	0	0 l/dag	=	0	m ³ /dag	
Totaal gewenst verbruik hemelwater per dag (in m ³ /dag)				152 l/dag	=	0,152	m ³ /dag	
Totaal gewenst verbruik hemelwater per jaar (in m ³ /jaar)						55,48	m ³ /jaar	

Alvorens verder te gaan met de dimensionering van de hemelwaterput, gaan we kijken of het hierboven berekende gewenste verbruik ook haalbaar is. We vragen ons dus af of het gewenste verbruik de beschikbare hoeveelheid opgevangen hemelwater niet overstijgt. Hiervoor gebruiken we de formule die tot stand kwam in paragraaf 4.2 *Aanbod*. Deze formule berekent de opgevangen hoeveelheid hemelwater in functie van het toevoerend opvangoppervlak (opvangoppervlak x filterrendement x verliesfactor x hellingscoëfficiënt) en de gemiddelde neerslaghoeveelheid.

Opgevangen hoeveelheid water
=
opvangoppervlak x neerslaghoeveelheid x opvangfactor x filterrendement x hellingscoëfficiënt

Het is ook deze formule die gebruikt is als vertrekpunt in het rekenmodel. Eerst en vooral moet worden bepaald welke oppervlakken men gaat gebruiken als opvangoppervlak. Aangeraden is enkel daken te gebruiken. Andere oppervlakken zijn natuurlijk ook toegelaten, maar dan kan men geen zekerheid meer geven over de kwaliteit van het opgevangen water. Bijvoorbeeld bij het gebruik van een oprit als opvangoppervlak is het mogelijk dat het water in contact komt met oliesporen. In dat geval is het in ieder geval noodzakelijk een extra doorgedreven filtratie uit te voeren, wat natuurlijk extra kosten met zich meebrengt.

De eerste coëfficiënt waar het rekenmodel rekening mee gaat houden is de hellingscoëfficiënt. Om deze coëfficiënt in rekening te brengen, moet men het zonet bepaalde totale opvangoppervlak onderverdelen in vier tabellen afhankelijk van hun oriëntatie. In elke tabel maakt men dan nog eens een onderscheid afhankelijk van de hellingsgraad. Het idee hierachter is dat in België de meeste regen uit Zuidwestelijke richting komt. Een oppervlak dat dus een Zuidwestelijke oriëntatie heeft, zal meer water opvangen dan een Noordoostelijke oriëntatie. Bij een perfect symmetrisch dak gaan deze coëfficiënten elkaar natuurlijk opheffen en zal de hellingscoëfficiënt één zijn.

Als men het totale opvangoppervlak heeft onderverdeeld naargelang helling en oriëntatie moet men in de volgende stap net hetzelfde doen. Hier is de verdeling afhankelijk van het materiaal waaruit het opvangoppervlak bestaat. Men vertrekt dus opnieuw van het totale gekozen opvangoppervlak en vult dit in afhankelijk van de aard. Het rekenmodel gaat dan automatisch zowel de hellingscoëfficiënt als de verliesfactor in rekening brengen. Daarna gaat het rekenmodel het bekomen gecorrigeerd oppervlak ook nog eens vermenigvuldigen met het filterrendement (0,9), dat algemeen als gemiddelde rendement wordt beschouwd. Zo bekomt men uiteindelijk het totale beschikbare opvangoppervlak (= toevoerend opvangoppervlak).

De totale beschikbare hoeveelheid hemelwater wordt dan berekend door simpelweg het bekomen gecorrigeerde opvangoppervlak te vermenigvuldigen met de gemiddelde jaarlijkse neerslag in België ($0,78 \text{ m}^3$)⁸⁴. Aangezien de verschillen in België tussen de regio's zo klein zijn, kunnen we zonder grote afwijkingen deze gemiddelde waarde gebruiken. Indien men toch exactere gegevens wilt, kan men altijd terecht op de site van de Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI, www.meteo.be) om de gemiddelde jaarlijkse neerslag van zijn regio te achterhalen en dit dan te wijzigen in de formule.

Het rekenmodel gaat ook meteen aantonen of de beschikbare hoeveelheid hemelwater toereikend is om aan het gewenste verbruik, dat in de eerste stap werd bepaald, te voldoen. Indien het beschikbare oppervlak groot genoeg is om het gezin te voorzien met voldoende hemelwater kan men gewoon verder gaan met het berekenen van het daarbij benodigde putvolume. Indien dit niet het geval is, heeft men twee opties. Men kan er voor opteren om het gewenste verbruik te verlagen door minder toepassingen om te schakelen naar hemelwater. Daarnaast zou men ook het beschikbare opvangoppervlak kunnen vergroten om op die manier de beschikbare hoeveelheid hemelwater te vergroten.

Voorbeeld

Het voorbeeldgezin wil het eerder berekenende gewenste verbruik bereiken door hun dak te gebruiken als opvangoppervlak. Het gezin beschikt over een horizontale dakprojectie van 100 m^2 . Het dak is perfect symmetrisch, waarvan de voorkant gericht is naar het zuidwesten en de achterkant een noordoostelijke oriëntatie kent. Indien het dakoppervlak niet toereikend zou zijn om het gewenste gebruik te halen, beschikt het gezin nog over een losstaande garage met een plat bitumen dak van 25 m^2 dat men eventueel ook nog kan gebruiken om hemelwater op te vangen. Uit het rekenmodel blijkt echter dat de horizontale dakprojectie van 100 m^2 ruim voldoende is om het gewenste verbruik te bereiken. Deze 100 m^2 levert ons een beschikbare hoeveelheid regenwater van $63,18 \text{ m}^3/\text{jaar}$ (en dat terwijl we streven naar een verbruik van

⁸⁴ www.meteo.be/meteo/view/nl/65239-Home.html?newlanguage=true

55,48 m³/jaar). Het rekenvoorbeeld toont ook dat de verschillende hellingscoëfficiënten elkaar opheffen omwille van de symmetrie van het dak.

Indien het gezin ook de garage zou meetellen als opvangoppervlak zou de beschikbare hoeveelheid hemelwater stijgen tot 75,47 m³/jaar. Voorlopig is deze hoeveelheid hemelwater niet van toepassing. Het gezin zou kunnen overwegen deze extra oppervlakte aan te wenden om ook hun kledij te wassen met hemelwater. Maar met behulp van het rekenmodel kan men berekenen dat hiervoor een gewenst verbruik van 80,3 m³/jaar nodig is en dat, zelfs met de garage inbegrepen, het opvangoppervlak hier niet toereikend is. Indien het gezin toch wilt omschakelen naar hemelwater om hun kleren te wassen, zal het dus op zoek moeten gaan naar bijkomende opvangmogelijkheden. Voorlopig gaan we er echter vanuit dat het gezin ook in de toekomst het gebruik van hemelwater gaat beperken tot de toiletspoeling, schoonmaak en de tuin.

Totaal opvang oppervlak			100 m ²
<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>zuidwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1,25		30°	0 m ²
1,3		35°	0 m ²
1,36	50	40°	68 m ²
1,43		45°	0 m ²
1,52		50°	0 m ²
1,55		≥ 55°	0 m ²
Totaal opvangoppervlak met zuidwest oriëntering			68 m ²
Totaal opvangoppervlak met zuidoost oriëntering			0 m ²
Totaal opvangoppervlak met noordwest oriëntering			0 m ²
<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>noordoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
0,75		30°	0 m ²
0,7		35°	0 m ²
0,64	50	40°	32 m ²
0,57		45°	0 m ²
0,48		50°	0 m ²
0,45		≥ 55°	0 m ²
Totaal opvangoppervlak met noordoost oriëntering			32 m ²
Totaal orientatie/helling gecorrigeerd opvangoppervlak			100 m²

	<u>Opvangoppervlak type</u> (beschrijving, materiaal)	# m ²	%	# m ² gecorrigeerd	Verliesfactor (ref. 3 & 4)	Gecorrigeerd Opvangoppervlak
1	hellend dak met beplanting	0 m ²	0 %	0 m ²	0,25	0 m ²
2	hellend dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,8	0 m ²
3	hellend dak met geglazuurde pannen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,9	0 m ²
4	hellend dak met leien of pannen	100 m ²	100 %	100 m ²	0,9	90 m ²
5	plat dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,7	0 m ²
6	plat dak met beplanting (groendak)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,2	0 m ²
7	plat dak met grind	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
8	Terreinverharding (vb. oprit)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
9	geen	0 m ²	0 %	0 m ²	0	0 m ²
		100 m ²	100 %	100 m ²		

Totaal gecorrigeerd opvangoppervlak	90 m ²
Filterrendement (ref 2)	0,9
Totaal beschikbaar opvangoppervlak	81 m²

Beschikbare hoeveelheid hemelwater (m³/dag)

0,173 m³/dag
63,18 m³/jaar

Het berekende verbruik is kleiner dan of gelijk aan het beschikbaar hemelwaterdebiet. Ga verder.

5.2.2 Dimensionering van de hemelwaterput

Het rekenmodel heeft ons tot dusver het gewenste verbruik helpen bepalen en het heeft ook nagerekend of dit gewenste verbruik haalbaar is met het gekozen opvangoppervlak. De volgende stap spitst zich toe op het bepalen van het volume van de hemelwaterput. Dit is een vrij belangrijke stap bij het optimaliseren van een regenwaterinstallatie. Een regenwaterput mag niet te klein zijn, omdat er dan te weinig water kan worden opgevangen en de put dus bij langere periodes van droogte snel zal leegstaan, waardoor men toch moet teruggrijpen naar leidingwater. Hierdoor kan de hemelwaterinstallatie dus niet uitvoeren waarvoor het in de eerste plaats geplaatst wordt. Het volume van de put mag ook niet te groot zijn. Dit zou te veel extra kosten met zich meebrengen en daarnaast is het goed voor de kwaliteit van het hemelwater dat de put af en toe eens overloopt. Zo wordt de bovenste sliblaag verwijderd en vermijdt men dat er zich een film gaat vormen bovenop het regenwater (*zie ook paragraaf 4.3.1. De Regenput*).

De Vlaamse Overheid heeft onder andere in het kader van de subsidiëring van hemelwaterinstallaties en rekening houdend met de bufferende functie van dergelijke installatie een minimale tankinhoud opgelegd en dit in functie van het horizontale opvangoppervlak (*zie tabel 4 paragraaf 4.3.1 De Regenput, p 39*). Deze minima worden ook gebruikt in de Code van de Goede Praktijk voor Hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen en kunnen dus beschouwd worden als een algemene maatstaf.

Voorbeeld

In ons voorbeeld hebben we in vorige stap gezien dat een opvangoppervlak van 100 m² voldoende is om het gewenste verbruik te halen. We hebben toen ook veronderstelt dat het gezin in de toekomst het gebruik van hemelwater waarschijnlijk beperkt gaat houden tot de Wc-spoeling, de schoonmaak en de tuin, zodat we geen rekening moeten houden met eventuele uitbreiding van de hemelwaterinstallatie. Als we dan gaan kijken naar de opgelegde

minima door de Vlaamse Overheid, zien we dat bij een horizontale dakprojectie van 100 m² een hemelwaterput van 5.000 liter voldoende zou moeten zijn.

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Bron: 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.' (VMM)

Totale opvangoppervlakte	100 m ²	=>	5000 liter
--------------------------	--------------------	----	------------

Indien het gezin toch zou beslissen om ook de garage te gebruiken als opvangoppervlak gaat men het putvolume wel moeten uitbreiden tot 6.000 liter

Aan de hand van het percentage leegstand kunnen we nu nagaan of deze tankinhoud ook een realistisch volume is en/of dat de inhoud toereikend is om te voldoen aan de waterbehoefte. Hiervoor gebruikt het rekenmodel een dimensioneringsgrafiek (zie bijlage 1) die het verbruik (in l/dag/ 100 m² toevoerend dakoppervlak) uitzet ten op zichte van de berging (m³/100 m²) en dit bij verschillende leegstandspercentages. Er van uit gaan dat de opvangtank nooit leeg zal staan is onrealistisch. Aangeraden wordt te streven naar een leegstand van ongeveer 5 % tot 10 %. In het rekenmodel wordt op basis van de dimensioneringsgrafiek een schatting gemaakt van de berging die hoort bij het eerder berekende gewenste verbruik (in l/dag/100 m²) en dit respectievelijk bij 5 % en 10 % leegstand.

Dit gebeurt aan de hand van volgende formules:

- Berging bij 5 % = $0,0092 * (((\text{Verbruik}/10) + 1)^{2,2643})$
- Berging bij 10 % = $0,0016 * (((\text{Verbruik}/10) + 1)^{2,73})$

Aangezien we niet over de originele formule beschikken, hebben we getracht met behulp van Excel een zo goed mogelijke benadering te maken aan de hand van uit de grafiek afgelezen waarden. Hoe dit precies in zijn werking ging, wordt beschreven in bijlage 4. Zoals daar te zien is, vormen deze formules een vrij nauwkeurige benadering tot op een hoogte van ongeveer 220 liter per m³ per 100 m² toevoerend dakoppervlak.

Het rekenmodel drukt dan automatisch het putvolume uit in liter en geeft eveneens aan of dit een realistisch putvolume is. Dit laatste wordt bereikt als het putvolume dat wordt voorgeschreven door de Code van de Goede praktijk tussen de putvolumes bij 5 en 10 % leegstand ligt.

Indien het putvolume dat wordt voorgeschreven door de Code van de Goede praktijk echter groter is dan het putvolume bij een leegstand van 5 % dan is de regenwaterput eigenlijk te groot. Men gaat dus meer water kunnen opvangen dan eigenlijk nodig is. Aangezien het vooropgestelde volume het door de Vlaamse Overheid voorgeschreven minimum is, is de enige optie om de regenwaterput beter te benutten het vergroten van het gewenste verbruik. Dit kan men doen door meer toepassingen aan te sluiten op de regenwaterinstallatie. Het verkleinen van het toevoerend dakoppervlak is ook een mogelijkheid, maar dan loopt men het risico dat men te weinig hemelwater gaat opvangen om te voldoen aan het gewenste verbruik.

Wanneer het door de Code voorgeschreven putvolume kleiner is dan het putvolume bij een leegstand van 10 % dan is de hemelwaterput te klein. Men zal niet genoeg water kunnen bufferen om langere perioden van droogten te overbruggen. Daardoor gaat men de hemelwaterput moeten bevoorraden met drinkwater en verdwijnt het oorspronkelijke doel van de hemelwaterinstallatie. Ook hier zal men actie moeten ondernemen om de hemelwaterput

beter te dimensioneren. Men heeft hier twee opties. In de eerste plaats kan men het gewenste verbruik verkleinen, zodat men minder water nodig heeft en dus periodes van droogte kan overbruggen. De meest voor de hand liggende keuze is echter het vergroten van de hemelwaterput, zodat de put zich ergens tussen een leegstandspercentage van 5 en 10 % bevindt.

Voorbeeld

In ons voorbeeld komt het gewenst verbruik van 55,48 m³/jaar overeen met een verbruik van 187,7 l/dag/100 m² toevoerend opvangoppervlak. Met behulp van deze waarde kan men op de dimensioneringsgrafiek de benodigde berging aflezen bij respectievelijk 5 en 10 % leegstand. Het rekenmodel gebruikt hiervoor voorgaande formules. Als men een leegstand van 5 % voor ogen houdt, heeft men voldoende aan een regenwaterput met een mogelijke berging van ongeveer 7,91 m³/100 m², of met een volume van 6.406 liter. Indien we tevreden zijn met een leegstand van 10 % volstaat een regenwaterput met een mogelijke berging van ongeveer 5,52 m³/100 m², of met een volume van 4.471 liter. We zien dat het vooropgestelde volume van 5.000 liter mooi tussen deze twee in ligt. Een snelle omrekening toont ons dat een regenput met een volume van 5.000 liter bij een verbruik van 187,7 l/dag/100 m² een leegstand kent van iets meer dan 7 %. Aangezien we streven naar een leegstand die tussen 5 en 10 % ligt, heeft het gezin dus geen enkele redenen om het verbruik of het volume van de put te wijzigen. Dit wordt dan ook aangeraden door het rekenmodel.

Gewenst verbruik per dag (stap 1)	0,152 m ³ /dag
	of 187,7 l/dag/100m ²

5 % leegstand	→	7,91 m ³ /100m ²	→	6,406 m ³ 6406 liter
10 % leegstand	→	5,52 m ³ /100m ²	→	4,471 m ³ 4471 liter
Het putvolume is groot genoeg om aan het eerder berekende verbruik te voldoen.				

5.3 Kosten voor hemelwater

Nadat men het gewenste verbruik heeft bepaald en vooral de hemelwaterput heeft gedimensioneerd, kan men ook al een idee vormen over de kosten van een hemelwaterinstallatie. Er worden in het rekenmodel twee grote kostenposten in rekening gebracht. In de eerste plaats zijn er de investeringskosten. Deze investeringskosten omvatten onder andere de aanschaf, de levering en de installatie van de hemelwaterput (inclusief voorbereidende werken en herstellingswerken), maar ook de erelonen van geraadpleegde architecten of aannemers. Een andere grote kostenpost binnen de investeringskosten is de kostprijs voor de bijkomende leidingennetwerken. Bovenop de investeringskosten zijn er ook nog de jaarlijks terugkerende verbruikskosten of exploitatiekosten. Dit zijn de kosten die nodig zijn om de hemelwaterinstallatie te laten werken. Hieronder vinden we de onderhoudskosten en de energiekosten terug.

Het rekenmodel biedt twee mogelijkheden om de kosten te berekenen. In de eerste plaats kan men gewoon een raming maken van de totale investering. Dit is gemakkelijk als men niet over de volledige gedetailleerde gegevens beschikt van alle elementen die nodig zijn. Zo kan men het model verder gebruiken op basis van een schatting van de kostprijs. Bij deze raming wordt nog een onderscheid gemaakt tussen de kosten voor de hemelwaterput, de andere investeringskosten (filter, pomp, andere accessoires, plaatsing, ...) en de verbruikskosten. Hierbij kan men best in het achterhoofd houden dat men moet tellen op investering van 2.000 tot 4.000 euro.⁸⁵ Naast deze schatting kan men met het rekenmodel ook een gedetailleerde kostprijs berekenen, waarbij men voor elk element een aparte kostprijs kan ingeven. Zo kan men exact bepalen hoe groot de investering gaat zijn indien men een regenwaterinstallatie wil plaatsen en krijgt men een beter overzicht waarvoor het meeste geld nodig is. Belangrijk is wel dat men slechts één van de twee mogelijkheden gebruikt (ofwel schatting, ofwel gedetailleerd). Indien men zowel de raming als de gedetailleerde kostprijs invult gaat verder in het rekenmodel een te hoge investering aangerekend worden.

⁸⁵ VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

Voorbeeld

Aan de hand van het eerder bepaalde volume van de regenwaterput (5.000 liter) geeft het rekenmodel een raming van de kostprijs van een hemelwaterput van deze grootte. De coëfficiënten die het hiervoor gebruikt zijn afkomstig uit een technische toelichting bij het gebruik van hemelwater van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek in samenwerking met Centexbel.⁸⁶ Het gezin opteert ervoor een betonnen put te installeren om enerzijds de zuurtegraad te neutraliseren, maar ook om te vermijden dat de put naar boven geduwd zou worden bij een hoge grondwaterstand. Met de coëfficiënten in het achterhoofd zien we dat voor het gezin de regenwaterput 1.250 euro gaat kosten. We gaan er wel van uit dat dit inclusief levering en plaatsing is. Voor een raming van de andere investeringskosten is het gezin naar een paar firma's geweest om een mogelijke schatting te maken. Dit komt neer op een extra investering van ongeveer 1.800 euro (ruim geschat zodat zeker niet te weinig wordt aangerekend). Deze 1.800 euro omvat alle andere benodigheden vereist om aan een volwaardige regenwaterinstallatie te voldoen, inclusief graafwerken en extra leidingen. Dit brengt de totale investering op een bedrag van 3.050 euro.

Voor de verbruikskosten is het gezin gaan luisteren bij familieleden en burens die reeds een hemelwaterinstallatie in gebruik hebben. Aangezien het gezin opteert voor een zelfreinigende filter zullen de onderhoudskosten beperkt blijven en kunnen die perfect zelf uitgevoerd worden, tenzij er zich problemen zouden voordoen. Om het besturingsysteem en de pomp draaiende te houden gaat het gezin ervan uit dat het extra energiekosten van ongeveer 50 euro gaat oplopen. De verbruikskosten beperken zich wel tot deze extra energiekosten, omdat onder normale omstandigheden het onderhoud zelf kan uitgevoerd worden.

⁸⁶ VITO; CENTEXBEL, 'Hergebruik van hemelwater: Technische Toelichting: Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen.' juli 2004, 12 pagina's

RAMING KOSTPRIJS TOTALE INVESTERING			
<u>1. Raming investering hemelwaterput</u>			
Gekozen volume van de hemelwaterput (in liter)			5000 liter
Gekozen volume van de hemelwaterput (in m ³)			5 m ³
Kostprijs Hemelwaterput			
<u>type hemelwaterput</u>	<u>aantal</u>	<u>richtprijs (ref 5)</u>	<u>Kostprijs Hemelwaterput</u>
ter plaatse gegoten beton		600 EUR/m ³	0 euro
prefab betonnen put	1	250 EUR/m ³	1250 euro
kunststoffen tanks		200 EUR/m ³	0 euro
Totale kostprijs hemelwaterput			1250 euro
<u>2. Andere investeringskosten (filter, pomp, ...)</u>	1800	€	
Totale geraamde investering		3050	€
<u>3. Verbruikskosten</u>	50	€/jaar	

5.4 Besparingen

Sommige mensen zullen een regenwaterinstallatie plaatsen puur uit milieuoverwegingen, toch zullen de meesten overgaan tot het gebruik van hemelwater omwille van eventuele kostenbesparingen. Een hemelwaterinstallatie moet dus ook iets opbrengen. De opbrengst in dergelijke situaties zal men moeten zoeken in de besparingen die een hemelwaterinstallatie oplevert. Er zijn twee manieren om kosten uit te sparen bij een regenwaterinstallatie (zie ook *paragraaf 4.5 Economische baten*), namelijk:

- een verminderde waterfactuur
- een besparing op de milieuheffing

In het rekenmodel geeft het derde werkblad een eerste idee van de jaarlijkse besparingen die men heeft indien men sommige toepassingen overschakelt op hemelwater. Het rekenmodel vergelijkt hiervoor. In de ene situatie gaat het rekenmodel er van uit dat er enkel drinkwater wordt gebruikt. Men moet dan het totale jaarverbruik aangeven samen met de eenheidsprijs per m³. Deze laatste is net zoals de vaste kost afhankelijk van de drinkwatermaatschappij waarbij men is aangesloten en de regio waar men gevestigd is of zich wil vestigen. Ook de milieuheffing wordt berekend op het totale jaarlijkse verbruik en omvat eveneens een eenheidsprijs per m³ die regio en maatschappij afhankelijk is.

De tweede situatie berekent de waterfactuur waarbij een deel van het verbruik aan drinkwater wordt vervangen door hemelwater. De exacte hoeveelheid hemelwater die wordt afgetrokken is het gewenste verbruik aan hemelwater dat op het eerste werkblad werd aangegeven. De eenheidsprijs, de vaste kost en de milieuheffing blijven natuurlijk hetzelfde. Enkel het totale jaarlijkse verbruik aan drinkwater daalt. Door beide situaties te vergelijken komt het rekenmodel tot een raming van de besparingen. Er wordt in dit rekenmodel geen rekening gehouden met enkele besparingen die moeilijker uit te drukken zijn in euro's. Deze besparingen werden ook al besproken in *paragraaf 4.5 Economische baten* (langere levensduur wasmachine, mindere wasverzachter, minder zeep, ...). Het rekenmodel brengt hierbij ook de jaarlijks terugkerende verbruikskosten niet in rekening, dit wordt pas op het vierde werkblad gedaan bij het bereken van de netto actuele waarde.

Voorbeeld

We hebben al verondersteld dat het gezin gemiddelde verbruikers zijn. Dit houdt in dat elke persoon gemiddeld 110 liter water per dag verbruikt. Op jaarbasis geeft dit dan een totaal verbruik van 160,6 m³/jaar. Met de regenwaterinstallatie wil het gezin ongeveer 55,48 m³/jaar uitsparen. Het gezin wil zich vestigen in een reeds bestaande woning in de regio van Hasselt, meer bepaald in de deelgemeente Sint - Lambrechts - Herk. In Hasselt wordt de

*drankvoorziening geregeld door de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening(VMW)⁸⁷.
Specifiek voor Sint – Lambrechts – Herk, Hasselt gelden volgende tarieven⁸⁸:*

- *Vaste vergoeding: 41,56 euro per jaar*
- *Verbruik van het drinkwater: 1,35 euro per m³*
- *Bijdrage voor de zuivering van drinkwater: 0,8730 euro per m³*
- *Bijdrage voor de afvoer van drinkwater: 1,2222 euro per m³*

Met deze gegevens blijkt dat het gezin door hemelwater te gebruiken 191,14 EUR/jaar kan besparen. Dit laatste geldt natuurlijk alleen als we veronderstellen dat de eenheidsprijs voor drinkwater constant blijft. De eenheidsprijs bevindt zich echter in een stijgende trend en dus zullen ook de besparingen stijgen.

⁸⁷ <http://www.svw.be/overleg/watervoor.asp>

⁸⁸ <http://www.vmw.be>

1ste stap: Besparing op de waterfactuur (ref 7)

	ENKEL DRINKWATER	DEELS HEMELWATER
Jaarverbruik (drinkwater)	160,6 m ³	105,12 m ³
Gratis volume (aantal personen x15 m ³)	60 m ³	60 m ³
Restgebruik (jaarverbruik - gratis volume)	100,6 m ³	45,12 m ³
Eenheidsprijs per m ³ (afhankelijk van regio en maatschappij)	1,35 EUR/m ³	1,35 EUR/m ³
Kostprijs restvolume (= eenheidsprijs * restvolume)	135,81 EUR	60,912 EUR
Vaste Kost (afhankelijk van drinkwatermaatschappij)	41,56 EUR	41,56 EUR
Jaarlijkse waterrekening	177,37 EUR	102,472 EUR
Besparing op de waterrekening	74,898 EUR/jaar	

2de stap: Besparing op de milieuheffing (ref 7)

	ENKEL DRINKWATER	DEELS HEMELWATER
Jaarverbruik (drinkwater)	160,6 m ³	105,12 m ³
Milieuheffing Eenheidsprijs per m ³ (afhankelijk van regio en maatschappij)	2,0952 EUR/m ³	2,0952 EUR/m ³
- bovengemeentelijke saneringsbijdrage (zuiveren van afvalwater)	0,873 EUR/m ³	0,873 EUR/m ³
- gemeentelijke saneringsbijdrage (afvoeren van verbruikt water)	1,2222 EUR/m ³	1,2222 EUR/m ³
Jaarlijkse Milieuheffing	336,4891 EUR	220,24742 EUR
Besparing op de milieuheffing	116,2417 EUR/jaar	

Totale besparing (per jaar) dankzij het gebruik van hemelwater

191,14 EUR/jaar

ref 7: Brochure: 'Regenwater: een hemels geschenk. Vuistregels voor het opvangen en benutten van regenwater in huis.', Uitgave 2002 (Deze brochure is een uitgave van het provinciaal samenwerkingsverband voor de ondersteuning van het gemeentelijk milieubeleid in Vlaams-Brabant)

5.5 Netto actuele waarde en terugverdientijd

Terwijl we op werkblad twee en drie een eerste idee hebben kunnen vormen van de kosten en opbrengsten die gepaard gaan met het gebruik van hemelwater in de woning, gaat werkblad vier (NPV) nog een stapje verder. Op dit werkblad berekent het rekenmodel de netto actuele waarde van de investering. De netto actuele waarde wordt gedefinieerd door volgende formule⁸⁹:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+k)^t} - NINV$$

Met NPV = de netto actuele waarde

NCF_t = de netto cash inkomsten in jaar t

k = de discontovoet

NINV = de netto investering

Het rekenmodel berekent dus aan de hand van eerder bepaalde gegevens uit de vorige werkbladen de jaarlijkse inkomsten. Daarna worden deze uitkomsten verdisconteert en uiteindelijk vermindert met de netto investering. Hiervoor moet men geen extra gegevens toevoegen, behalve de eventuele subsidies of premies. Eerst en vooral herneemt het model de besparingen die werden berekend in het derde werkblad en trekt hier de jaarlijkse verbruikskosten af. Het bedrag dat hier wordt bekomen vormt de cash inkomst van het eerste jaar. Om de cashinkomsten voor de daarop volgende jaren te berekenen worden twee extra factoren in rekening gebracht. Enerzijds beschouwen we een jaarlijkse groeivoet voor de eenheidsprijs van leidingwater, die wordt vastgesteld op 5,25 %. Hoe deze groeivoet tot stand komt wordt besproken in bijlage 5. Anderzijds mogen we ook de jaarlijkse groeivoet van de

⁸⁹ MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, *Contemporary Financial Management*, Tenth edition (International Student Edition), South- Western, part of the Thomson Corporation, 2004, 799 pagina's

milieuheffing niet vergeten. Aangezien we er van uit gaan dat het niet de bedoeling is dat de gemeentes en/of overheid hieruit winst slaan, veronderstellen we dat deze groeivoet gelijk is aan de inflatie. We stellen daarom de groeivoet van de milieuheffing gelijk aan 2,36 %. Dit getal vormt het gemiddelde van de inflatie van de laatste 10 jaar, 2009 nog niet inbegrepen.⁹⁰

Naast de inkomsten heeft men ook een netto investering nodig om de netto actuele waarde te achterhalen. Hiervoor vertrekken we van de kosten die we in het tweede werkblad bepaald hebben (gedetailleerd of geraamd). Van deze kosten worden vervolgens de eventuele subsidies of premies die men ontvangt afgetrokken. Zoals in *paragraaf 4.4 Juridisch kader* al besproken werd, is het recht op subsidies afhankelijk van situatie tot situatie, van regio tot regio. Aangezien het sinds 1997 ook verplicht is om bij een nieuwbouw met een dakoppervlakte van meer dan 50 m² een regenwaterinstallatie te plaatsen, verdwijnt grotendeels het stimulerend effect van een subsidie. Toch zijn er nog gemeentes die subsidies aanbieden. Of men dus subsidies verkrijgt of niet is afhankelijk van de gemeente waar men woont en kan men dus best navragen voor men met de werken begint.

Het rekenmodel gaat dan in een tabel alle afzonderlijke netto inkomsten berekenen over een periode van 30 jaar om vervolgens de actuele waarde van deze netto inkomsten op te tellen en te verminderen met de netto investering. We bekijken de netto actuele waarde dus over een periode van 30 jaar. Dit wordt verondersteld ongeveer de gemiddelde tijd te zijn dat een generatie in een woning woont. De actuele waarden worden bekomen door te verdisconteren aan een discontovoet van 4 %. Deze waarde wordt voorgesteld door het departement leefmilieu, natuur en energie in hun brochure 'Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden', en is ook de waarde die de Europese Commissie voorschrijft.⁹¹

De NPV – tabel is ook opgesplitst in twee delen. De eerste 20 jaar worden de inkomsten berekend op basis van het gewenste verbruik voor het hele gezin. Na 20 jaar gaan we er echter vanuit dat de eventuele kinderen het huis verlaten hebben. Het verbruik zal daardoor dalen en dus ook de besparingen die een hemelwaterinstallatie oplevert zullen verminderen. Op die

⁹⁰ http://statbel.fgov.be/indicators/cpi/infl_nl.asp

⁹¹ OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., *Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden*, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's

manier houdt het model rekening met een wijziging in de gezinsituatie en wordt er een juister beeld geschept van de realiteit. Vanaf jaar 21 wordt met andere woorden het gewenste verbruik beperkt tot twee personen. Vandaar dat in het eerste deel van dit werkblad ook het gewenste verbruik voor twee personen wordt berekend.

Uiteindelijk bekomt men onderaan het werkblad de netto actuele waarde. Als algemene regel aanvaardt men het project als de netto actuele waarde groter of gelijk aan nul is. Het project is economisch niet verantwoord als de netto actuele waarde negatief is. Naast de netto actuele waarde is het ook mogelijk om de terugverdientijd (Payback Period) af te lezen. Dit doet men door de cumulatieve netto cashflows te vergelijken met de netto investering. Als deze netto investering kleiner wordt dan de cumulatieve netto cashflows dan heeft men de investering terugverdiend. Om deze terugverdientijd te interpreteren moet men deze gaan afwegen ten opzichte van de periode die men verwacht in het huis te verblijven. Als mogelijk criterium zou men kunnen stellen dat de hemelwaterinstallatie moet terugverdiend zijn voordat de kinderen het huis verlaten, aangezien dan de inkomsten drastisch gaan dalen. Dit criterium gaat natuurlijk niet op voor elke situatie.

Voorbeeld

Voor ons voorbeeld zien we dat na 20 jaar, als de kinderen het ouderlijk huis verlaten hebben, het verbruik aan regenwater zal dalen tot 27,74 m³. Rekening houdend met de stijgingen in de leidingwaterprijs en de milieuheffing zien we dat daardoor de inkomsten in jaar 21 slechts 146,87 euro bedragen en dat ten op zichte van 329,08 euro in jaar 20. Ons gezin heeft ook recht op een subsidie en dit voor een bedrag van 250 euro (zie bijlage 6). Dankzij deze subsidie daalt de netto investering van 3.050 euro naar 2.800 euro. Als we dan een discontovoet van 4 % toepassen zal de netto actuele waarde over een periode van 30 jaar 744,71 euro bedragen. Er wordt dus een positieve netto actuele waarde bereikt, waardoor we zouden kunnen stellen dat onder deze voorwaarden de investering economisch rendabel is voor het gezin. De terugverdientijd bedraagt 15 jaar. Als we dan bovenstaand criterium hanteren zien we dat de investering is terugverdiend alvorens de kinderen het huis verlaten. Hoe men de terugverdientijd interpreteert is echter verschillend voor iedereen.

Inkomsten bij **4** personen

gewenst verbruik (m ³)				
Besparing waterfactuur	55,48	€/jaar	74,898	groeipercentage eenheidsprijs drinkwater = 5,25 %
aan eenheidsprijs/m ³	1,35			
Besparing milieuheffing		€/jaar	+ 116,2417	groeipercentage eenheidsprijs milieuheff. = 2,36 %
aan eenheidsprijs/m ³	2,0952	€/jaar	- 50	
Verbruikskosten				
Totale opbrengsten		€/jaar	141,1397	

Aangezien we er van mogen uitgaan dat bij een gezin met kinderen na een 20-tal jaar deze kinderen het ouderlijk huis gaan verlaten, wordt in het model ook rekening gehouden dat na 20 jaar het gewenste verbruik en dus ook de besparingen zullen terug vallen.

Gewenst verbruik bij **2** personen

gewenst verbruik (m³) **27,74**

Investing

Investering hemelwaterput	€	3050
Investering leidingennetwerk	€	+ 0
Subsidie (gemeente)	€	- 250
Samenwerkingsakkoord (Vlaams Gewest)	€	-
Netto investering	€	2800

NPV (ref 8)

Discount rate **4** % (ref 9)
NCF_t = Netto Cash inflow in jaar t
PVNCF = Present Value of Cash Inflow in jaar t
Cum NCF = Cumulatieve Cash Inflow

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+k)^t} - NINV$$

NPV - tabel

We bekijken de netto actuele waarde over een periode van 30 jaar. Dit wordt verondersteld ongeveer de gemiddelde tijd te zijn dat een generatie in een woning woont.

Jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NCFt	141,1397	147,8151	154,7618	161,9919	169,5186	177,3555	185,5167	194,0172	202,8729	212,1002	221,7163	231,7395	242,1888
Cum NCF	141,1397	288,9548	443,7166	605,7086	775,2272	952,5827	1138,099	1332,117	1534,989	1747,09	1968,806	2200,545	2442,734
PVNCfT	135,7112	136,6634	137,5827	138,4714	139,332	140,1666	140,9774	141,7665	142,5358	143,2873	144,0227	144,7438	145,4523
Jaar	14	15	16	17	18	19	20						
NCFt	253,0842	264,4467	276,2984	288,6624	301,5631	315,0258	329,0775						
Cum NCF	2695,819	2960,265	3236,564	3525,226	3826,789	4141,815	4470,893						
PVNCfT	146,1498	146,8379	147,518	148,1916	148,86	149,5246	150,1867						

Na 20 jaar gaan we er van uit dat de kinderen het ouderlijk huis verlaten hebben. Dit heeft rechtstreeks gevolgen voor het gewenste verbruik dat gaat dalen. Logischerwijs zullen dan ook de besparingen (= de inkomsten) gaan dalen.

Jaar	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NCFt	146,8731	154,5308	162,5273	170,879	179,6028	188,7169	198,2401	208,1923	218,5942	229,4678
Cum NCF	4617,766	4772,297	4934,824	5105,703	5285,306	5474,023	5672,263	5880,455	6099,049	6328,517
PVNCfT	64,45287	65,20512	65,94162	66,66356	67,37205	68,06817	68,75296	69,42743	70,09254	70,74921

Resultaat	
NPV = Net Invest + PVNCF	
NPV =	-2800 + 3544,707
=	744,71
Terugverdientijd	15 jaar

*Indien de NPV positief is, kan men een regenwaterinstallatie onder deze voorwaarden als een nuttige investering beschouwen. Bij een negatieve Netto Actuele waarde is het economisch niet voordelig om een regenwaterinstallatie te plaatsen.

*De terugverdientijd moet men spiegelen met de periode dat men verwacht in het huis te wonen. Men zou hiervoor volgend criteria kunnen gebruiken:
- de investering moet terugverdiend zijn binnen 20 jaar, aangezien dan de kinderen het huis verlaten en de inkomsten drastisch zullen dalen.

ref 8: MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, 'Contemporary Financial Management' Tenth edition (International Student Edition), South- Western, part of the Thomson Corporation, 2004

ref 9: OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's

6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Op basis van het rekenmodel dat werd ontwikkeld in het vorige hoofdstuk en het daarbij gehanteerde voorbeeld wordt in dit hoofdstuk met behulp van de Crystal Ball software een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij gaan we bepaalde factoren laten variëren om na te gaan wat hun effect is op de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie. Uiteindelijk is het de bedoeling een antwoord te kunnen geven op de vraag welke factoren het meeste invloed zullen hebben op de winstgevendheid van een dergelijke hemelwaterinstallatie.

Bij een gevoeligheidsanalyse vertrekken we dus van een aantal factoren die we gaan laten variëren. Hiervoor definiëren we een aantal factoren die een invloed hebben op de netto actuele waarde van een investering in een hemelwaterinstallaties. Hierbij zoeken we naar waarden die aan de basis liggen, of met andere woorden zo ver mogelijk teruggrijpen. Zo nemen we niet de volledige investering als een variabele, maar splitsen we deze nog eens op in ‘investeringen in de put’ en ‘andere investeringen’. Hieronder vindt u alle factoren die in aanmerking komen en rechtstreeks of onrechtstreeks een invloed op de netto actuele waarde hebben:

- *VerbrPers4*: in het voorbeeld uit vorig hoofdstuk zijn we vertrokken van een gezin van vier personen. Bij deze factor gaan we het gewenste verbruik aan hemelwater laten variëren. Een wijziging in deze factor zal een rechtstreeks gevolg hebben op de cash inkomsten die worden ontvangen.
- *Subs Gem*: deze variabele omschrijft de eventuele subsidie die wordt ontvangen van de gemeentes. Een wijziging in de subsidies zal de netto investering doen toenemen of doen dalen.
- *Subs Vl*: deze variabele omschrijft de eventuele bijkomende subsidie die wordt ontvangen indien een gemeente een samenwerkingsakkoord met het Vlaams Gewest heeft ondertekend. Een wijziging in de subsidies zal de netto investering doen toenemen of doen dalen.

- *Discontovoet*: een wijziging van de discontovoet heeft rechtstreekse gevolgen voor de verdiscontering van de cash inkomsten.
- *Invest Put*: Dit is het bedrag dat men aanwendt om een put aan te kopen, te laten leveren en plaatsen. Als dit bedrag stijgt, zal de netto investering ook stijgen en de netto actuele waarde dus dalen.
- *Andere investeringskosten*: Onder deze variabele verstaan we onder andere de aankoop van een filter en een pomp, eventuele erelonen die moeten betaald worden, voorbereidings- en herstellingswerken, Deze waarde gaat eveneens de netto investering beïnvloeden en zo dus ook de netto actuele waarde.
- *Groeiv prijs leidingwater*: deze variabele omvat de jaarlijkse groei van de leidingwaterprijs. Een toename van de groeivoet zal de inkomsten jaarlijks doen stijgen en dus een gunstig effect hebben op de netto actuele waarde.
- *Groeivoet milieuheffing*: deze variabele omvat de jaarlijkse groei van de milieuheffing, die in het voorbeeld gelijkgesteld werd aan de inflatie. Een toename van deze groeivoet zal de inkomsten jaarlijks doen stijgen en dus een gunstig effect hebben op de netto actuele waarde.

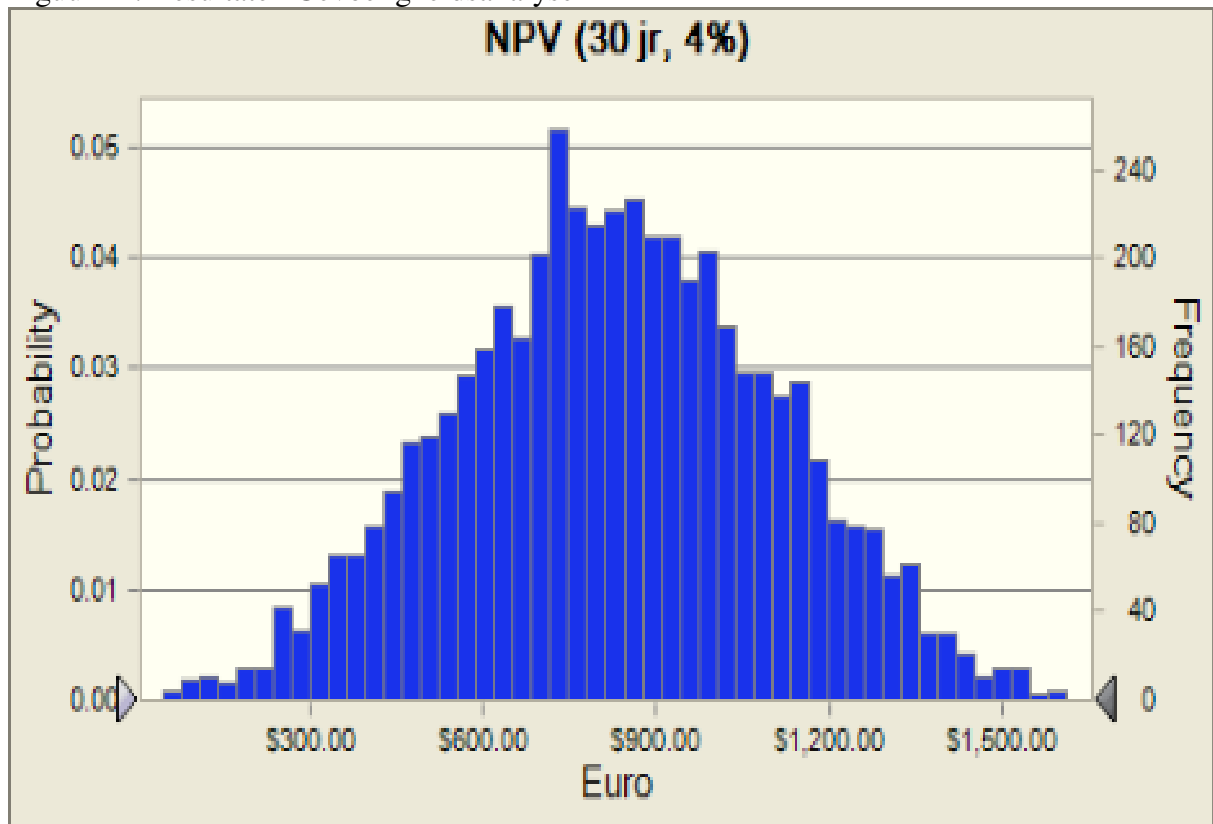
Zoals eerder vermeld gaan we deze variabelen nu laten variëren. Deze variatie gebeurt binnen een bepaald bereik, waarbij de waarde uit het voorbeeld de meest waarschijnlijke waarde is. Naast deze waarde definiëren we ook een minimum- en een maximumwaarde. Voor de meeste variabelen zijn deze minimum- en maximumwaarde respectievelijk 10 % minder en 10 % meer dan de meest waarschijnlijke waarde. Enkel de assumpties die te maken hebben met de subsidies voldoen niet aan deze laatste veronderstelling, zoals blijkt uit onderstaande tabel.

Tabel 7: Variabelen en hun verdeling gevoeligheidsanalyse A

Variabelen	Minimum (-10 %)	Likeliest	Maximum (+ 10 %)
<i>VerbrPers4</i>	47,16	55,48	63,8
<i>Subs Gem</i>	0	250	375
<i>Subs Vl</i>	0	0	375
<i>Discontovoet</i>	3,60%	4%	4,40%
<i>Invest Put</i>	1 125	1 250	1 375
<i>Andere investeringskosten</i>	1 620	1800	1 980
<i>Groeiv prijs leidingwater</i>	4,73%	5,25%	5,78%
<i>Groeivoet milieuheffing</i>	2,12%	2,36%	2,60%

Het Crystal Ball programma berekent dan aan de hand van deze variabelen en hun ranges 5.000 keer de NAW berekenen, waarbij telkens andere waarden worden gecombineerd. Dit leverde volgende resultaten:

Figuur 14: Resultaten Gevoeligheidsanalyse A



Deze resultaten laten toe enkele belangrijke conclusies te trekken in verband met een regenwaterinstallatie. Zo zien we dat binnen de vooropgestelde ranges voor ons voorbeeld het gezin bijna altijd een positieve netto actuele waarde bereikt. Een regenwaterinstallatie is in 99,91 % van de gevallen economisch haalbaar, zolang men de ranges respecteert. In het slechtste geval bereikt men een negatieve netto actuele waarde van -258,60 euro, in het beste geval is een netto actuele waarde van 1.803,18 euro haalbaar. Gemiddeld zal de netto actuele waarde onder deze voorwaarden 828,73 euro bedragen. Als we de resultaten van iets naderbij bekijken, zien we dat in bijna 40 % van de gevallen een netto actuele waarde wordt bereikt die hoger ligt dan 900 euro ligt. Een samenvatting van deze statistieken en voorspellingen vindt u in bijlage 7.

Naast bovenstaande gegevens kan men dankzij de sensitiviteitsanalyse ook bepalen welke factoren de meeste invloed hebben op de haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie. Hiervoor maken we gebruik van onderstaande tabel.

Tabel 8: Resultaten gevoeligheidsanalyse A

Factoren	Sensitivity: (NPV 30jr, 4%)
VerbrPers4	+61,6 %
Subs VI	+11,2 %
Andere Invest	-7,9 %
Discontovoet	-6,7 %
Subs Gem	+5,4 %
Invest Put	-3,4 %
Groeiv prijs leidingwater	+3,3 %
Groeivoet milieuheffing	+0,4 %

In deze tabel kan men zien dat het verbruik aan hemelwater het meest doorslaggevend is (+61,6 %). Dit is ook logisch aangezien deze factor grotendeels zal bepalen hoeveel inkomsten de hemelwaterinstallatie zal opleveren. Het is dan ook vanzelfsprekend dat het hier over een positieve factor gaat. Men ziet ook meteen dat de andere factoren in mindere mate de netto actuele waarde beïnvloeden. Na het verbruik zien we dat de subsidies die men ontvangt van het Vlaams gewest de sterkste positieve invloed hebben (+ 11,2 %). Samen verklaren deze twee factoren 72,8 % van de variabiliteit in de netto actuele waarde. Voor de sterke

invloed van de subsidies van het Vlaamse Gewest zijn een aantal verklaringen. Enerzijds wordt in het voorbeeld geen subsidie van de Vlaamse overheid ontvangen. Indien men deze wel zou ontvangen, zal dit natuurlijk sterk de netto investering beïnvloeden, waardoor de netto actuele waarde stijgt. Anderzijds is de mogelijke stijging van de subsidies niet beperkt tot 10 %, zoals bij de andere variabelen. Hierdoor krijgen de subsidies een grotere invloed toegespeld als de andere factoren.

De meest negatieve factor zijn de ‘andere’ investeringskosten, op de voet gevolgd door de discontovoet. Aangezien de variabele ‘andere investeringskosten’ het grootste stuk vormen van de netto investering was het te verwachten dat de invloed van deze factor sterk zou zijn, de grote van deze investeringskosten bepalen immers voor een groot deel hoe snel een hemelwaterinstallatie is terugverdiend en dus ook het moment waarop men winst begint te genereren. De discontovoet vertegenwoordigt de rentevoet die men zou ontvangen indien men het geïnvesteerde geld gewoon zou beleggen, met daarbij nog een risicomarge ingerekend. Dat deze factor een sterke negatief determinerende invloed heeft, zou kunnen betekenen dat voor risicoschuwe mensen een hemelwaterinstallatie al snel een mindere Netto actuele waarde zal vertonen. Ook in goede economische tijden, als de rentevoet hoog is, zal de NAW laag zijn.

De factoren die de minste invloed uitoefenen op de netto actuele waarde zijn het groeipercentage van de milieuheffing (+ 0,4 %) en de groeivoet van de prijs van het leidingwater (+ 3,3 %). Ook de invloed van de kostprijs van de opvangtank is enigszins beperkt (- 3,4 %). In vergelijking met de andere investeringskosten is de kostprijs van de opvangtank dan ook een pak kleiner en zal de invloed op de netto investering en de netto actuele waarde minder zijn. Dit zal echter wijzigen in functie van het putvolume. Naarmate de benodigde put groter wordt, zal ook de investering in deze put groter worden. De overige investeringskosten worden echter niet in die mate groter en vanaf een bepaald putvolume zullen de investeringskosten in de tank zelfs groter worden dan de andere investeringskosten.

In bovenstaande analyse variëren de meeste factoren tussen een minimum van -10 % en een maximum van + 10 %. De daaruit volgende sensitiviteitsanalyse werd hierboven besproken. We vermoeden echter dat deze +/- 10 % voor sommige factoren geen juiste weergave geeft van de variatie die mogelijk is, voornamelijk voor de kosten dan. Daarom werd de sensitiviteitsanalyse een tweede maal uitgevoerd, waarbij sommige variabelen een andere, enigszins volgens onze bevindingen meer realistische verdeling kregen.

Voor de variabelen die de netto investering beïnvloeden, hebben een andere verdeling gekregen. Voor de discontovoet en de evolutie van de leidingwaterprijs en de milieuheffing werd een variatie van +/- 10 % behouden. Ook de verdeling van de subsidies blijft onveranderd, aangezien deze ook in de eerste sensitiviteitsanalyse al een goede weergave van de werkelijkheid boden. De factoren ‘andere investeringskosten’ en ‘Invest Put’ werden echter aangepast om een betere overeenkomst met de realiteit na te streven. Een samenvatting van de nieuwe verdeling van de factoren kan u vinden in tabel 9.

Tabel 9: Variabelen en hun verdeling gevoeligheidsanalyse B

Variabelen	Minimum	Likeliest	Maximum
<i>VerbrPers4</i>	47,16	55,48	63,8
<i>Subs Gem</i>	0	250	375
<i>Subs Vl</i>	0	0	375
<i>Discontovoet</i>	3,60%	4%	4,40%
<i>Invest Put</i>	1 000	1 250	1 500
	(- 25 %)		(+ 25 %)
<i>Andere investeringskosten</i>	1 000	1800	2 200
	(- 45 %)		(+ 22 %)
<i>Groeiv prijs leidingwater</i>	4,73%	5,25%	5,78%
<i>Groeivoet milieuheffing</i>	2,12%	2,36%	2,60%

Ook bij de nieuwe sensitiviteitsanalyse verkregen we in de meeste gevallen een positieve Netto Actuele waarde. Er kan met een zekerheid van 99,60 % besloten worden dat de NAW een positieve waarde zal bedragen. Het minimum is in dit geval vastgepinde op - 345,42 euro, het maximum bedraagt 2.262,58 euro. Daartussen ligt het gemiddelde op 961,30 euro. Als we

deze resultaten vergelijken met gevoeligheidsanalyse A, kunnen we zien dat door het wijzigen van de variabelen het minimum en het maximum iets verder uit elkaar liggen. Het gemiddelde blijft wel rond de 900 euro hangen. Een samenvatting van deze resultaten bevindt zich in bijlage 8. Een groter verschil zien we in de invloed van de verschillende factoren, zoals blijkt uit tabel 10.

Tabel 10: Resultaten gevoeligheidsanalyse B

Factoren	Sensitivity: (NPV 30jr, 4%)
Andere Invest	-42,1 %
VerbrPers4	+33,5 %
Invest Put	-8,0 %
Subs VI	+4,7 %
Discontovoet	-4,6%
Subs Gem	+4,3 %
Groeiv prijs leidingwater	+2,5 %
Groeivoet milieuheffing	+0,3 %

Hier zien we duidelijk dat door wijziging van de ranges de factor ‘andere investeringskosten’ veel meer invloed uitoefent op de uiteindelijke uitkomst van de netto actuele waarde. De factor heeft zelfs een grotere invloed dan het verbruik, zei het nu in negatieve zin. De invloed van het verbruik is hierdoor ook gedaald, maar blijft wel sterk bepalend. Samen verklaren deze twee factoren 75,6 % van de variabiliteit in de netto actuele waarde. Ook de invloed van de factor ‘Invest Put’ is sterk toegenomen. Hoewel de toegenomen invloed van de investeringsfactoren veroorzaakt wordt door een wijziging van hun bereik, kunnen we uit deze cijfers wel concluderen dat de invloed van deze twee factoren niet onderschat mag worden. De factoren ‘Discontovoet’, ‘Subs Gem’ en ‘Subs VI’ drukken in vergelijking met de eerste sensitiviteitsanalyse in mindere mate hun stempel op de netto actuele waarde. De invloed van de groeivoeten blijft net als in het vorige geval beperkt.

Over het algemeen kunnen we besluiten dat over de twee verschillende gevoeligheidsanalyses gezien de factoren ‘Andere investeringskosten’ en ‘VerbrPers4’ het meeste invloed hebben op de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie, zei het respectievelijk in negatieve en in positieve zin. Als we dan iets verder nadenken over deze factoren en hun achtergrond van naderbij bekijken, kunnen we nog enkele bijkomende bedenkingen maken bij de winstgevendheid van een hemelwaterinstallatie.

Het gewenste verbruik wordt in grote mate bepaald door het aantal personen (in ons geval vier) en het aantal toepassingen waarvoor men hemelwater gebruikt. Het spreekt voor zich dat des te meer personen het gezin omvat, des te meer voordeel het kan halen uit het gebruik van regenwater. Hierbij moet men wel oppassen. Meer personen betekent dat men meer water nodig heeft en dat misschien een grotere opvangtank vereist is. Hierdoor neemt de investering toe en daalt de netto actuele waarde. Hetzelfde geldt ook voor het aantal toepassingen. Als het gezin ook regenwater gebruikt voor de linnenwas, bespaart het meer leidingwater en brengt de installatie meer geld op, in de vorm van besparingen. Maar dit betekent ook dat er meer regenwater moet worden opgevangen. Vandaar dat men er niet blindelings mag van uit gaan dat meer personen ook meer opbrengsten zal opleveren. In het volgende hoofdstuk wordt nog een case bekeken, waarbij we vertrekken van een iets groter gezin.

De andere investeringskosten omvatten onder andere de aankoop en plaatsing van de filter en de pomp, maar ook kosten van graafwerken, eventuele herstellingswerken, extra leidingen en erelonen van architecten. De grote van deze kostenput kan men dus volledig zelf bepalen. Men kan bijvoorbeeld opteren om de herstellingswerken zelf uit te voeren in de mate van het mogelijke. Ook in de keuze van pomp en filter is men vrij, hoewel men hier moet oppassen voor kwaliteitsverlies. Kortom, men kan de winstgevendheid van de hemelwaterinstallatie opkrikken door de andere investeringskosten te drukken. Men moet hier echter oppassen dat dit niet ten koste gaat van de kwaliteit en stabiliteit van de installatie. De invloed van deze investeringskosten gaan ook beperkt worden naarmate het putvolume toeneemt. Indien in een andere situatie een groter putvolume vereist is, zal de investering in de put misschien zelfs groter worden dan de ‘andere’ investeringskosten. Een groter putvolume wijzigt niets aan de investering nodig voor een pomp of een filter. Deze kosten stijgen dus slechts in beperkte

mate, waardoor voor een bepaald putvolume de investering in de put groter wordt dan de investering in al de rest. In dat geval heeft de kostprijs van de regenwaterput een grotere invloed op de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie. Het volume van de regenwaterput wordt op zich dan weer vooral bepaald door het gewenste verbruik aan hemelwater en het beschikbare opvangoppervlak. Voor ons voorbeeld is dit echter niet van toepassing, waardoor de factor ‘andere investeringskosten’ een grotere invloed heeft dan de investering in de put.

Naast de twee meest bepalende factoren zien we dat de invloed van de groeivoeten voor enerzijds de prijs van het leidingwater en anderzijds de milieuheffing in beide gevallen zeer beperkt blijft, althans in vergelijking met de andere factoren. Hoewel we door de toenemende schaarheid van drinkwater in de toekomst een sterke stijging van de leidingwaterprijs verwachten, zal dit in mindere mate een verschil maken voor de individuele consument om een grotere netto actuele waarde te bereiken.

7 GROTE GEZINNEN EN APPARTEMENTEN

Tot nu toe hebben we ons in de vorige hoofdstukken beperkt tot een standaardgezin met twee ouders en twee kinderen. In dit hoofdstuk bekijken we een paar atypische situaties en gaan we aan de hand van het in hoofdstuk 5 besproken rekenmodel na of ook in deze situaties een hemelwaterinstallatie theoretisch mogelijk is. Met deze atypische situaties bedoel ik enerzijds een gezin met meer dan twee kinderen, anderzijds bekijken we ook of een hemelwaterinstallatie mogelijk is voor meerdere gezinnen onder één dak, of met andere woorden in een appartement.

In vorig hoofdstuk hebben we gezien dat het gewenste verbruik doorslaggevend is voor het economisch rendement van de hemelwaterinstallatie. We hebben toen geconcludeerd dat bij een groter gezin de besparingen dankzij een hemelwaterinstallatie groter zullen zijn, aangezien zij meer leidingwater kunnen vervangen door regenwater. Daarnaast hebben we ook gezegd dat door het groter gewenste verbruik, ook de benodigde opvangcapaciteit waarschijnlijk zal toenemen. Hierdoor zal de investering toenemen. Om dit te staven gaan we in dit hoofdstuk na hoe de situatie zou zijn indien het gezin uit hoofdstuk 6 niet vier, maar zeven personen telde (twee ouders, vijf kinderen). Er zijn hierbij twee vragen die van belang zijn:

- Zal de benodigde capaciteit nog bereikt worden? Of met andere woorden, is het opvangoppervlak toereikend?
- Zullen de bijkomende besparingen de extra investering bij een grotere opvangtank volledig dekken?

Uit het rekenmodel (zie ook bijlage 9) blijkt dat het gewenste verbruik voor het gezin 97,09 m³/jaar bedraagt, indien het hemelwater gaat gebruiken voor de toiletspoeling, de schoonmaak en de tuin. Als we dan het rekenmodel omgekeerd gebruiken, blijkt dat hiervoor een opvangoppervlak van ongeveer 154 m² nodig is. En dit dan nog in de ideale omstandigheden, namelijk symmetrisch georiënteerd, en bestaande uit een hellend dak met leien en/of geglazuurde pannen. In dat geval bereikt men gemiddeld een dagelijks beschikbare

hoeveelheid hemelwater van 97,3 m³/jaar. Een opvangoppervlak van 154 m² is mogelijk, maar zeker in de stad vindt men nog weinig woningen terug die een horizontale dakprojectie van dergelijke grootorde hebben. De opvangoppervlakte zal dus doorslaggevend zijn voor de haalbaarheid van een dergelijk project.

Een opvangoppervlak van die omvang betekent ook dat er een grotere opvangtank nodig zal zijn. Als we de minima van de Vlaamse overheid respecteren moeten we bij een dakoppervlak van 154 m² over een putvolume van 8.000 liter beschikken. Toetsing aan de dimensioneringsgrafiek geeft echter aan dat zelfs dit volume nog niet voldoende is. Om een leegstandpercentage te bereiken dat ergens tussen 5 en 10 % ligt, is een put met een volume van 10.000 liter nodig. Dit betekent ook dat bij een raming van de investering, de kostprijs voor de opvangtak 2.500 euro bedraagt. Er van uitgaande dat de andere investeringskosten wel status quo blijven, brengt dit de raming van de investering op 4.300 euro.

Daartegenover staat natuurlijk ook dat de besparingen in vergelijking met vier personen bijna verdubbelen. Het gezin kan door het gebruik van hemelwater in het eerste jaar tot 334,49 euro besparen op zijn waterfactuur. Dit lijkt natuurlijk een enorme stijging, maar per persoon blijft de besparing status quo, namelijk 47,78 euro. Rest natuurlijk nog de vraag of deze besparing ook opweegt tegen de grotere investering die een gezin van zeven personen moet doen om gebruik te maken van hemelwater. Het antwoord hierop wordt gegeven door de netto actuele waarde en de terugverdientijd.

De netto actuele waarde is net als bij de basiscase positief (2.155,331 euro). We kunnen dus in ieder geval concluderen dat de investering onder deze voorwaarden rendabel zal zijn. Als we dan de netto actuele waarde bij zeven personen vergelijken met de netto actuele waarde bij vier personen zien we dat de netto actuele waarde bij zeven personen 2,3 keer groter is. Dus indien men kan beschikken over voldoende opvangoppervlak houdt een investering in een hemelwaterinstallatie voor een gezin van zeven personen minder risico in dan een dergelijke investering voor een gezin van vier personen. Ook de terugverdientijd bevestigt dit. Onder deze voorwaarden is een hemelwaterinstallatie bij zeven personen vier jaar sneller terug

verdiend dan bij vier personen, namelijk in iets meer dan 11 jaar en dat in vergelijking met bijna 15 jaar bij vier personen.

Deze case laat ons dus toe om te besluiten dat het aantal personen een positieve invloed uitoefent op het rendement van een hemelwaterinstallatie. Zolang men over een voldoende groot opvangoppervlak beschikt, is het dus voordeliger om een groter gezin te hebben. Hoewel in dat geval ook de investering groter zal zijn. Deze extra kosten worden echter meer dan teniet gedaan door de besparingen. Maar zoals eerder al werd aangegeven, zal vooral het opvangoppervlak beslissend zijn voor het welslagen van een dergelijk project.

Als we dan nog een stap verder gaan, kunnen we ook nagaan of een hemelwaterinstallatie mogelijk en rendabel is voor een appartementsgebouw. We beschouwen een gebouw met zes appartementen. We veronderstellen dat er per appartement twee personen wonen, dus in totaal zijn er 12 personen woonachtig in het gebouw. Alvorens naar de resultaten van het rekenmodel te gaan, kunnen we al enkele voorbeschouwingen doen. Op het eerste zicht lijkt investeren in een hemelwaterinstallatie voordeliger voor een appartement aangezien men de investering kan spreiden over de verschillende appartementen. Toch moeten we ons dezelfde vragen stellen als bij het gezin van zeven personen. De meeste appartementen bevinden zich in de stad en hebben dus maar een beperkt opvangoppervlak. Bovendien zullen de kosten nog hoger liggen, vooral vanwege een grotere opvangtank. Ook het gebrek aan ruimte zou een mogelijk probleem kunnen zijn. Indien de hemelwaterinstallatie na de bouw pas wordt geïnstalleerd zal een betonnen put veel breekwerk vereisen en dus ook extra kosten met zich meebrengen.

Het gewenste verbruik per persoon zal lager liggen, aangezien de meeste appartementen niet beschikken over een tuin. Dit blijkt ook uit het rekenmodel (zie bijlage 10). Voor 12 personen betekent dit dat het gewenste verbruik 148,92 m³/jaar bedraagt. In dat geval gebruiken de personen regenwater voor toiletspoeling en de schoonmaak. Net zoals bij een groot gezin zal ook hier het beschikbare opvangoppervlak doorslaggevend zijn. Om aan bovenstaand verbruik te kunnen voldoen, moet men namelijk beschikken over een opvangoppervlak van minstens 236 m² en dit onder de beste omstandigheden (juiste oriëntatie, helling, materiaal).

De meeste appartementen in een stad beschikken echter over een plat dak. Indien het appartement een plat bitumen dak heeft, moet het een oppervlak hebben van 310 m² om bovenstaand gewenst verbruik te dekken.

Indien men toch over een voldoende beschikbare hoeveelheid hemelwater beschikt, moet men ook de opvangtank aanpassen. Bij een opvangoppervlak van 236 m² moet men een opvangtank van 15.000 liter hebben om aan de minima van de Vlaamse overheid te voldoen. Daartegenover staat dan ook een kostenraming van ongeveer 3.750 euro voor de opvangtank alleen. Bovendien gaan de andere investeringskosten ook hoger liggen, aangezien er meer aftappunten zullen zijn. Hier gaan we er van uit dat deze kosten nu 2.000 euro bedragen. De besparingen per persoon nemen af, deze bedragen nu 42,75 euro. Dit heeft te maken met het feit dat er geen water meer nodig is voor de tuin. Er zijn dus minder uitgaven, maar dus ook minder besparingen. Toch blijkt uit de NAW-tabel dat ook voor een appartement een hemelwaterinstallatie rendabel kan zijn. We bereiken namelijk een positieve netto actuele waarde (7.784,19 euro) en net als bij het grote gezin is de investering al terug verdiend binnen 11 jaar, in dit geval zelfs binnen 10 jaar. De NAW ligt hier redelijk veel hoger als in de andere twee gevallen. In de eerste plaats ligt dit aan het groter aantal personen. Daarnaast daalt het aantal inwoners na 20 jaar niet naar twee, maar behoudt het appartement normaal gezien altijd 12 inwoners over de volledige periode van 30 jaar.

Deze twee cases leren ons dat het rendement van een hemelwaterinstallatie toeneemt naarmate het aantal personen toeneemt. De daarbij gepaard gaande kostenstijging weegt niet op tegen de besparingen. Het probleem is echter het opvangoppervlak. Om aan het gewenste verbruik te voldoen moet men ook genoeg hemelwater kunnen opvangen. Vooral in de steden, waar men een beperkte ruimte heeft en dus in de hoogte bouwt, kan het zijn dat men niet genoeg hemelwater kan verzamelen om optimaal gebruik te kunnen maken van een hemelwaterinstallatie.

8 BESLUIT

In de eerste hoofdstukken hebben we gezien dat er twee redenen zijn om hemelwater te gebruiken in het huishouden. Enerzijds besparen we zo drinkwater. Dit is goed voor de gezinnen zelf, die een lagere waterfactuur zullen aangerekend krijgen, als voor de gemeenschap, aangezien hierdoor de drinkwaterschaarste op zijn minste wordt uitgesteld. Anderzijds werken we zo ook de rechtstreekse afvloeiing van hemelwater in het riool tegen. Wederom betekent dit een kostenbesparing, zei het nu voor de rioleringswaterzuiveringsinstallaties. Bovendien vermindert dit ook de kans op overstroming van het riool bij hevige regenval, waardoor het risico op vervuiling van het oppervlakte water ook afneemt.

Natuurlijk willen de gezinnen ook een garantie dat de hemelwaterinstallatie iets opbrengt. Niemand zal overgaan tot een investering van 2.000 tot 4.000 euro, indien men niet zeker is dat er ook iets aan te verdienen valt. Ze willen met andere woorden weten of de besparing op de drinkwaterfactuur (we houden dus geen rekening met het verminderd waspoeder verbruik en de langere levensduur van de wasmachine) opweegt ten op zichte van de investering die vereist is. Vandaar dat we dan ook op zoek zijn gegaan naar factoren die van een hemelwaterinstallatie een rendabele investering maken. Eerst en vooral blijkt uit de cases die behandeld zijn dat binnen de daar gestelde voorwaarden een hemelwaterinstallatie bijna altijd economisch haalbaar is. In beide gevallen bereikte men een zekerheidspercentage van meer dan 99,50 %. De factoren die de meeste invloed hebben op de economische haalbaarheid van een hemelwaterinstallatie zijn ‘het verbruik’ en de ‘andere investeringskosten’.

Althans dit blijkt uit de gevoeligheidsanalyses. In de eerste gevoeligheidsanalyse, waarbij iedere factor varieert binnen een bereik van 20 %, verklaren deze twee factoren 69,50 % van de variabiliteit in de netto actuele waarde. Er werd ook nog een tweede sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. Bij deze gevoeligheidsanalyse werden de investeringskosten meer gespiegeld aan de realiteit, omdat we het gevoel hadden dat het huidige bereik van de factoren ‘invest put’ en ‘andere investeringskosten’ geen juiste weergave van de werkelijkheid was. De andere factoren bleven de zelfde waarden aanhouden. Doordat het bereik van de ‘andere investeringskosten’ groter geworden was, nam de invloed van deze factor sterk toe. Samen

met het verbruik verklaart deze factor in de tweede gevoeligheidsanalyse 75,60 % van de variabiliteit in de netto actuele waarde, waarvan de andere investeringskosten 42,1 % bijdragen en dit terwijl in de eerste sensitiviteitsanalyse deze bijdrage maar 7,9 % was. Door de wijziging van het bereik wordt de invloed van de overige investeringskosten sterk vergroot. Ook de invloed van de factor 'Invest Put' (van 3,4 % naar 8,0 %) is toegenomen. Hoewel de toegenomen invloed van de investeringsfactoren veroorzaakt wordt door een wijziging van hun bereik, kunnen we uit deze cijfers wel concluderen dat de invloed van deze twee factoren niet onderschat mag worden.

De meest invloedrijke factor is het verbruik, over de twee analyses heen verklaart het verbruik gemiddeld meer dan de helft van de variabiliteit in de netto actuele waarde. Onder de factor 'het verbruik' verstaan we het gewenste verbruik aan hemelwater van het huishouden. Deze factor wordt bepaald door het aantal inwoners van de woning en het aantal toepassingen waarvoor men hemelwater gebruikt. Onder de mogelijke toepassingen waarvoor hemelwater geschikt is vinden we de toiletspoeling, de linnenwas, de schoonmaak en de tuin. Voor hygiënische doeleinden wordt het sterk afgeraden hemelwater te gebruiken, hoewel theoretisch het wel mogelijk is, maar praktisch moeilijk haalbaar is. Het spreekt voor zich dat des te meer inwoners des te meer men kan besparen op de drinkwaterfactuur door hemelwater te gebruiken. Een gezin van zeven personen zal onder dezelfde omstandigheden een hemelwaterinstallatie vier jaar sneller terugverdiend dan bij een gezin van vier personen. Ook de netto actuele waarde is meer dan verdubbeld. Een groter gewenst verbruik aan hemelwater, vereist ook een grotere opvangtank. Deze grotere opvangtank brengt meer kosten met zich mee, waardoor het niet zeker is dat een hemelwaterinstallatie wel degelijk een betere investering is voor een groter gezin. Uit de cases in hoofdstuk 7 blijkt echter dat de extra kosten niet opwegen tegen de besparingen, waardoor we kunnen concluderen dat een hemelwaterinstallatie rendabeler wordt naarmate het aantal verbruikers groter wordt.

Bij een groot aantal gebruikers, moeten we ook een grote hoeveelheid hemelwater kunnen opvangen. Vandaar dat het beschikbare opvangoppervlak één van de belangrijkste factoren is die het rendement van een hemelwaterinstallatie gaat bepalen. Indien men niet genoeg hemelwater kan opvangen, kan men de hemelwaterinstallatie niet ten volle gebruiken. Vooral

in het centrum van een stad zou dit voor problemen kunnen zorgen. Misschien kan men in dergelijke gevallen overwegen om bij een tweewoonst bijvoorbeeld de hemelwaterinstallatie te gebruiken samen met de buurman/vrouw. Op die manier vergroot men het aantal personen dat gebruik maakt van de installatie, wat het economisch rendement van de hemelwaterinstallatie. Bovendien beschikt men in dat geval ook over een groter opvangoppervlak. Men kan dan de twee daken gebruiken om hemelwater op te vangen.

Zoals daarjuist al werd aangehaald heeft naast het gewenste verbruik en vooral onrechtstreeks het beschikbare opvangoppervlak ook de factor 'Andere investeringskosten' een belangrijk determinerende invloed. Onder de 'andere' investeringskosten verstaan we de kosten voor de aankoop en plaatsing van de filter en de pomp, maar ook de graafwerken, herstellingskosten en eventuele erelonen van architecten. Kortom, het bevat alle kosten behalve de aankoop, levering en plaatsing van de hemelwaterput. De grote van deze kostenpost wordt grotendeel bepaald door de keuzes die men maakt, bijvoorbeeld de filtersoort of het is bijvoorbeeld ook mogelijk de herstellingswerken zelf uit te voeren.

De invloed van de 'andere' investeringen gaat afnemen naarmate het volume van de hemelwaterput toeneemt. De hierboven vermelde investeringen nemen slechts gering toe indien het putvolume wordt vergroot. Hierdoor gaat vanaf een bepaald putvolume de totale investering vooral bepaald worden door de kostprijs van de put. De kostprijs van de put gaat met andere woorden groter worden dan al de andere kosten samen. Dit is al het geval in de case met zeven personen. Hierdoor zal de invloed van de investering in de put ook sterk stijgen. Meer gedetailleerde informatie over de kosten en bijkomende gevoeligheidsanalyses hadden hierover misschien nog andere inzichten kunnen creëren. We kunnen al wel iets dieper ingaan op de factoren die de grote van de kostprijs van de hemelwaterput bepalen. De investering nodig voor de hemelwaterput wordt bepaald door het gewenste verbruik en het beschikbare opvangoppervlak (minimumvolumes in functie van het dakoppervlak gesteld door de Vlaamse overheid), dus wederom de twee eerder genoemde factoren.

De gevoeligheidsanalyses leren ons ook dat de invloed van de groeivoeten van de prijs van het leidingwater en de milieuheffing eerder beperkt blijft. En dit terwijl de grootte van de toekomstige besparingen toch mede bepaald worden door deze groeivoeten en we in de toekomst eveneens verwachten dat de prijs van drinkwater door de schaarsheid sterk gaat stijgen. Dit effect kan interessante materie bieden voor verder onderzoek. Ook de invloed van subsidies is zeker in vergelijking met onze verwachtingen eerder aan de lage kant.

Over het algemeen, kunnen we concluderen dat het economisch rendement van een hemelwaterinstallatie verschilt van situatie tot situatie. Zo zijn er een groot aantal factoren die regioafhankelijk zijn, zoals de leidingwaterprijs, eventuele subsidies, samenwerkingsakkoord tussen gemeente en Vlaams Gewest, Doorslaggevend gaan echter het gewenste verbruik en de beschikbare opvangoppervlakte zijn. Of met andere woorden een hemelwaterinstallatie is voordeliger voor een groter gezin dat hemelwater ten volle benut, indien het over voldoende grote opvangcapaciteiten beschikt. Maar aangezien men tegenwoordig verplicht is bij nieuwbouw een opvangtank aan te leggen en deze te voorzien van een pomp, zijn we van mening dat men deze installatie beter ten volle benut om zoveel mogelijk drinkwater te besparen, het grondwater de kans te geven te herstellen en de grote afvoer van hemelwater naar de riolering tegen te gaan.

LIJST VAN GERAADPLEEGDE WERKEN

- Internetbronnen:

GÖTSCH, E.; BLEI, M., 'Fachbeitrag: Einsatzgebiete der Regenwassernutzung unter hygienischen Aspekten', internet, *Stand*, 1999-07, (<http://www.regenwater.com>).

GÖTSCH, E., 'Fachbeitrag: Bewirtschaftung von Niederschlagwasser durch Kombination von Regenwassernutzung und Versickerung', internet, *Fachzeitschrift Sbz*, 2000 nummer 14, (<http://www.regenwater.com>).

GÖTSCH, E., 'Fachbeitrag: Bewirtschaftung von Niederschlagwasser durch Kombination von Regenwassernutzung und Versickerung', internet, *Sanitär + Heizungstechnik*, 65^{ste} jaargang, 2000-07 nummer 6, (<http://www.regenwater.com>).

HOLLÄNDER, R.; BLOCK, D.; WALTER, C., 'Hygienische Aspekte bei der Wäsche mit Regenwasser', internet, *Forum Städte – Hygiene 44*, 1993 – 9/10, (<http://www.regenwater.com>).

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwegwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning', internet, *Informatiebrochure van de Vlaamse Overheid*, 2000, (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Extensieve Groendaken', internet, *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – Afdeling Bos & Groen*, 2002, (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, ‘Waterbeleid in Vlaanderen, een integrale aanpak.’, internet, *Brochure Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid*, 2005 (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, ‘Code van de Goede Praktijk: Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen.’, internet Brochure VMM, 1996/1999/2002 (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

BUSSCHOTS, K., ‘Hemel! Water!’, internet, De koevoet, herfst 2006 (http://www.dialogo.be/dekoevoet/pdf/dK136_hemelwater.pdf)

VIWC, VZW WATER, ‘Ontwerp – Waterbeleidsplan Vlaanderen’, internet 2002 (<http://viwc.lin.vlaanderen.be/wbpinfo.html>) (een zeer nuttige publicatie met veel informatie over water en waterbeheer in Vlaanderen)

MERCKX G. ; et.al. ‘De drinkwatervoorziening: de toekomst verankerd in het heden - de uitdagingen van de 21^{ste} Eeuw.’, internet, *Water nr.100* mei/juni 1998 (http://viwc.lin.vlaanderen.be/water/ts_allles.html)

DE BOECK, L., ‘Water onmisbaar in een gezin: het gebruik van water en de prijs van water(vervuiling) bekeken vanuit gezinsperspectief’ *Water nr. 100* mei/juni 1998 (http://viwc.lin.vlaanderen.be/water/ts_allles.html)

CANDAELE, A., ‘Hemelwater heeft veel kwaliteiten’, internet, *Leefwereld*, 2005 – 05 – 20 (<http://bbouwadvies.be/2/assets/images/news050520.pdf>)

KNAPEN NV, ‘Schema Regenwaterput’, internet; (<http://www.knapen.be/>)>KNAPEN SCHEMA REGENWATERPUT 1 ...)

Gemeentelijk subsidiereglement op de aanleg van hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen, eerste ontwerp 2001, internet (<http://www.mortsel.be/mrm/adv01/av010419.htm#art212>)

VMBO sectorwerkstuk, 'Waterschaarste', internet, gegenereerd 23 oktober 2008

(http://www.cmo.nl/sw/index.php?option=com_content&task=view&id=216&Itemid=268)

- Internetadressen:

www.rainstore.be

www.waterwet.be

www.regenwater.com

www.pidpa.be/nl/waterkwaliteit/anderwater.htm

www.pidpa.be/nl/waterkwaliteti/regenwaterinstallaties.htm

<http://www.waterloketvlaanderen.be/gezinnen/vragen-en-antwoorden/wat-is-hemelwater/>

www.aww.be/inhoud/klanten/verbouwen/regenwaterinstallaties.htm

www.vmw.be

www.aquafix.nl/groep07/regenwater02.html

www.waterland.net

www.livios.be/nl/build/ener/build/wkho/7311.asp

www.livios.be/nl/build/guid/ener/dura/2564.asp

www.milieuadvieswinkel.be/indes.php/02.01.02.05.03

www.kruisbeton.be/regenwaterputten

www.lenntech.com/regenwatersysteem.htm

www.waterbewust.nl/afkoppelenondergronds.html

www.klimaatwebsite.be

www.antwerpennoord.be/actueel/2005/2003_ecotuin=groendak.html

www.fyto.be/diensten.html

www.meteo.be/meteo/view/nl/65239-Home.html?newlanguage=true

<http://www.agoria.be/s/p.exe/WService=WWW/webextra/prg/izContentWeb?vWebSessionID=27664&vUserID=999999&TopicID=3714&FActionSource=olTopics&FAction=SearchTopic>

<http://www.svw.be/overleg/watervoor.asp>

http://statbel.fgov.be/indicators/cpi/infl_nl.asp

<http://www.infrax.be>

- Boeken:

PAGEL, R., *Computergestuurd waterleidingssysteem voor het dagelijks gebruik van regenwater*, 1^e druk, uitgeverij Segment B.V., Amersfoort, 1999, 179 pagina's

VAN DEN BOSSCHE, P., *Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis*, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

PRINS, F., LANGEVELD, S., *Elsevier waterwijzer – Gebruik van Hemelwater*, Elsevier, Doetinchem, 2003, 103 pagina's

VAN BEURDEN, E.A.E.M., *Elsevier waterwijzer – Hemelwater in de praktijk*, Elsevier, Doetinchem, 2003, 120 pagina's

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

(<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 2: Evenwicht in de waterkringloop', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002

(<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 3: Watergebruik in Vlaanderen: Huidige Situatie.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002
(<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Water. Elke druppel telt – Deel 4: Watergebruik in Vlaanderen: Een Blik op de toekomst.', *Brochure Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap –Afdeling water*, 2002
(<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'De Eerste Beleidsnota – een kennismaking', internet, *Brochure Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid*, 2005, (<http://www.waterloketvlaanderen.be/publicaties>)

MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, *Contemporary Financial Management*, Tenth edition (International Student Edition), South- Western, part of the Thomson Corporation, 2004, 799 pagina's

- andere bronnen:

VLARIO VZW, 'Katern: Afkoppelen, Bufferen en Infiltreren', versie 2, 2005 – 04-20, 93 pagina's. (Deze tekst werd samengesteld in het kader Vlario Werkgroep 5: Typebestekken en normen, Deelgroep Infiltratievoorzieningen).

VITO; CENTEXBEL, 'Hergebruik van hemelwater: Technische Toelichting: Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen.' juli 2004, 12 pagina's

OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., *Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden*, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's

WATERLOKET, brochure: 'Je gaat bouwen of verbouwen? Waarheen met je hemelwater en afvalwater?' (informatie van de Vlaamse overheid en VMM)

Toelichtingnota bij het subsidiereglement voor Infiltratievoorzieningen, Regenwaterinstallaties en Groendaken.

Brochure: *'Regenwater: een hemels geschenk. Vuistregels voor het opvangen en benutten van regenwater in huis.'*, Uitgave 2002 (Deze brochure is een uitgave van het provinciaal samenwerkingsverband voor de ondersteuning van het gemeentelijk milieubeleid in Vlaams-Brabant)

'Wereldwijde watercrisis komt dichterbij', *Metro*, nr. 1863, maandag 16 maart 2009 (artikel naar aanleiding van het Wereldwaterforum in Istanboel)

DAKU Groendak folder

- organisaties:

VIBE

Dialogo Vzw

VMM

Centrum Duurzaam Bouwen

Willems Diels

JP Berckmans

BIJLAGEN

Bijlage 1: De dimensioneringsgrafiek (p.111)

Bijlage 2: Berekeningsformulier individuele regenwaterput (p.112)

Bijlage 3: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in huishoudens met 4 personen (p.113)

Bijlage 4: Bepaling van de leegstandsformules bij 5 en 10 % leegstand (p. 128)

Bijlage 5: Groeivoet voor de eenheidsprijs van leidingwater(p. 129)

Bijlage 6: Subsidieaanvraag RWG bij infrax (p. 130)

Bijlage 7: Samenvatting statistieken sensitiviteitsanalyse A (p.132)

Bijlage 8: Rapport Sensitiviteitsanalyse B (p.133)

Bijlage 9: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in huishoudens met 7 personen (p.135)

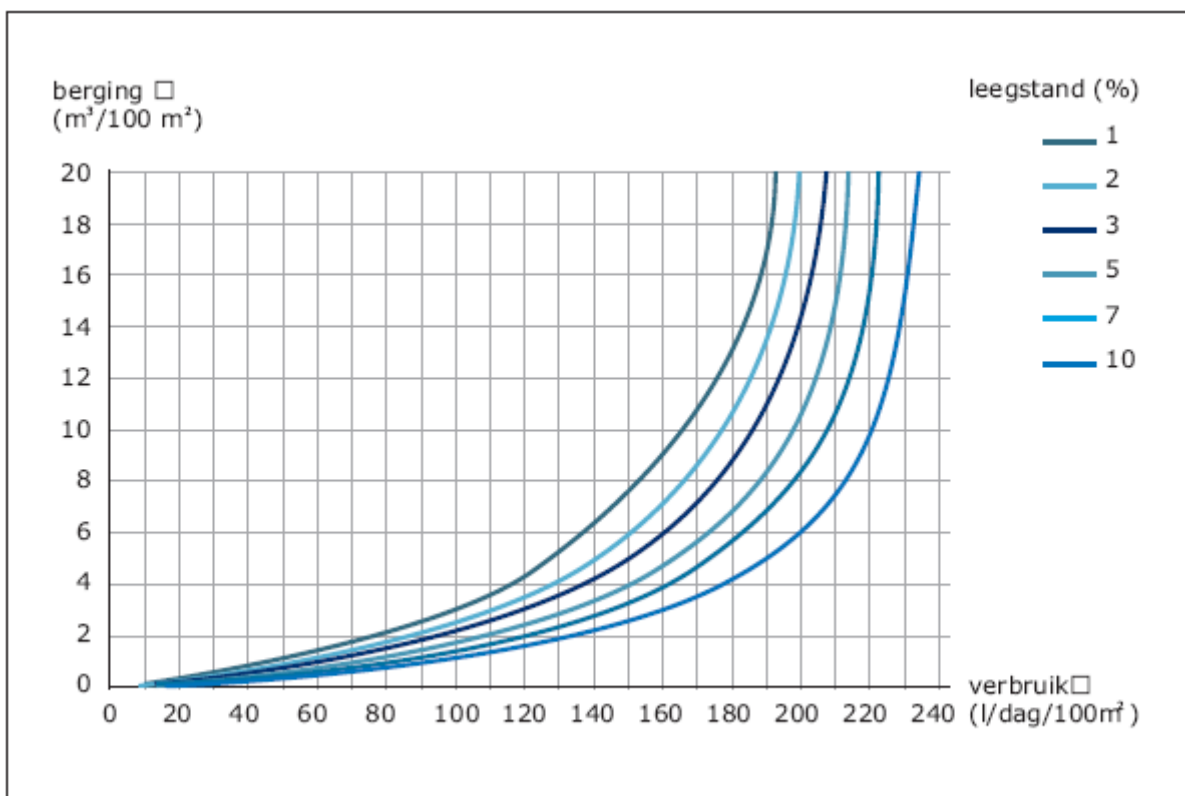
(Verbruik, dimensionering & NPV-tabel)

Bijlage 10: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in een appartement met 12 personen

(Verbruik, dimensionering & NPV-tabel)

(p. 144)

Bijlage 1: De dimensioneringsgrafiek.



Bron: Waterwegwijzer voor Architecten (VMM)

Bijlage 2: Berekeningsformulier individuele regenwaterput

1. **Horizontale dakoppervlakte** in m² A
 Correctiefactoren voor helling en oriëntatie x dakbedekking x filter (zie paragraaf 2.3) = B
 Gecorrigeerd aanvoerend oppervlak in m² = A x B = C

2. **Schatting watergebruik**
 Gemiddeld leidingwatergebruik per jaar in m³ (zie waterfactuur) = D
 Aantal personen in het gezin = E
 Watergebruik in liter per persoon per dag = $\frac{1000 \times D}{365 \times E} =$ F

verbruikspost	gemiddelde waarde (liter/dag/pers)	schatting eigen waterverbruik (liter/dag/pers)	vervangbaar door regenwater (liter/dag/pers)
WC	43		
Tuin	5		
Schoonmaak (huis, wagen)	5		
Was	16		
Bad/Douche	39		0
Vaat	8		0
Koken	3		0
.....			
TOTAAL (liter/dag/pers)	119 (=F) G

- Totaal regenwatergebruik in liter/dag = G x E = H
 Relatief regenwatergebruik in liter/dag/100 m² = $\frac{100 \times H}{C} =$ I

3. **Putvolume**
 Kies het gewenste putvolume in liter: J
 Relatief putvolume in m³/100 m² = $\frac{J}{10 \times C} =$ K

4. **Bereken de leegstand**
 Uit de dimensioneringsgrafiek (zie paragraaf 2.3) kan de gemiddelde leegstand worden berekend op basis van het relatief verbruik (I) en het relatief putvolume (K).

5. **Indien het percentage leegstand te groot is**
- kan je de put groter kiezen: ga dan terug naar stap 3.
 - kan je het regenwatergebruik verminderen: ga dan terug naar stap 2.

Bron: Waterwegwijzer voor Architecten (VMM)

Bijlage 3: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in huishoudens met 4 personen.

REKENMODEL BIJ HET GEBRUIK VAN HEMELWATER IN HET HUISHOUDEN

Bepaling van het gewenste verbruik en dimensionering van de hemelwaterput

1ste Stap: Totaal gebruiksdebiet aan hemelwater bepalen

aantal bewoners:

4

type verbruik:

Type

aantal

coëfficiënt
(ref.1)

verbruik

	<u>Type</u>	<u>aantal</u>	<u>coëfficiënt</u> <i>(ref.1)</i>	<u>verbruik</u>	
1	WC-spoeling	4	30	120 l/dag	= 0,12 m ³ /dag
2	Was van kledij	0	17	0 l/dag	= 0 m ³ /dag
3	Schoonmaak (auto, woning, ...)	4	4	16 l/dag	= 0,016 m ³ /dag
4	Tuin	4	4	16 l/dag	= 0,016 m ³ /dag
5	Geen	0	0	0 l/dag	= 0 m ³ /dag

Totaal gewenst verbruik hemelwater per dag (in m³/dag)

Totaal gewenst verbruik hemelwater per jaar (in m³/jaar)

152 l/dag = 0,152 m³/dag
55,48 m³/jaar

2de stap: Beschikbare hoeveelheid hemelwater bepalen

Vertrekpunt

	Opgevangen hoeveelheid water
	=
	opvangoppervlak x neerslaghoeveelheid x opvangfactor x filterrendement x hellingscoëfficiënt

Gegevens verharde oppervlakken

Het is aangeraden enkel daken mee te rekenen als opvangoppervlak. Andere verhardingen zijn ook mogelijk, maar dan moet er waarschijnlijk een doorgedreven zuivering uitgevoerd worden die extra kosten met zich meebrengt. Bij daken moet men de horizontale dakprojectie in rekening brengen of m.a.w. het horizontale basisvlak dat door het dak wordt bedekt.

Totaal opvang oppervlak

100 m²

Om rekening te houden met de helling van het dak moet men het totale opvangoppervlak (cel F42) onderverdelen in onderstaande tabelletjes afhankelijk van de oriëntering en helling van het oppervlak (vb. tabel 1: aantal m² met zuidwest oriëntering). Bij platte oppervlakken geldt een helling kleiner of gelijk aan 30°.

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>zuidwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1,25		30°	0 m ²
1,3		35°	0 m ²
1,36	50	40°	68 m ²
1,43		45°	0 m ²
1,52		50°	0 m ²
1,55		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidwest oriëntering

68 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>zuidoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidoost oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>noordwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordwest oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>noordoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
0,75		30°	0 m ²
0,7		35°	0 m ²
0,64	50	40°	32 m ²
0,57		45°	0 m ²
0,48		50°	0 m ²
0,45		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordoost oriëntering

32 m²

Totaal oriëntatie/helling gecorrigeerd opvangoppervlak

100 m²

Het opvangoppervlak is nu gecorrigeerd met een hellingscoëfficiënt. Volgende factor waar men rekening mee moet houden is het materiaal van de dakbedding. Hiervoor moet opnieuw vertrekken van het totale opvangoppervlak en dit invullen in onderstaande tabel, afhankelijk van het materiaal waaruit het dak bestaat. Andere verharde opvangoppervlakken vallen onder de noemer terreinverharding. Het model gaat dan rekening houden met een eventuele verliesfactor en de eerder berekende correctie horende bij de oriëntatie/helling.

	<u>Opvangoppervlak type</u> (beschrijving, materiaal)	<u># m²</u>	<u>%</u>	<u># m²</u> <u>gecorrigeerd</u>	<u>Verliesfactor</u> <u>(ref. 3 & 4)</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1	hellend dak met beplanting	0 m ²	0 %	0 m ²	0,25	0 m ²
2	hellend dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,8	0 m ²
3	hellend dak met geglazuurde pannen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,9	0 m ²
4	hellend dak met leien of pannen	100 m ²	100 %	100 m ²	0,9	90 m ²
5	plat dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,7	0 m ²
6	plat dak met beplanting (groendak)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,2	0 m ²
7	plat dak met grind	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
8	terreinverharding (vb. oprit)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
9	geen	0 m ²	0 %	0 m ²	0	0 m ²
		100 m ²	100 %	100 m ²		

Totaal gecorrigeerd opvangoppervlak

Filterrendement (ref 2)

Totaal beschikbaar opvangoppervlak

90 m ²
0,9
81 m²

Beschikbare hoeveelheid hemelwater (m³/dag)

0,173 m³/dag
63,18 m³/jaar

Het berekende verbruik is kleiner dan of gelijk aan het beschikbaar hemelwaterdebiet. Ga verder.

3rde stap: Putvolume bepalen

Voor het bepalen van het volume van de hemelwaterput gebruiken we de Code van de Goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen. Deze code bepaalt tankvolumes die rekening houden met de bufferende functie van deze tanks en de horizontale dakoppervlakte (opvangoppervlak).

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Bron: 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een watervriendelijk huishouden.' (VMM)

Totale opvangoppervlakte 100 m² => 5000 Liter
(na correctie dimensioneringsgrafiek, zie onder)

Aan de hand van het percentage leegstand kunnen we nagaan of deze tankinhoud toereikend is om te voldoen aan de waterbehoefte. Hiervoor gebruiken we onderstaande dimensioneringsgrafiek die het verbruik (in l/dag/100m²) uitzet ten op zichte van de berging (m³/100m²). Er van uit gaan dat de opvangtank nooit leeg zal staan is onrealistisch. Aangeraden wordt te streven naar een leegstand van ongeveer 5 tot 10 %.

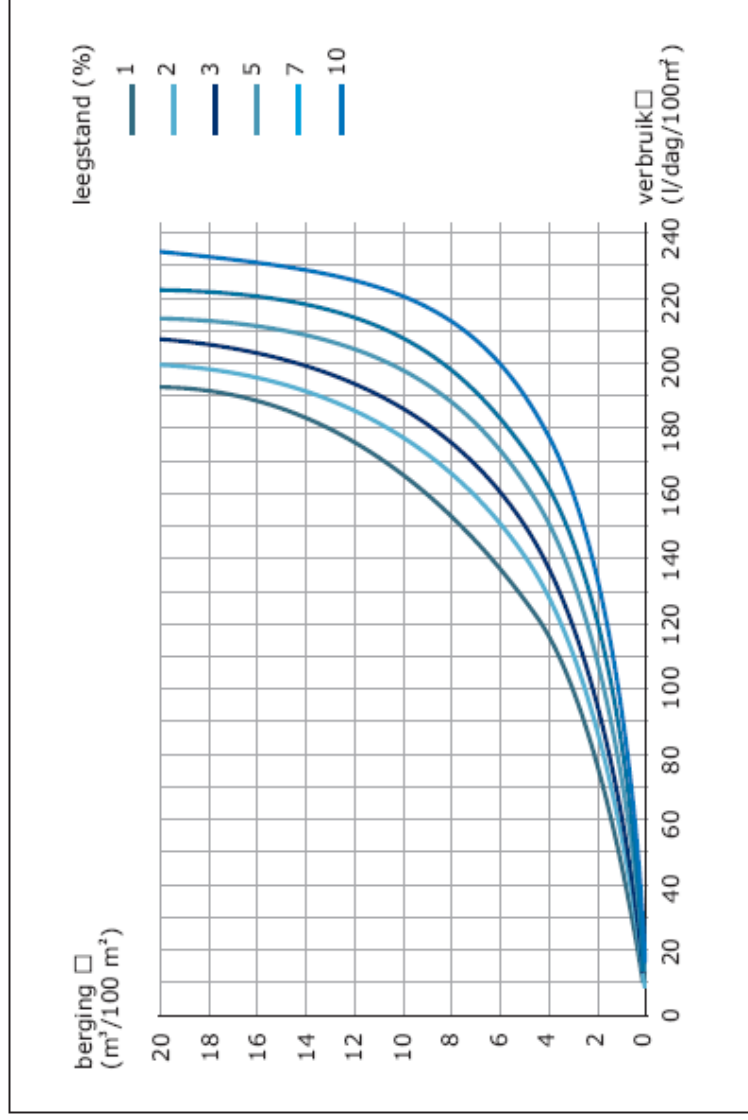
We kunnen nu kijken welke berging we minimaal nodig hebben om te voldoen aan het eerder berekende verbruik.

Gewenst verbruik per dag (stap 1)

0,152 m³/dag

of

187,7 l/dag/100m²



5 % leegstand

→

7,91 m³/100m²

→

6,406097 m³

6406,097 liter

10 % leegstand

→

5,52 m³/100m²

→

4,4712529 m³

4471,2529 liter

Het putvolume is groot genoeg om aan het eerder berekende verbruik te voldoen

*Indien de minimale tankinhoud groter is dan de waarde in cel H208 (bij 5 %) wil dit zeggen dat het putvolume te groot is. Men gaat dus meer water kunnen opvangen dan eigenlijk nodig is. Aangezien de waarde in cel G171 het voorgeschreven minimum omvat kan men nog proberen het verbruik te verhogen zodat het opgevangen water toch een nuttige toepassing krijgt.

*Indien de minimale tankinhoud kleiner is dan de waarde in cel H210 (bij 10 %) wil dit zeggen dat het putvolume te klein is. Men vangt dus niet genoeg hemelwater op om aan het gewenste verbruik te voldoen. Hier heeft men twee opties. In de eerste plaats kan men overwegen om een groter putvolume te nemen. Ten tweede kan men opteren het gewenste verbruik te verlagen, zodat dit putvolume wel volstaat om droge periodes te overbruggen.

ref 1: op basis van de waarden uit tabel 1 (zie tekst p. ...) en www.waterloketvlaanderen.be

ref 2: VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam

ref 3: Hergebruik van hemelwater. Technische toelichting. Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen. Centexbel en VITO, juli 2004

ref 4: VAN DEN BOSSCHE, P., Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Berekening van de geraamde kosten bij het gebruik van hemelwater

Dit rekenmodel biedt de mogelijkheid om op twee verschillende manieren met de kosten om te gaan. Men kan enerzijds een raming maken indien men niet over gedetailleerde gegevens beschikt. Anderzijds is een gedetailleerde kostprijs berekening mogelijk.

OPM: het is belangrijk slechts 1 van de 2 mogelijkheden te gebruiken, anders gaat elders in het model een te hoge investering in rekening gebracht worden.

RAMING KOSTPRIJS TOTALE INVESTERING

1. Raming investering hemelwaterput

Gekozen volume van de hemelwaterput (in liter)

5000 liter

Gekozen volume van de hemelwaterput (in m³)

5 m³

Kostprijs Hemelwaterput

<u>type hemelwaterput</u>	<u>aantal</u>	<u>richtprijs</u> (ref 5)	<u>Kostprijs</u> <u>Hemelwaterput</u>
ter plaatse gegoten beton		600 EUR/m ³	0 euro
prefab betonnen put	1	250 EUR/m ³	1250 euro
kunststoffen tanks		200 EUR/m ³	0 euro

Totale kostprijs hemelwaterput

1250 euro

2. Andere investeringskosten (filter, pomp, ...)

1800 €

Totale geraamde investering

3050 €

3. Verbruikskosten

50 €/jaar

GEDETAILLEERDE KOSTPRIJSBEREKENING

1ste stap: kostprijs hemelwaterput (ref.6)

	<u>aantal</u>	<u>kost</u> €	<u>totaal</u>	<u>afschrijvingstermin</u> jaar	<u>jaarlijkse kost</u> €/jaar
levering en plaatsing van de hemelwaterput (incl. kost)		euro	0 euro	30	0 €/jaar
levering en plaatsing van pompen (incl. kostprijs)		euro	0 euro	5	0 €/jaar
levering en plaatsing van filters (incl. kostprijs)		euro	0 euro	5	0 €/jaar
voorbereidende werken, incl. afbraak		euro	0 euro	30	0 €/jaar
Herstellingskosten		euro	0 euro	30	0 €/jaar
erelonen architect, consultant		euro	0 euro	30	0 €/jaar
Andere		euro	0 euro	1	0 €/jaar
totaal investeringen (hemelwaterput)			0 euro		0 €/jaar

2de stap: Verbruikskosten (ref.6) (kosten die jaarlijks terugkomen)

	<u>kost</u> €/stuk	<u>frequentie</u> per jaar	<u>jaarlijkse kost</u> €/jaar
visuele controle	euro	/jaar	0 €/jaar
onderhoud filter	euro	/jaar	0 €/jaar
onderhoud hemelwaterput	euro	/jaar	0 €/jaar
energieverbruik	euro	/jaar	0 €/jaar
Andere	euro	/jaar	0 €/jaar
totaal verbruikskosten			0 €/jaar
Totale investeringskost + verbruikskosten in €/jaar			0 €/jaar
Totale investerings- + verbruikskosten per m³ hemelwaterput in €/m³jaar			0 €/m³jaar

3de stap: kostprijs bijkomend leidingennetwerk (ref 6)

Berekening kostprijs leidingen voor de opvang van het hemelwater

waarvan ondergronds aan te leggen
of ophangbare leidingen

<u>aantal</u> <u>m</u>	<u>kost</u> <u>€/m</u>	<u>totaal</u>
0	0	0 €
0	0	0 €

Berekening kostprijs leidingen vanaf hemelwaterput naar verbruikspunt

waarvan ondergronds aan te leggen
of ophangbare leidingen

0	0	0 €
0	0	0 €

Berekening kostprijs leidingen totaal

0 €

Totale investering (stap 1 + stap 3)

0 €

Totale verbruikskost (stap 2)

0 €/jaar

De geraamde kostprijs voor het verbruikt hemelwater

0 €/m ³

Bij het berekenen van deze kostprijs wordt rekening gehouden met een geschatte leegstand van 7,5%. We veronderstellen een leegstand van 7,5% aangezien we streven naar een leegstand tussen 5 en 10 %. Indien men echt streeft naar 5% leegstand kan men de formule aanpassen om een betere raming te komen.

ref 5: Hergebruik van hemelwater. Technische toelichting. Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen.
Centexbel en VITO, juli 2004

ref 6: Pluviotest voor bedrijven (www.agoria.be)

Besparingen dankzij het gebruik van Hemelwater

Besparingen kunnen worden bereikt op 2 manieren:

- besparing op de waterfactuur
- besparing op de milieuheffing

Om te kijken of het gebruik van hemelwater ook iets opbrengt gaan we 2 situaties met elkaar vergelijken. In de ene situatie gaan we er vanuit dat enkel drinkwater wordt gebruikt. Bij de tweede wordt een deel van het drinkwater vervangen door hemelwater.

Voor elke situatie gaan we de waterfactuur en de milieuheffing berekenen. Vergelijking van de 2 zal ons een idee geven van de bekomen besparingen.

1ste stap: Besparing op de waterfactuur (ref Z)

	ENKEL DRINKWATER	DEELS HEMELWATER
Jaarverbruik (drinkwater)	160,6 m ³	105,12 m ³
Gratis volume (aantal personen x15 m ³)	60 m ³	60 m ³
Restgebruik (jaarverbruik - gratis volume)	100,6 m ³	45,12 m ³
Eenheidsprijs per m ³ (afhankelijk van regio en maatschappij)	1,35 EUR/m ³	1,35 EUR/m ³
Kostprijs restvolume (= eenheidsprijs * restvolume)	135,81 EUR	60,912 EUR
Vaste Kost (afhankelijk van drinkwatermaatschappij)	41,56 EUR	41,56 EUR
Jaarlijkse waterrekening	177,37 EUR	102,472 EUR
Besparing op de waterrekening	74,898 EUR/jaar	

2de stap: Besparing op de milieuheffing (ref 7)

	ENKEL DRINKWATER	DEELS HEMELWATER
Jaarverbruik (drinkwater)	160,6 m ³	105,12 m ³
Milieuheffing Eenheidsprijs per m ³ (afhankelijk van regio en maatschappij)	2,0952 EUR/m ³	2,0952 EUR/m ³
- bovengemeentelijke saneringsbijdrage (zuiveren van afvalwater)	0,873 EUR/m ³	0,873 EUR/m ³
- gemeentelijke saneringsbijdrage (afvoeren van verbruikt water)	1,2222 EUR/m ³	1,2222 EUR/m ³
Jaarlijkse Milieuheffing	336,4891 EUR	220,24742 EUR
Besparing op de milieuheffing	116,2417 EUR/jaar	

Totale besparing (per jaar) dankzij het gebruik van hemelwater

191,14 EUR/jaar

ref 7: Brochure: 'Regenwater: een hemels geschenk. Vuistregels voor het opvangen en benutten van regenwater in huis.', Uitgave 2002 (Deze brochure is een uitgave van het provinciaal samenwerkingsverband voor de ondersteuning van het gemeentelijk milieubeleid in Vlaams-Brabant)

Net Present Value

<i>Inkomsten bij</i>	4 Personen		
	gewenst verbruik (m ³)		
Besparing waterfactuur		74,898	
	aan eenheidsprijs/m ³		5,25 %
Besparing milieuheffing		116,2417	
	aan eenheidsprijs/m ³		2,36 %
Verbruikskosten		50	

Totale opbrengsten		141,1397	

Aangezien we er van mogen uitgaan dat bij een gezin met kinderen na een 20-tal jaar deze kinderen het ouderlijk huis gaan verlaten, wordt in het model ook rekening gehouden dat na 20 jaar het gewenste verbruik en dus ook de besparingen zullen terug vallen.

Gewenst verbruik bij 2 personen
gewenst verbruik (m³) **27,74**

Investing

Investering hemelwaterput	€	3050
Investering leidingennetwerk	€	0
Subsidie (gemeente)	€	250
Samenwerkingsakkoord (Vlaams Gewest)	€	-

Netto investering	€	2800

NPV (ref 8)

Discount rate **4** % (ref 9)

NCFt = Netto Cash inflow in jaar t

PVNCf = Present Value of Cash Inflow in jaar t

Cum NCF = Cumulatieve Cash Inflow

NPV - tabel

We bekijken de netto actuele waarde over een periode van 30 jaar. Dit wordt verondersteld ongeveer de gemiddelde tijd te zijn dat een generatie in een woning woont.

Jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NCft	141,1397	147,8151	154,7618	161,9919	169,5186	177,3555	185,5167	194,0172	202,8729	212,1002	221,7163	231,7395	242,1888
Cum NCF	141,1397	288,9548	443,7166	605,7086	775,2272	952,5827	1138,099	1332,117	1534,989	1747,09	1968,806	2200,545	2442,734
PVNCft	135,7112	136,6634	137,5827	138,4714	139,332	140,1666	140,9774	141,7665	142,5358	143,2873	144,0227	144,7438	145,4523
Jaar	14	15	16	17	18	19	20						
NCft	253,0842	264,4467	276,2984	288,6624	301,5631	315,0258	329,0775						
Cum NCF	2695,819	2960,265	3236,564	3525,226	3826,789	4141,815	4470,893						
PVNCft	146,1498	146,8379	147,518	148,1916	148,86	149,5246	150,1867						

Na 20 jaar gaan we er van uit dat de kinderen het ouderlijk huis verlaten hebben. Dit heeft rechtstreeks gevolgen voor het gewenste verbruik dat gaat dalen. Logischerwijs zullen dan ook de besparingen (= de inkomsten) gaan dalen.

Jaar	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NCft	146,8731	154,5308	162,5273	170,879	179,6028	188,7169	198,2401	208,1923	218,5942	229,4678
Cum NCF	4617,766	4772,297	4934,824	5105,703	5285,306	5474,023	5672,263	5880,455	6099,049	6328,517
PVNCft	64,45287	65,20512	65,94162	66,66356	67,37205	68,06817	68,75296	69,42743	70,09254	70,74921

NPV = Net Invest + PVNCF		
NPV =	-2800	+ 3544,707
=	744,71	
Terugverdientijd		15 jaar

*Indien de NPV positief is, kan men een regenwaterinstallatie onder deze voorwaarden als een nuttige investering beschouwen. Bij een negatieve Netto Actuele waarde is het economisch niet voordelig om een regenwaterinstallatie te plaatsen.

*De terugverdientijd moet men spiegelen met de periode dat men verwacht in het huis te wonen. Men zou hiervoor volgend criteria kunnen gebruiken:
 - de investering moet terugverdiend zijn binnen 20 jaar, aangezien dan de kinderen het huis verlaten en de inkomsten drastisch zullen dalen.

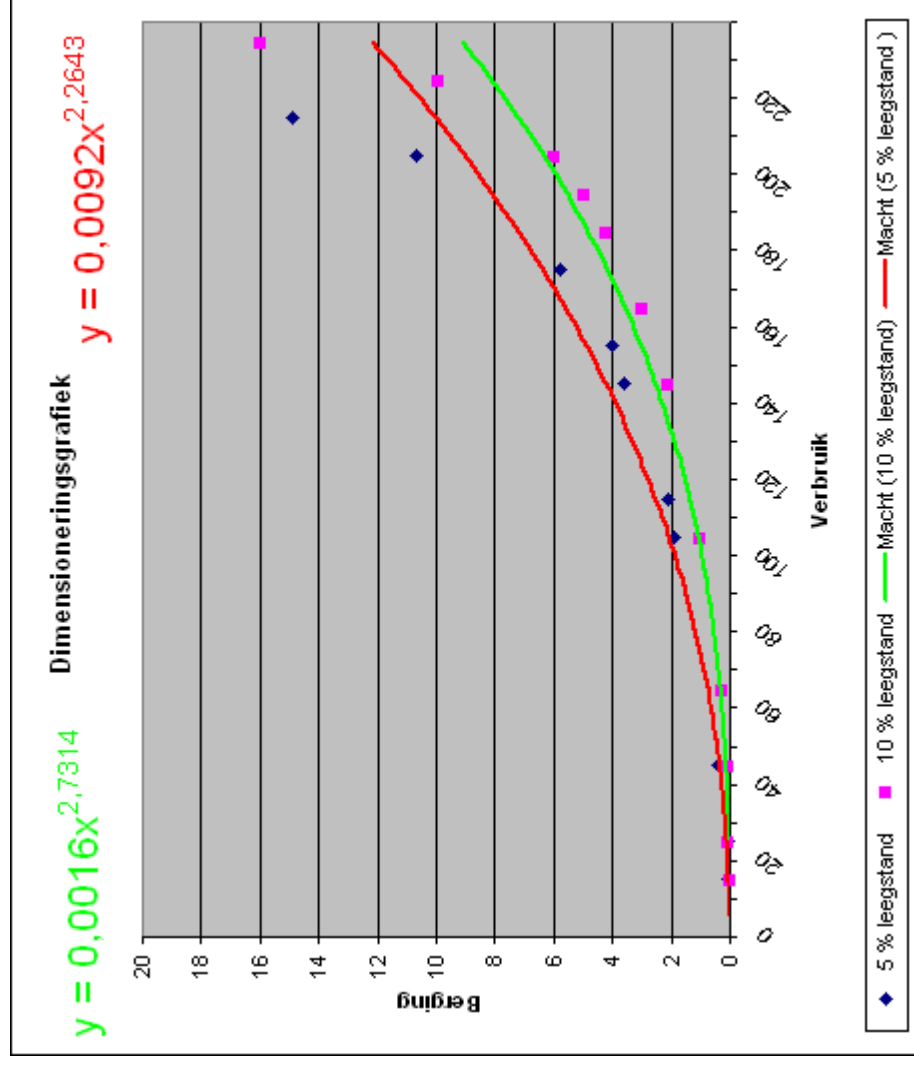
ref 8: MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, 'Contemporary Financial Management' Tenth edition (International Student Edition), South- Western, part of the Thomson Corporation, 2004

ref 9: OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's

Bijlage 4: Bepaling van de leegstandsformules bij 5 en 10 % leegstand

Op basis van de dimensioneringsgrafiek uit bijlage 1 heb ik onderstaande tabel gemaakt door de waarden zo goed mogelijk af te lezen. Met behulp van deze tabel en excel heb ik dan een grafiek opgesteld met deze waarden. Nadien heb ik een trendlijn opgemaakt om een zo goed mogelijke benadering te vinden van de dimensioneringsgrafiek. Uiteindelijk kwam ik met behulp van het type macht tot een betrekkelijk goede benadering tot op een hoogte van een verbruik van 220/dag/100m²

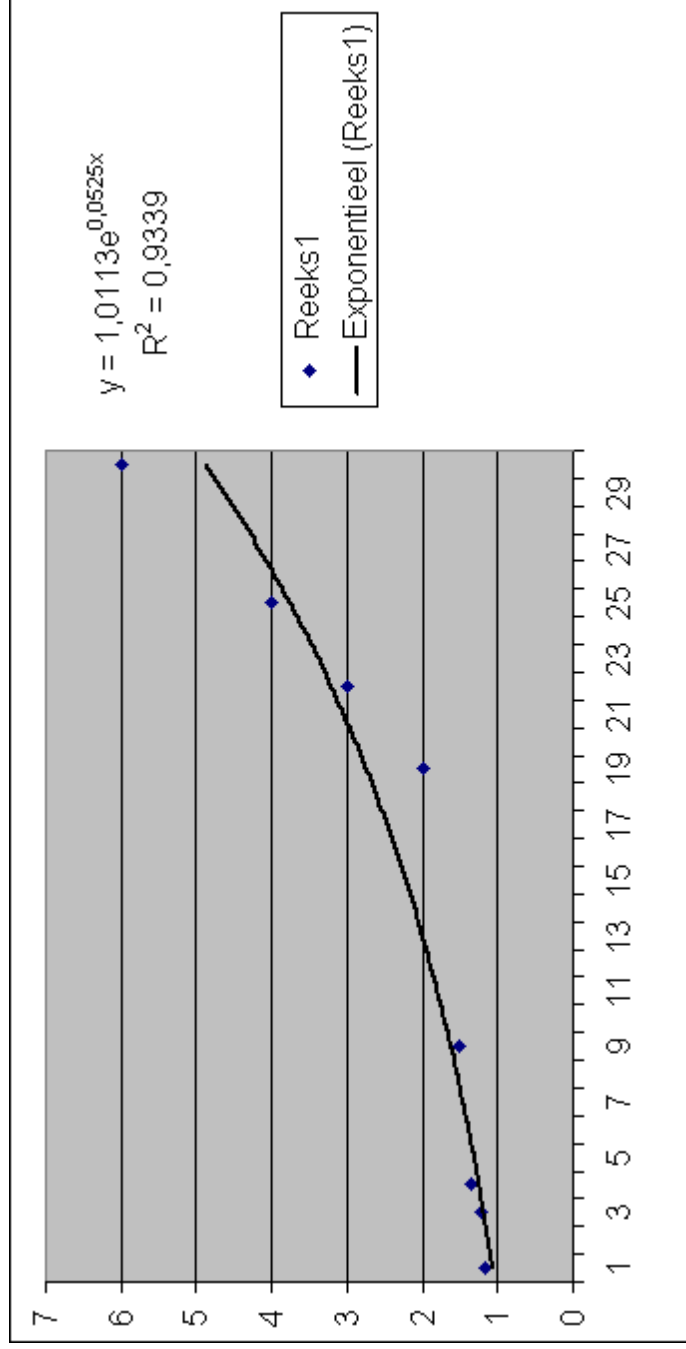
verbruik	5 % leegstand	10 % leegstand
10	0,05	0,01
20	0,1	0,05
30		
40	0,4	0,1
50		
60		0,25
70		
80		
90		
100	1,9	1
110	2,1	
120		
130		
140	3,6	2,1
150	4	
160		3
170	5,8	
180		4,2
190		5
200	10,7	6
210	14,9	
220		9,9
230		16



Bijlage 5: groeivoet voor de eenheidsprijs van leidingwater

Jaar	€/m ³
2006	1,17
2007	1,21
2008	1,21
2009	1,35
2010	1,5
2011	
2012	
2013	
2014	
2015	
2016	
2017	
2018	
2019	2
2020	
2021	
2022	3
2023	
2024	
2025	4
2026	
2027	
2028	
2029	
2030	6

Met de drinkwaterschaarste in gedachten verwachten we sterke prijsstijgingen in de toekomst



Dus een prijsstijging van 5,25 %

Bijlage 6: Subsidieaanvraag rationeel watergebruik (RWG) bij Infrac

subsidieaanvraag rationeel watergebruik (RWG)

hemelwaterput

met pompinstallatie bij bestaande particuliere woningen

gegevens aanvrager

voornaam en naam _____
straat _____ nr. _____
postcode _____ gemeente _____
telefoon _____ fax _____
e-mail _____
klantnummer Infrac _____
bankrekeningnummer [] [] [] - [] [] [] [] [] [] [] [] - [] [] []
uitvoeringsadres _____

omschrijving van de hemelwaterput met pompinstallatie

volume van de hemelwaterput: _____ liter type elektrische pomp: _____
horizontale dakoppervlakte: _____ m² dakoppervlakte verbonden met put: _____ m²
indien dakoppervlakte niet volledig is aangesloten, reden: _____
gebruik van regenwater voor: toilet wasmachine buitenkraan
 andere _____
de overloop van de hemelwaterput is aangesloten op: infiltratievoorziening gracht, beek, vijver, ...
 het gedeelte van de openbare riolering bestemd voor de afvoer van hemelwater
 gemengd rioolstelsel, motivering: _____
bouwjaar woning _____ datum laatste bouwvergunning woning (kopie bijvoegen) _____
datum plaatsing hemelwaterput _____ datum ingebruikname hemelwaterput _____

ondertekening

De aanvrager verklaart hiermee volledig akkoord te gaan met de algemene voorwaarden betreffende de subsidie-maatregelen en voegt hierbij de nodige documenten.

plaats _____ datum _____
naam _____ handtekening _____

Uw aanvraag wordt bij voorkeur ten laatste 10 dagen vóór de aanleg van de hemelwaterput met pompinstallatie naar Infrac verstuurd!

Formulier volledig en leesbaar invullen, ondertekenen en samen met de nodige documenten terugsturen naar: **Infrac RWG-dienst, Gouverneur Verwilghensingel 32, 3500 Hasselt (078 35 30 20).**

infrac

netbedrijf aardgas, elektriciteit, kabeltelevisie en riolering | maatschappelijke zetel: Koningsstraat 55 bus 15, 1000 Brussel

subsidierglement

voor het bekomen van de RWG-subsidie

Procedure van de aanvraag

Wanneer u als huishoudelijke klant bij een bestaande particuliere woning een hemelwaterput met pompinstallatie plaatst voor hergebruik kunt u hiervoor een subsidie krijgen, op voorwaarde dat uw gemeente voor riolering is aangesloten bij Infrax en voor zover dit niet verplicht werd/wordt opgelegd door de gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten. Hiervoor moet u het aanvraagformulier volledig ingevuld toesturen aan Infrax. De definitieve toekenning en uitbetaling van de subsidies gebeurt echter steeds op basis van het ons bezorgde aanvraagformulier en de nodige bewijsstukken.

Algemene aandachtspunten

Dit subsidiereglement is geldig vanaf 1 januari 2008.

Nieuwbouwwoningen waarvoor een bouwvergunning werd afgeleverd na 31 januari 2005 komen niet in aanmerking voor deze subsidie.

De aanvraag moet schriftelijk gebeuren en kan slechts éénmaal per woning toegekend worden.

De hemelwaterinstallatie dient te voldoen aan de richtlijn zoals bepaald in 'Krachtlijnen voor een geïntegreerd rioleringsbeleid in Vlaanderen', meer bepaald de 'code van goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen'. De belangrijkste voorwaarden die hierin vervat zitten zijn:

- a. De minimale tankinhoud van de hemelwaterput dient in overeenstemming te zijn met de totale horizontale dakoppervlakte, met een minimum van 3000 liter. Onderstaande tabel kan gebruikt worden voor de bepaling van de inhoud van de hemelwaterput:

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud (liter)
50 tot 60 m ²	3000
61 tot 80 m ²	4000
81 tot 100 m ²	5000
101 tot 120 m ²	6000
121 tot 140 m ²	7000
141 tot 160 m ²	8000
161 tot 180 m ²	9000
181 tot 200 m ²	10 000
>200 m ²	5000 l per 100 m ²

- b. Het hergebruik van het in de hemelwaterput opgevangen water is verplicht door middel van een aangesloten pompinstallatie met een minimale aansluiting van (1) één toilet of wasmachine. Een pompinstallatie is niet verplicht indien de verschillende aftappunten gravitair gevoed kunnen worden. Alle verbruikspunten waar hemelwater toegevoerd wordt, moeten voorzien worden van een sticker of aanduiding met de vermelding: "Géén drinkwater".
- c. Er mag geen directe verbinding gecreëerd worden tussen het drinkwaternet en het leidingennet aangesloten op de hemelwaterput. Hiertoe dient de hemelwaterput met drinkwater bijgevoerd te worden door middel van een bijvuelsysteem met onderbreking overeenkomstig de code van goede praktijk, ofwel dient een afzonderlijk leidingencircuit voorzien te worden voor hemelwater en drinkwater.
- d. De overloop van de hemelwaterput wordt aangesloten op (voorkeur van 1 > 5):
1. eigen infiltratievoorziening,
 2. openbare infiltratievoorziening,
 3. kunstmatige afvoerweg voor hemelwater,
 4. oppervlaktewater,
 5. gemengd rioleringsstelsel (mag enkel indien de 4 voorgaande niet mogelijk zijn).

Na uitvoering van de werken dient een kopie van de factuur van de hemelwaterput met pompinstallatie, met duidelijke opgave van de inhoud van de hemelwaterput en het type pomp, aan de RWG-dienst van Infrax gestuurd te worden. De subsidie geldt enkel voor nieuwe materialen en toestellen.

Op datum van indiening van de aanvraag mogen de facturen niet ouder zijn dan 12 maanden.

Een subsidie die door Infrax schriftelijk toegewezen is, maar waarvoor nog geen factuur voorgelegd werd, blijft, mits voorlegging van de nodige bewijsstukken, uitbetaalbaar tot 31 december van het jaar dat volgt op het jaar waarin de toewijzing gebeurd is. Daarna vervalt het recht op uitbetaling van de subsidie.

Door de ondertekening van de aanvraag geeft de aanvrager aan Infrax de toestemming om in elke fase van het project ter plaatse de installatie en de installatiewerkzaamheden te evalueren en contact op te nemen met de firma en/of installateur die de voorzieningen levert en/of plaatst.

Zowel bij toekenning als onthouding van de subsidie zal de aanvrager hiervan schriftelijk op de hoogte worden gebracht.

Om in aanmerking te komen voor de subsidie dient de installatie een permanent karakter te hebben.

Bijlage 7: Samenvatting statistieken Sensitiviteitsanalyse A

Forecast: NPV (30 jr, 4%)

Summary:

Certainty level is 99.91%

Certainty range is from € 0.00 to Infinity

Entire range is from (€ 258.60) to € 1,803.18

Base case is € 744.71

After 5,000 trials, the std. error of the mean is € 3.95

Statistics: Forecast values

Trials	5.000
Mean	€828,73
Median	€827,20
Mode	---
Standard Deviation	€279,44
Variance	€78.087,31
Skewness	-0,0115
Kurtosis	2,77
Coeff. of Variability	0,3372
Minimum	(€258,60)
Maximum	€1.803,18
Range Width	€2.061,78
Mean Std. Error	€3,95

Percentiles: Forecast values

100%	(€258,60)
90%	€463,17
80%	€587,03
70%	€684,11
60%	€753,23
50%	€827,11
40%	€899,27
30%	€978,23
20%	€1.072,75
10%	€1.191,66
0%	€1.803,18

Bijlage 8: Rapport Sensitiviteitsanalyse B

Forecast: NPV (30 jr, 4%)

Summary:

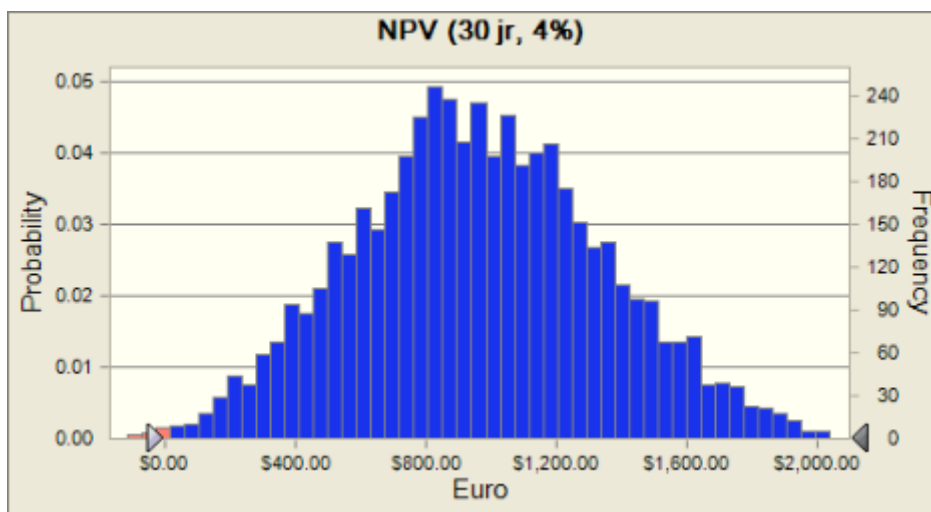
Certainty level is 99.60%

Certainty range is from € 0.00 to Infinity

Entire range is from (€ 345.42) to € 2,262.58

Base case is € 744.71

After 5,000 trials, the std. error of the mean is € 5.44



Statistics:

Forecast values

Trials	5.000
Mean	€961,30
Median	€951,95
Mode	---
Standard Deviation	€384,73
Variance	€148.015,75
Skewness	0,0906
Kurtosis	2,82
Coeff. of Variability	0,4002
Minimum	(€345,42)
Maximum	€2.262,58
Range Width	€2.608,00
Mean Std. Error	€5,44

Percentiles:	Forecast values
100%	(€345,42)
90%	€464,28
80%	€628,61
70%	€757,67
60%	€852,54
50%	€951,85
40%	€1.055,00
30%	€1.161,84
20%	€1.284,43
10%	€1.470,44
0%	€2.262,58

Bijlage 9: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in huishoudens met 7 personen

REKENMODEL BIJ HET GEBRUIK VAN HEMELWATER IN HET HUISHOUDEN

Bepaling van het gewenste verbruik en dimensionering van de hemelwaterput

1ste Stap: Totaal gebruiksdebiet aan hemelwater bepalen

aantal bewoners: 7

type verbruik:

	type	aantal	coëfficiënt (ref. 1)	verbruik	
1	WC-spoeling	7	30	210 l/dag	= 0,21 m ³ /dag
2	Was van kledij	0	17	0 l/dag	= 0 m ³ /dag
3	Schoonmaak (auto, woning, ...)	7	4	28 l/dag	= 0,028 m ³ /dag
4	Tuin	7	4	28 l/dag	= 0,028 m ³ /dag
5	Geen	0	0	0 l/dag	= 0 m ³ /dag
Totaal gewenst verbruik hemelwater per dag (in m ³ /dag)				266 l/dag	= 0,266 m ³ /dag
Totaal gewenst verbruik hemelwater per jaar (in m ³ /jaar)					97,09 m ³ /jaar

2de stap: Beschikbare hoeveelheid hemelwater bepalen

Vertrekpunt:

Opgevangen hoeveelheid water	=	
opvangoppervlak x neerslaghoeveelheid x opvangfactor x filterrendement x hellingscoëfficiënt		

Gegevens verharde oppervlakken

Het is aangeraden enkel daken mee te rekenen als opvangoppervlak. Andere verhardingen zijn ook mogelijk, maar dan moet er waarschijnlijk een doorgedreven zuivering uitgevoerd worden die extra kosten met zich meebrengt. Bij daken moet men de horizontale dakprojectie in rekening brengen of m.a.w. het horizontale basisvlak dat door het dak wordt bedekt.

Totaal opvang oppervlak

154 m²

Om rekening te houden met de helling van het dak moet men het totale opvangoppervlak (cel F42) onderverdelen in onderstaande tabelletjes afhankelijk van de oriëntering en helling van het oppervlak (vb. tabel 1: aantal m² met zuidwest oriëntering). Bij platte oppervlakken geldt een helling kleiner of gelijk aan 30°.

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>zuidwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1,25		30°	0 m ²
1,3		35°	0 m ²
1,36	77	40°	104,72 m ²
1,43		45°	0 m ²
1,52		50°	0 m ²
1,55		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidwest oriëntering

104,72 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>zuidoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidoost oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>noordwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordwest oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref 2)	<u># m²</u> <u>noordoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
0,75		30°	0 m ²
0,7		35°	0 m ²
0,64	77	40°	49,28 m ²
0,57		45°	0 m ²
0,48		50°	0 m ²
0,45		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordoost oriëntering

49,28 m²

Totaal oriëntatie/helling gecorrigeerd opvangoppervlak

154 m²

Het opvangoppervlak is nu gecorrigeerd met een hellingscoëfficiënt. Volgende factor waar men rekening mee moet houden is het materiaal van de dakbedding. Hiervoor moet opnieuw vertrekken van het totale opvangoppervlak en dit invullen in onderstaande tabel, afhankelijk van het materiaal waaruit het dak bestaat. Andere verharde opvangoppervlakken vallen onder de noemer terreinverharding. Het model gaat dan rekening houden met een eventuele verliesfactor en de eerder berekende correctie horende bij de oriëntatie/helling.

	<u>Opvangoppervlak type</u> (beschrijving, materiaal)	<u># m²</u>	<u>%</u>	<u># m²</u> <u>gecorrigeerd</u>	<u>Verliesfactor</u> (ref. 3 & 4)	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1	hellend dak met beplanting	0 m ²	0 %	0 m ²	0,25	0 m ²
2	hellend dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,8	0 m ²
3	hellend dak met geglaazuurde pannen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,9	0 m ²
4	hellend dak met leien of pannen	220 m ²	100 %	154 m ²	0,9	138,6 m ²
5	plat dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,7	0 m ²
6	plat dak met beplanting (groendak)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,2	0 m ²
7	plat dak met grind	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
8	terreinverharding (vb. oprit)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
9	geen	0 m ²	0 %	0 m ²	0	0 m ²
		220 m ²	100 %	154 m ²		

Totaal gecorrigeerd opvangoppervlak

Filterrendement (ref 2)

Totaal beschikbaar opvangoppervlak

138,6 m²

0,9

124,74 m²

Beschikbare hoeveelheid hemelwater (m³/dag)

0,267 m³/dag

97,3 m³/jaar

Het berekende verbruik is kleiner dan of gelijk aan het beschikbaar hemelwaterdebiet. Ga verder.

3rde stap: Putvolume bepalen

Voor het bepalen van het volume van de hemelwaterput gebruiken we de Code van de Goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen. Deze code stipuleert tankvolumes die rekening houden met de bufferende functie van deze tanks en de horizontale dakoppervlakte (opvangoppervlak).

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Bron: 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een waterriendelijk huishouden.' (VMM)

Totale opvangoppervlakte

154 m² => 10000 Liter

(na correctie dimensioneringsgrafiek, zie onder)

Aan de hand van het percentage leegstand kunnen we nagaan of deze tankinhoud toereikend is om te voldoen aan de waterbehoefte. Hiervoor gebruiken we onderstaande dimensioneringsgrafiek die het verbruik (in l/dag/100m²) uitzet ten op zichte van de berging (m³/100m²). Er van uit gaan dat de opvangtank nooit leeg zal staan is onrealistisch. Aangeraden wordt te streven naar een leegstand van ongeveer 5 tot 10 %.

We kunnen nu kijken welke berging we minimaal nodig hebben om te voldoen aan het eerder berekende verbruik.

Gewenst verbruik per dag (stap 1)

0,266 m³/dag

of

213,2 l/dag/100m²

5 % leegstand

→

10,42 m³/100m²

→ 12,996717 m³

12996,717 liter

10 % leegstand

→

7,70 m³/100m²

→ 9,6004625 m³

9600,4625 liter

Het putvolume is groot genoeg om aan het eerder berekende verbruik te voldoen

* Indien de minimale tankinhoud groter is dan de waarde in cel H208 (bij 5 %) wil dit zeggen dat het putvolume te groot is. Men gaat dus meer water kunnen opvangen dan eigenlijk nodig is. Aangezien de waarde in cel G171 het voorgeschreven minimum omvat kan men nog proberen het verbruik te verhogen zodat het opgevangen water toch een nuttige toepassing krijgt.

* Indien de minimale tankinhoud kleiner is dan de waarde in cel H210 (bij 10 %) wil dit zeggen dat het putvolume te klein is. Men vangt dus niet genoeg hemelwater op om aan het gewenste verbruik te voldoen. Hier heeft men twee opties. In de eerste plaats kan men overwegen om een groter putvolume te nemen. Ten tweede kan men opteren het gewenste verbruik te verlagen, zodat dit putvolume wel volstaat om droge periodes te overbruggen.

ref 1 : op basis van de waarden uit tabel 1 (zie tekst p. ...) en www.waterloketvlaanderen.be

ref 2: VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam

ref 3: Hergebruik van hemelwater. Technische toelichting. Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen. Centexbel en VITO, juli 2004

ref 4: VAN DEN BOSSCHE, P., Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Net Present Value

<i>Inkomsten bij</i>	7 personen			
	gewenst verbruik (m ³)			
Besparing waterfactuur		97,09	€/jaar	131,0715
	aan eenheidsprijs/m ³	1,35		
Besparing milieuheffing		2,0952	€/jaar	203,423
	aan eenheidsprijs/m ³			
Verbruikskosten			€/jaar	50
Totale opbrengsten			€/jaar	284,4945

5,25 %

2,36 %

groeipercentage eenheidsprijs drinkwater =

groeipercentage eenheidsprijs milieuheff. =

Aangezien we er van mogen uitgaan dat bij een gezin met kinderen na een 20-tal jaar deze kinderen het ouderlijk huis gaan verlaten, wordt in het model ook rekening gehouden dat na 20 jaar het gewenste verbruik en dus ook de besparingen zullen terug vallen.

Gewenst verbruik bij 2 personen
gewenst verbruik (m³) **27,74**

Investing

€	4300
€	0
€	250
€	
€	4050

NPV (ref 8)

Discount rate **4** % (ref 9)

NCF_t = Netto Cash inflow in jaar t

PV NCF = Present Value of Cash Inflow in jaar t

Cum NCF = Cumulatieve Cash Inflow

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+k)^t} - NINV$$

NPV - tabel

We bekijken de netto actuele waarde over een periode van 30 jaar. Dit wordt verondersteld ongeveer de gemiddelde tijd te zijn dat een generatie in een woning woont.

Jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NCft	284,4945	296,1765	308,3331	320,9859	334,1576	347,872	362,1542	377,0302	392,5276	408,6753	425,5036	443,0441	461,3304
Cum NCF	284,4945	580,671	889,0041	1209,99	1544,148	1892,02	2254,174	2631,204	3023,732	3432,407	3857,91	4300,955	4762,285
PVNCft	273,5524	273,8318	274,107	274,3801	274,6532	274,9283	275,2074	275,4923	275,7847	276,0864	276,399	276,7241	277,0631
Jaar	14	15	16	17	18	19	20						
NCft	480,3974	500,2818	521,0223	542,6593	565,2354	588,7952	613,3857						
Cum NCF	5242,682	5742,964	6263,986	6806,646	7371,881	7960,676	8574,062						
PVNCft	277,4175	277,7887	278,178	278,5868	279,0161	279,4672	279,9412						

Na 20 jaar gaan we er van uit dat de kinderen het ouderlijk huis verlaten hebben. Dit heeft rechtstreeks gevolgen voor het gewenste verbruik dat gaat dalen. Logischerwijs zullen dan ook de besparingen (= de inkomsten) gaan dalen.

Jaar	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NCft	146,8731	154,5308	162,5273	170,879	179,6028	188,7169	198,2401	208,1923	218,5942	229,4678
Cum NCF	8720,935	8875,466	9037,993	9208,872	9388,475	9577,192	9775,432	9983,624	10202,22	10431,69
PVNCft	64,45287	65,20512	65,94162	66,66356	67,37205	68,06817	68,75296	69,42743	70,09254	70,74921

NPV = Net Invest + PVNCF		
NPV =	-4050	+ 6205,331
=	2155,331	
Terugverdientijd		12 jaar

*Indien de NPV positief is, kan men een regenwaterinstallatie onder deze voorwaarden als een nuttige investering beschouwen. Bij een negatieve Netto Actuele waarde is het economisch niet voordelig om een regenwaterinstallatie te plaatsen.

*De terugverdientijd moet men spiegelen met de periode dat men verwacht in het huis te wonen. Men zou hiervoor volgend criteria kunnen gebruiken:
 - de investering moet terugverdiend zijn binnen 20 jaar, aangezien dan de kinderen het huis verlaten en de inkomsten drastisch zullen dalen.

ref 8: MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, 'Contemporary Financial Management' Tenth edition (International Student Edition), South-Western, part of the Thomson Corporation, 2004

ref 9: OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's

Bijlage 10: Rekenmodel bij het gebruik van hemelwater in een appartement met 12 personen

REKENMODEL BIJ HET GEBRUIK VAN HEMELWATER IN HET HUISSHOUDEN

basis: Pluviotest voor bedrijven (www.agoria.be)

Bepaling van het gewenste verbruik en dimensionering van de hemelwaterput

1ste Stap: Totaal gebruiksdebiet aan hemelwater bepalen

aantal bewoners:

12

type verbruik:

	type	aantal	coëfficiënt (ref 1)	verbruik
1	WC-spoeling	12	30	= 0,36 m ³ /dag
2	Was van kledij	0	17	= 0 m ³ /dag
3	Schoonmaak (auto, woning, ...)	12	4	= 0,048 m ³ /dag
4	Tuin	0	4	= 0 m ³ /dag
5	Geen	0	0	= 0 m ³ /dag
Totaal gewenst verbruik hemelwater per dag (in m ³ /dag)				= 0,408 m ³ /dag
Totaal gewenst verbruik hemelwater per jaar (in m ³ /jaar)				= 148,92 m ³ /jaar

Zelf in te vullen
Vaste coëfficiënten
Wordt berekend
Wordt Berekend

2de stap: Beschikbare hoeveelheid hemelwater bepalen

Vertrekpunt:

Opgevangen hoeveelheid water	=	opvangoppervlak x neerslaghoeveelheid x opvangfactor x filterrendement x hellingscoëfficiënt
------------------------------	---	--

Gegevens verharde oppervlakken

Het is aangeraden enkel daken mee te rekenen als opvangoppervlak. Andere verhardingen zijn ook mogelijk, maar dan moet er waarschijnlijk een doorgedreven zuivering uitgevoerd worden die extra kosten met zich meebrengt. Bij daken moet men de horizontale dakprojectie in rekening brengen of m.a.w. het horizontale basisvlak dat door het dak wordt bedekt.

Totaal opvang oppervlak

236 m²

Om rekening te houden met de helling van het dak moet men het totale opvangoppervlak (cel F42) onderverdelen in onderstaande tabelletjes afhankelijk van de oriëntering en helling van het oppervlak (vb. tabel 1 : aantal m² met zuidwest oriëntering). Bij platte oppervlakken geldt een helling kleiner of gelijk aan 30° :

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref.2)	<u># m²</u> <u>zuidwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1	118	≤ 30°	118 m ²
1,25		30°	0 m ²
1,3		35°	0 m ²
1,36		40°	0 m ²
1,43		45°	0 m ²
1,52		50°	0 m ²
1,55		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidwest oriëntering

118 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> (ref.2)	<u># m²</u> <u>zuidoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met zuidoost oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> <i>(ref 2)</i>	<u># m²</u> <u>noordwest</u>	<u>Helling</u>	<u>Overblijvend</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1		≤ 30°	0 m ²
1		30°	0 m ²
1		35°	0 m ²
1		40°	0 m ²
1		45°	0 m ²
1		50°	0 m ²
1		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordwest oriëntering

0 m²

<u>Hellingscoëfficiënt</u> <i>(ref 2)</i>	<u># m²</u> <u>noordoost</u>	<u>Helling</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1	118	≤ 30°	118 m ²
0,75		30°	0 m ²
0,7		35°	0 m ²
0,64		40°	0 m ²
0,57		45°	0 m ²
0,48		50°	0 m ²
0,45		≥ 55°	0 m ²

Totaal opvangoppervlak met noordoost oriëntering

118 m²

Totaal oriëntatie/helling gecorrigeerd opvangoppervlak

236 m²

Het opvangoppervlak is nu gecorrigeerd met een hellingscoëfficiënt. Volgende factor waar men rekening mee moet houden is het materiaal van de dakbedding. Hiervoor moet opnieuw vertrekken van het totale opvangoppervlak en dit invullen in onderstaande tabel, afhankelijk van het materiaal waaruit het dak bestaat. Andere verharde opvangoppervlakken vallen onder de noemer terreinverharding. Het model gaat dan rekening houden met een eventuele verliesfactor en de eerder berekende correctie horende bij de oriëntatie/helling.

	<u>Opvangoppervlak type</u> (beschrijving, materiaal)	<u># m²</u>	<u>%</u>	<u># m²</u> <u>gecorrigeerd</u>	<u>Verliesfactor</u> <u>(ref. 3 & 4)</u>	<u>Gecorrigeerd</u> <u>Opvangoppervlak</u>
1	hellend dak met beplanting	0 m ²	0 %	0 m ²	0,25	0 m ²
2	hellend dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,8	0 m ²
3	hellend dak met geglazuurde pannen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,9	0 m ²
4	hellend dak met leien of pannen	236 m ²	100 %	236 m ²	0,9	212,4 m ²
5	plat dak met bitumen	0 m ²	0 %	0 m ²	0,7	0 m ²
6	plat dak met beplanting (groendak)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,2	0 m ²
7	plat dak met grind	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
8	terreinverharding (vb. oprit)	0 m ²	0 %	0 m ²	0,6	0 m ²
9	geen	0 m ²	0 %	0 m ²	0	0 m ²
		236 m²	100 %	236 m²		

Totaal gecorrigeerd opvangoppervlak

Filterrendement (ref 2)

Totaal beschikbaar opvangoppervlak

212,4 m ²
0,9
191,16 m²

Beschikbare hoeveelheid hemelwater (m³/dag)

0,409 m³/dag
149,1 m³/jaar

Het berekende verbruik is kleiner dan of gelijk aan het beschikbaar hemelwaterdebiet. Ga verder.

3rde stap: Putvolume bepalen

Voor het bepalen van het volume van de hemelwaterput gebruiken we de Code van de Goede praktijk voor hemelwaterputten en infiltratievoorzieningen. Deze code stipuleert tankvolumes die rekening houden met de bufferende functie van deze tanks en de horizontale dakoppervlakte (opvangoppervlak).

horizontale dakoppervlakte	minimale tankinhoud
50 tot 60 m ²	3000 l
61 tot 80 m ²	4000 l
81 tot 100 m ²	5000 l
101 tot 120 m ²	6000 l
121 tot 140 m ²	7000 l
141 tot 160 m ²	8000 l
161 tot 180 m ²	9000 l
181 tot 200 m ²	10000 l
> 200 m ²	5000 l per 100 m ²

Bron: 'Water. Elke druppel telt – Deel 1: Een waterzijdelijk huishouden.' (VMM)

Totale opvangoppervlakte 236 m² => 15000 liter
(na correctie dimensioneringsgrafiek, zie onder)

Aan de hand van het percentage leegstand kunnen we nagaan of deze tankinhoud toereikend is om te voldoen aan de waterbehoefte. Hiervoor gebruiken we onderstaande dimensioneringsgrafiek die het verbruik (in l/dag/100m²) uitzet ten op zichte van de berging (m³/100m²). Er van uit gaan dat de opvangtank nooit leeg zal staan is onrealistisch. Aangeraden wordt te streven naar een leegstand van ongeveer 5 tot 10 %.

We kunnen nu kijken welke berging we minimaal nodig hebben om te voldoen aan het eerder berekende verbruik.

Gewenst verbruik per dag (stap 1)

0,408 m³/dag
of 213,4 l/dag/100m²

5 % leegstand	→	10,44 m ³ /100m ²	→	19,955496 m ³ 19955,496 liter
10 % leegstand	→	7,71 m ³ /100m ²	→	14,746647 m ³ 14746,647 liter

Het putvolume is groot genoeg om aan het eerder berekende verbruik te voldoen

*Indien de minimale tankinhoud groter is dan de waarde in cel H208 (bij 5 %) wil dit zeggen dat het putvolume te groot is. Men gaat dus meer water kunnen opvangen dan eigenlijk nodig is. Aangezien de waarde in cel G171 het voorgeschreven minimum omvat kan men nog proberen het verbruik te verhogen zodat het opgevangen water toch een nuttige toepassing krijgt.

*Indien de minimale tankinhoud kleiner is dan de waarde in cel H210 (bij 10 %) wil dit zeggen dat het putvolume te klein is. Men vangt dus niet genoeg hemelwater op om aan het gewenste verbruik te voldoen. Hier heeft men twee opties. In de eerste plaats kan men overwegen om een groter putvolume te nemen. Ten tweede kan men opteren het gewenste verbruik te verlagen, zodat dit putvolume wel volstaat om droge periodes te overbruggen.

ref 1 : op basis van de waarden uit tabel 1 (zie tekst p. ...) en www.waterloketvlaanderen.be

ref 2: VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, Waterloket Vlaanderen, 'Waterwijzer voor architecten – Een handleiding voor duurzaam

ref 3: Hergebruik van hemelwater. Technische toelichting. Berekeningsmethode en technische & economische beschouwingen. Centexbel en VITO, juli 2004

ref 4: VAN DEN BOSSCHE, P., Hemelwater gebruiken! Een handleiding voor gebruik van regenwater in huis, Vibe Vlaams Instituut voor Bio-ecologische bouwen en wonen, Berchem, 2000, 72 pagina's

Net Present Value

<i>Inkomsten bij</i>	12 personen		
Besparing waterfactuur	gewenst verbruik (m ³)	148,92	
Besparing milieuheffing	aan eenheidsprijs/m ³	1,35	
Verbruikskosten	aan eenheidsprijs/m ³	2,0952	
Totale opbrengsten			€/jaar
			201,042
			+ 312,0172
			- 50

			463,0592

groeipercentage eenheidsprijs drinkwater = 5,25 %

groeipercentage eenheidsprijs milieuheff. = 2,36 %

Investing

Investing hemelwaterput	€	5750
Investing leidingennetwerk	€	0
Subsidie (gemeente)	€	250
Samenwerkingsakkoord (Vlaams Gewest)	€	

Netto investering	€	5500

NPV (ref 8)

Discount rate **4** % (ref 9)

NCF_t = Netto Cash inflow in jaar t

PV NCF = Present Value of Cash Inflow in jaar t

Cum NCF = Cumulatieve Cash Inflow

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+k)^t} - NINV$$

NPV - tabel

We bekijken de netto actuele waarde over een periode van 30 jaar. Dit wordt verondersteld ongeveer de gemiddelde tijd te zijn dat een generatie in een woning woont.

Jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NCft	463,0592	480,9775	499,6237	519,031	539,2342	560,2699	582,1763	604,9937	628,7642	653,5321	679,3438	706,2482	734,2963
Cum NCF	463,0592	944,0367	1443,66	1962,691	2501,926	3062,196	3644,372	4249,366	4878,13	5531,662	6211,006	6917,254	7651,55
PVNCft	445,2492	444,6907	444,1637	443,6699	443,2112	442,7894	442,4061	442,0629	441,7614	441,5028	441,2888	441,1205	440,9993
Jaar	14	15	16	17	18	19	20						
NCft	763,5418	794,0412	825,8537	859,0413	893,6693	929,8062	967,5239						
Cum NCF	8415,092	9209,133	10034,99	10894,03	11787,7	12717,5	13685,03						
PVNCft	440,9264	440,9029	440,93	441,0088	441,1403	441,3255	441,5653						

Na 20 jaar gaan we er van uit dat de kinderen het ouderlijk huis verlaten hebben. Dit heeft rechtstreeks gevolgen voor het gewenste verbruik dat gaat dalen. Logischerwijs zullen dan ook de besparingen (= de inkomsten) gaan dalen.

Jaar	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NCft	1006,898	1048,008	1090,936	1135,771	1182,605	1231,533	1282,658	1336,085	1391,927	1450,301
Cum NCF	14691,93	15739,93	16830,87	17966,64	19149,25	20380,78	21663,44	22999,52	24391,45	25841,75
PVNCft	441,8606	442,2125	442,6216	443,0888	443,6149	444,2007	444,8469	445,5542	446,3233	447,1548

NPV = Net Invest + PVNCF	
NPV =	-5500 + 13284,19
=	7784,193
Terugverdientijd	10 jaar

*Indien de NPV positief is, kan men een regenwaterinstallatie onder deze voorwaarden als een nuttige investering beschouwen. Bij een negatieve Netto Actuele waarde is het economisch niet voordelig om een regenwaterinstallatie te plaatsen.

*De terugverdientijd moet men spiegelen met de periode dat men verwacht in het huis te wonen. Men zou hiervoor volgend criteria kunnen gebruiken:
- de investering moet terugverdiend zijn binnen 20 jaar, aangezien dan de kinderen het huis verlaten en de inkomsten drastisch zullen dalen.

ref 8: MCGUIGAN, KRETLOW, MOYER, 'Contemporary Financial Management' Tenth edition (International Student Edition), South- Western, part of the Thomson Corporation, 2004

ref 9: OCHELEN, S., PUTZEIJS, B., Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussel, 2008, 42 pagina's