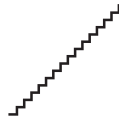


**Brabant Water**

**HARD OF ZACHT?  
MKBA drinkwaterontharding**

Witteveen+Bos  
Heemraadssingel 319  
postbus 2397  
3000 CJ Rotterdam  
telefoon 010 244 28 00  
telefax 010 244 28 88



## HARD OF ZACHT? MKBA drinkwaterontharding

<b>referentie</b>	<b>projectcode</b> HT249-2-1	<b>status</b> definitief
<b>projectleider</b> Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok	<b>projectdirecteur</b> ir. F. de Bruijn	<b>datum</b> 28 oktober 2005

<b>autorisatie</b> goedgekeurd	<b>naam</b> ir. P. Hiemstra	<b>paraaf</b>
-----------------------------------	--------------------------------	---------------

aan ongecontroleerde, dus niet goedgekeurde documenten kunnen geen rechten worden ontleend



**MANAGEMENT SAMENVATTING**

<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DOEL EN WERKWIJZE .....</b>	<b>2</b>
2.1. DOEL VAN DIT ONDERZOEK .....	2
2.2. GEHANTEERDE WERKWIJZE .....	2
<b>3. MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN BATEN ANALYSE VOOR ONTHARDING.....</b>	<b>4</b>
3.1. HOE WERKT MKBA VOOR ONTHARDING? .....	4
3.2. BENODIGDE INFORMATIE .....	5
<b>4. KOSTEN-BATEN BEREKENINGEN VOOR VERSCHILLENDE MATEN VAN ONTHARDING..</b>	<b>11</b>
4.1. REKENWIJZE .....	11
4.2. REKENRESULTATEN .....	15
<b>5. GEVOELIGHEIDSANALYSE .....</b>	<b>21</b>
5.1. ANDERE UITGANGSPUNTEN .....	21
5.2. ANDERE ONTHARDINGSALTERNATIEVEN .....	25
<b>6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>28</b>
6.1. CONCLUSIE .....	28
6.2. AANBEVELINGEN .....	28

BIJLAGE 1. THH en PACC per productiebedrijf

BIJLAGE 2. Dosis-effectrelaties

BIJLAGE 3. Uitgangspunten

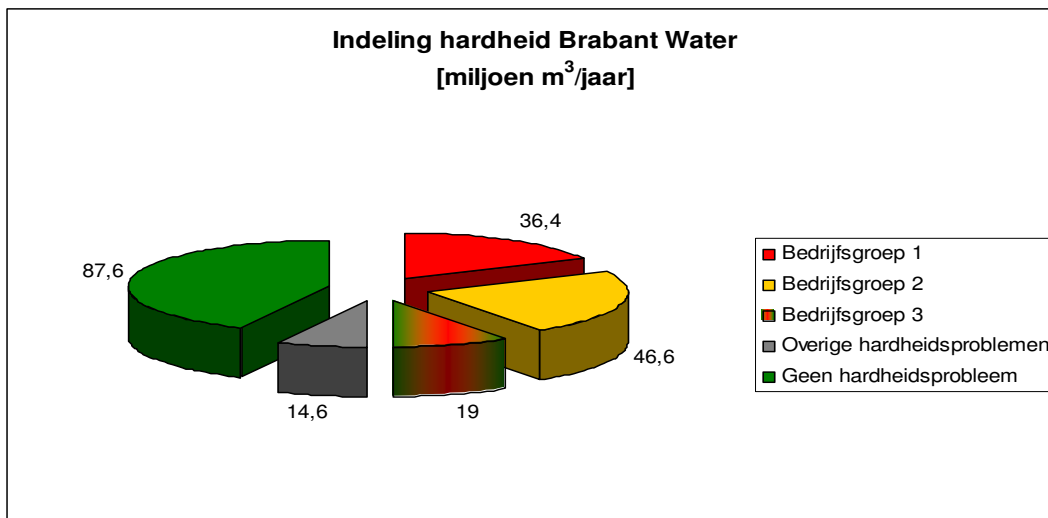
## MANAGEMENT SAMENVATTING

Is centrale deelontharding een maatschappelijk verantwoorde investering voor Brabant Water? Uit deze studie blijkt dat dit inderdaad het geval is omdat de maatschappelijke baten van ontharding de kosten met meer dan 200 miljoen Euro <sup>1</sup> kunnen overtreffen. Een dergelijk positief rendement kan echter alleen behaald worden indien de hardheidsreductie voldoende groot is, namelijk meer dan 0,5 mmol/liter. Huishoudens blijken de grootste profijthebbers te zijn van centrale deelontharding, maar ook de baten voor het milieu en waterbeheer zijn aanzienlijk.

Om deze conclusies te kunnen trekken hebben we een maatschappelijke kosten baten analyse uitgevoerd, waarbinnen de baten van ontharding berekend zijn met behulp van dosiseffectrelaties. De baten van ontharding hebben betrekking op verminderd verbruik van zeepoeder e.d., minder verkalking van huishoudelijke apparaten, minder onthardingskosten van industriële afnemers, esthetische aspecten zoals minder kalkaanslag op sanitair en verminderde milieuemissies zoals CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Cu en zeoliet. Deze baten zijn berekend door met behulp van dosiseffectrelaties een procentuele afname in bijv. zeepoederverbruik te berekenen tengevolge van een verandering in de totale hardheid. Vervolgens wordt deze procentuele verandering vermenigvuldigd met bijv. de totale hoeveelheid zeepoeder die op jaarbasis in het betreffende verzorgingsgebied verbruikt is en met de prijs per kg zeepoeder.

Om de optimale mate van ontharding op grond van kosten en baten te kunnen bepalen, zijn de productiebedrijven van Brabant Water onderverdeeld in drie groepen en zijn verschillende dieptes van ontharding onderscheiden. Er is een rekenmodel gebouwd waarmee de kosten-baten-saldi van drie bedrijfspgroepen voor drie verschillende onthardingsalternatieven in één keer berekend kunnen worden.

Groep 1 bestaat uit bedrijven met een gemiddelde huidige hardheid van 2,46 mmol/liter. De productiebedrijven Lith, Loosbroek, Macharen, Nuland en Veghel zitten in deze groep. Groep 2 bevat bedrijven met een gemiddelde huidige hardheid van 2,00 mmol/liter. De bedrijven Dorst, Genderen, Oosterhout, Prinsenbosch, Roosendaal en Vlierden vallen in deze groep. Groep 3 bestaat uit bedrijven waar de totale hardheid, gemiddeld 1,74 mmol/liter, geen probleem is, maar het in de praktijk afzetbaar calcium carbonaat (PACC) wel. Deze groep bevat de bedrijven Seppe en Wouw, waar reeds onthardingsinstallaties geïnstalleerd zijn.



<sup>1</sup> Voor een reeks van jaren (100) en het voorzieningsgebied van Brabant Water.

In eerste instantie zijn de kosten en baten voor de drie bedrijfspgroepen berekend voor de onthardingsalternatieven van 1,50, 1,75 en 2,00 mmol/liter. In tweede instantie zijn ook de onthardingsalternatieven van 1,00 en 1,25 mmol/liter doorgerekend. Dit leverde twee extra bevindingen op, namelijk dat vergaande ontharding tot 1,00 mmol/liter het hoogste rendement heeft en dat extra ontharding ook voor de bedrijven uit groep 3, waarvoor ontharding in eerste instantie een negatief rendement leek te hebben, toch een rendabele investering kan zijn als er maar een voldoende grote hardheidsreductie gerealiseerd wordt.

De baten van de hardheidsreductie voor een huishouden (per bedrijfspgroep) zijn weergegeven in onderstaande tabel (in Euro/jaar):

	Alternatieven ontharding		
	1: THH 1,5 mmol/l	2: THH 1,75 mmol/l	3: THH 2,0 mmol/l
<i>Aanname aanpassing consumentengedrag 20%</i>			
Bedrijfspgroep 1 (n=5): THH 2,46 mmol/l	19,87 €/jr	16,81 €/jr	10,93 €/jr
Bedrijfspgroep 2 (n=6): THH 2,00 mmol/l	8,94 €/jr	5,88 €/jr	0,00 €/jr
Bedrijfspgroep 3 (n=2): THH 1,74 mmol/l	2,03 €/jr	-1,04 €/jr	-6,92 €/jr

Uit de tabel blijkt dat de baten per huishouden van bedrijfspgroep 1, bij een ontharding tot 1,5 mmol/l, 19,87 euro per jaar bedragen. De multiplier (de baten gedeeld door de kosten <sup>2</sup>) bedraagt in dit voorbeeld een factor 4,46. De baten per huishouden zijn dus beduidend hoger dan de kosten voor Brabant Water (berekend per bedrijfspgroep).

Indien een huishouden zou besluiten tot de aanschaf van een thuisonthardings-apparaat bedragen de kosten ca. 83 euro per jaar. Voor een huishouden is de aanschaf van apparatuur voor thuisontharding dus veel duurder dan het realiseren van centrale deelontharding (en omslag van de kosten over de bedrijfspgroep).

De verdeling van de kosten en baten voor bedrijfspgroep 1 is weergegeven in onderstaande tabel:

<b>Bedrijfspgroep 1 (n=5): THH = 2,46 mmol/l</b>	Alternatieven ontharding		
	1: THH 1,5 mmol/l	2: THH 1,75 mmol/l	3: THH 2,0 mmol/l
Interne kosten <sup>2</sup>	64%	68%	73%
Externe kosten <sup>2</sup>	36%	32%	27%
Totaal Kosten <sup>3</sup> (100%)	76 M€	63 M€	52 M€
Baten klanten	60%	59%	57%
Baten milieu	17%	14%	13%
Baten waterbeheer	23%	27%	35%
Totaal Baten <sup>3</sup> (100%)	339 M€	288 M€	216 M€
Multiplier Baten/Kosten	4,46	4,57	4,15

Om de robuustheid van de rekenresultaten te bepalen zijn verschillende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd ten aanzien van de gehanteerde uitgangspunten. Uit deze analyses bleek dat andere uitgangspunten niet tot andere conclusies leiden. Er is onder andere gekeken naar het effect van meer optimistische en pessimistische inschattingen van het consumentengedrag, van een aantal

<sup>2</sup> Kosten = interne kosten (som van investerings- en exploitatiekosten Brabant Water) + externe kosten (bijkomende kosten, met name corrosie).

<sup>3</sup> De kosten en baten zijn contante waarden in miljoenen Euro bij 4% interest (zie ook tabel 4.2.2).

dosis-effectrelaties en van prijskaartjes. Hieruit bleek bijv. dat zelfs indien slechts 5 % van de huishoudens zijn zeepoederverbruik e.d. aanpast aan het zachtere water, de baten nog steeds de kosten ruimschoots overtreffen.

Gezien de robuustheid van de bevindingen verdient het de aanbeveling om bij de benchmark van waterleidingbedrijven niet langer alleen naar kosten, maar ook naar baten te kijken. Een beoordeling op kosten alleen betekent immers dat bedrijven die extra investeren in ontharding lager scoren dan bedrijven die dat niet doen, terwijl de klant juist goedkoper uit is wanneer er centraal onthard wordt.

## 1. INLEIDING

De voorlopige beleidslijn van Brabant Water is om in gebieden met een hardheid van meer dan 1,5 mmol/l over te gaan tot extra ontharding indien de klant dat wenst. Deze wens van de klant gaat echter gepaard met kosten die over het hele voorzieningsgebied verdeeld worden. De baten en kosten van ontharding vallen dus ruimtelijk gezien niet helemaal samen, waardoor er sprake is van een financieringsprobleem. Omdat er bovendien geen wettelijke grondslag is voor verder gaande ontharding, roept dit de volgende vragen op:

- 1) Is extra ontharding überhaupt een gezonde investering: overtreffen de maatschappelijke baten van ontharding de kosten ervan?
- 2) Zijn er naast lokale baten (voor de lokale klant) ook maatschappelijke baten (elders in de waterketen of in het natuurlijk milieu) en zijn er dus mogelijkheden voor cofinanciering?
- 3) Welke mate van ontharding is optimaal: vanaf hoeveel mmol per liter gaan de baten de kosten overtreffen?

Deze drie vragen dienen in principe per productiebedrijf beantwoord te worden, zodat duidelijk wordt op welke productiebedrijven ontharding wel en niet zinvol is en in welke mate. Dit kan alleen met een 'actor-inclusieve'-MKBA, waarin dosiseffectrelaties verwerkt zijn. In het voor u liggende rapport wordt dan ook beschreven hoe wij een actor-inclusieve MKBA hebben uitgevoerd en wat de resultaten zijn. Met behulp van dit rapport moet Brabant Water het huidige beleid op het gebied van ontharding kunnen evalueren en zonodig aanscherpen.

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 worden het doel en de gehanteerde werkwijze van dit onderzoek beknopt toegelicht.
- In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de toepassing van de maatschappelijke kosten baten analyse op het onthardingsvraagstuk.
- In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de kosten-baten berekeningen voor de verschillende maten van ontharding gepresenteerd.
- In hoofdstuk 5 wordt met behulp van een gevoeligheidsanalyse nagegaan, hoe robuust de resultaten uit hoofdstuk 4 zijn.
- In hoofdstuk 6 worden vervolgens de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.

## **2. DOEL EN WERKWIJZE**

In dit hoofdstuk worden het doel en de gehanteerde werkwijze van dit onderzoek beknopt toegelicht.

### **2.1. Doel van dit onderzoek**

Het doel van dit onderzoek is om na te gaan of en in welke mate centrale deelontharding een maatschappelijk rendabele investering is voor Brabant Water. Een bijkomend doel is om na te gaan of er ook maatschappelijke baten buiten de lokale waterketen zijn en of er dus partijen zijn die gezien hun profijt willen bijdragen aan de financiering van centrale deelontharding.

Een en ander betekent dat het bepalen van de financieel meest aantrekkelijke optie geen doel van deze studie is. Er is dan ook niet gekozen voor een financiële kosten baten analyse (FKBA) waarmee men de financiële voor- en nadelen van Brabant Water in kaart kan brengen, maar voor een maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA), waarmee men de maatschappelijke kosten en baten voor de gehele maatschappij (de gehele waterketen en daarbuiten) in beeld kan brengen. Hierbij kan worden opgemerkt dat de financiële kosten en baten wel onderdeel zijn van de MKBA.

Wanneer een drinkwaterproducent de mate van ontharding bepaalt op grond van maatschappelijke kosten en baten, is hij per definitie maximaal klantgericht bezig: hij maakt immers geen kosten waar geen kwaliteitsbaten tegenoverstaan, maar onthoudt de klant ook geen kwaliteitsbaten zuiver om kosten en dus de prijs laag te houden. Er wordt een optimale prijs-kwaliteitverhouding gerealiseerd die logischerwijze bijdraagt aan klanttevredenheid en tot een goede score in de benchmark zou moeten leiden.

### **2.2. Gehanteerde werkwijze**

Om na te gaan of en in welke mate centrale deelontharding een maatschappelijk rendabele investering is, wordt een MKBA uitgevoerd volgens het volgende stramien.

#### **Stap 1. Alternatieven vaststellen**

Eerst worden alternatieve oplossingen en een nulalternatief inclusief autonome ontwikkeling beschreven. In het geval van ontharding hebben de alternatieven betrekking op maatregelen die genomen dienen te worden om verschillende dieptes van ontharding te realiseren, variërend van 1,50 mmol/l, 1,75 mmol/l of tot 2,00 mmol/l.

Het nulalternatief betreft de huidige mate van ontharding. Deze verschilt per productiebedrijf. Aangezien Brabant Water 34 productiebedrijven (2004) bezit, die elk met de drie bovengenoemde alternatieven dienen te worden vergeleken, ontstaat een onbegrijpbaar groot aantal vergelijkingen. Dit wordt voorkomen door de productiebedrijven in te delen in drie categorieën afhankelijk van de hardheidsproblematiek in het gebied.

#### **Stap 2. Welvaartseffecten identificeren**

Omdat een MKBA een welvaartsanalyse is, worden vervolgens de welvaartseffecten van de verandering in hardheid (het verschil tussen de alternatieven en het nulalternatief) bepaald. In deze stap staat dan ook de vraag centraal: wat zijn precies de maatschappelijk gevolgen van zachter water? Zijn er naast de voordelen voor huishoudens en bedrijven (de directe gebruikers) nog andere baten te onderscheiden bijvoorbeeld verderop in de waterketen of voor het natuurlijk milieu. En: wat zijn dan weer de maatschappelijke gevolgen van verbetering in het natuurlijk milieu (wat zijn bijv. de baten van meer biodiversiteit?). Bij het zoeken naar baten voor het natuurlijk milieu wordt gebruik gemaakt van de Handreiking Waardering Natuur, Water en Bodem in de MKBA. Tevens is op 9 juni 2005 een workshop georganiseerd waarin verschillende relevante partijen een inbreng hebben gehad bij het identificeren van welvaartseffecten.



### **Stap 3. Kwantificering van welvaartseffecten**

Na het identificeren van de welvaartseffecten van de alternatieven ten opzichte van het nulalternatief, worden de welvaartseffecten gekwantificeerd met behulp van dosiseffectrelaties. Deze relaties leggen het verband tussen het aantal mmol/l en de verschillende maatschappelijke baten.

Daar waar dosiseffectrelaties niet kant en klaar beschikbaar waren, zijn zij op basis van expertoordelen geconstrueerd. Om de robuustheid van de gehanteerde expertoordelen te bepalen, wordt in stap 6, de gevoeligheidsanalyse, nagegaan hoe gevoelig het kosten-baten-saldo is voor een andere inschatting van de dosiseffectrelatie.

Een speciaal punt van aandacht bij de formulering van dosiseffectrelaties is het onderscheid tussen *technische* en *maatschappelijke dosiseffectrelaties*. Zo kan de technische dosiseffectrelatie aangeven hoeveel minder waspoeder de consument hoeft te gebruiken als het water zachter wordt, maar geeft de maatschappelijke dosiseffectrelatie aan hoeveel minder waspoeder consumenten daadwerkelijk gebruiken. Het verschil tussen de technische en maatschappelijke dosiseffectrelatie, is een correctie voor consumentengedrag. Daar waar wel technische en geen maatschappelijke dosiseffectrelaties voor handen zijn, is gewerkt met een correctiefactor. Omdat de gehanteerde factor gevoelig kan zijn voor kritiek, wordt ook deze in stap 6 aan een gevoeligheidsanalyse onderworpen.

### **Stap 4. Monetarisering van welvaartseffecten**

Na de kwantificering van de welvaartseffecten, zijn zij gemonetariseerd. Allereerst zijn hiertoe de financiële kosten van ontharding bepaald op grond van de maatregelen die getroffen dienen te worden om een bepaalde mate van hardheid te realiseren. Vervolgens zijn de baten gemonetariseerd op grond van prijskaartjes ontleend aan bestaande bronnen, zoals regionaal economische statistieken en resultaten van eerder economisch waarderingsonderzoek.

### **Stap 5. Discontering en saldering**

Na de bepaling van de hoeveelheden en prijzen, zijn zij met elkaar vermenigvuldigd zodat er kosten- en batenposten ontstaan. Omdat sommige posten eenmalig, andere jaarlijks of periodiek zijn, zijn zij uitgezet in de tijd en verdisconteerd met een interestvoet van 4 %. Vervolgens zijn de kosten-baten-saldi (netto contante waarden) berekend door de negatieve en positieve bedragen bij elkaar op te tellen.

### **Stap 6. Gevoeligheidsanalyses**

Omdat bepaalde batenposten afhankelijk kunnen zijn van toekomstige ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld het gebruik van elektrische apparaten, van de gehanteerde dosiseffectrelatie of van de gehanteerde correctiefactor op consumentengedrag, zijn gevoeligheidsanalyses op gedaan voor die posten die doorslaggevend zijn voor de saldi van de alternatieven. Dit om inzicht te verkrijgen in welk alternatief het meest aantrekkelijk is onder welke omstandigheden; inzicht in de robuustheid van de bevindingen.

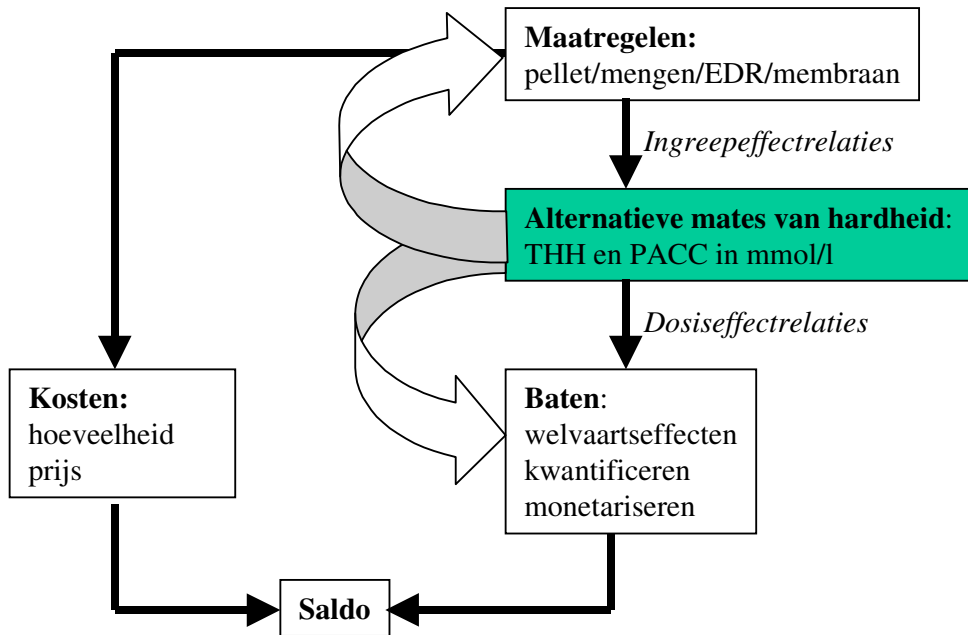
### 3. MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN BATEN ANALYSE VOOR ONTHARDING

Dit hoofdstuk gaat nader in op de toepassing van de maatschappelijke kosten baten analyse op het onthardingsvraagstuk. In paragraaf 3.1 wordt uiteengezet hoe de MKBA voor ontharding precies is opgebouwd. In paragraaf 3.2 wordt aangegeven welke informatie er nodig is voor elk onderdeel van de MKBA.

#### 3.1. Hoe werkt MKBA voor ontharding?

Hoewel MKBA's altijd uitgevoerd worden volgens het vaste stramien van "alternatieven vaststellen, welvaartseffecten identificeren, kwantificeren, moneteriseren, salderen en gevoeligheidsanalyse uitvoeren", zijn voor de toepassing op het probleem van ontharding een aantal extra tussenstappen nodig. Afbeelding 3.1.1. illustreert dit.

Afbeelding 3.1.1. Opbouw van de MKBA voor ontharding



Voor het bepalen van de kosten van alternatieve mates van ontharding, dient eerst te worden vastgesteld welke maatregelen nodig zijn om de betreffende mates van ontharding te realiseren. Er moet dus een relatie gelegd worden tussen de mate van ontharding en de te treffen maatregelen c.q. ingrepen. Deze relatie wordt *ingreepeffectrelatie* genoemd. Wanneer bekend is welke maatregelen, zoals bijv. pelletontharding, hard water mengen met zacht water, EDR of membraanfiltratie, getroffen dienen te worden per mate van ontharding, kunnen hier kosten aan verbonden worden. De kosten hangen af van de omvang van de maatregel en de prijs per eenheid. In deze studie worden de ingreepeffectrelaties niet expliciet gemaakt in de vorm van grafieken, maar wordt eenvoudigweg per mate van hardheid een investeringsomvang vastgesteld.

Voor het bepalen van de baten van alternatieve mates van ontharding dient niet alleen een inventarisatie van de verschillende welvaartseffecten binnen en buiten de waterketen gemaakt te worden, maar dient tevens een relatie gelegd te worden tussen de Totale Hardheid of in de Praktijk Afzetbaar Calcium Carbonaat (de dosis) en de omvang van elke batenpost (het effect). Deze relatie wordt *dosis-effectrelatie* genoemd. In deze studie worden de dosis-effectrelaties expliciet gemaakt in de vorm van grafieken met het aantal mmol/l THH of PACC op de x-as en de baat op de y-as. Dit is nodig omdat men anders geen verschil in baten kan berekenen voor verschillende mates van hardheid. De

dosiseffectrelaties zijn altijd algemeen geformuleerd door de baat die op y-as staat als % van de maximaal haalbare baat te presenteren. Op deze wijze kunnen de relaties ongeacht het type winbedrijf en verzorgingsgebied worden toegepast door de procentuele verandering te vermenigvuldigen met het winbedrijf/gebiedspecifieke maximum. Ter illustratie: de dosiseffectrelatie weerspiegelt de link tussen het aantal mmol/l en het % geiserstoringen en de gebiedspecifieke hoeveelheid is het totaal aantal geisers in het verzorgingsgebied.

Wanneer zowel de kosten als de baten van de alternatieve maten van ontharding berekend zijn, worden zij verdisconteerd (d.w.z. contant gemaakt, terug gerekend naar tijdstip 'nu') en gesaldeerd. Wanneer het saldo positief is, is er sprake van een maatschappelijk rendabele investering. Het alternatief met het hoogste saldo is het meest rendabel.

### **3.2. Benodigde informatie**

Voor het uitvoeren van de MKBA volgens het in de vorige paragraaf beschreven schema, is informatie nodig, waaronder een indeling van productiebedrijven in groepen, de omvang van de waterproductie per groep, een overzicht van kostenposten, een overzicht van batenposten, dosiseffectrelaties en gebiedspecifieke hoeveelheden.

#### *Indeling van productiebedrijven in groepen*

Aangezien Brabant Water 34 productiebedrijven heeft, elk met een eigen verzorgingsgebied, dient het schema uit Figuur 3.1.1 meerdere malen te worden toegepast. Om te voorkomen dat we 34 maal dezelfde exercitie moeten doen, hebben we de productiebedrijven verdeeld in groepen met een vergelijkbare hardheidsproblematiek. Hierbij is uitsluitend de kwaliteit van het gedistribueerde water (dus ná eventuele menging) in 2004 beschouwd.

Bijlage 1 toont de totale hardheid (THH) en de hoeveelheid in de praktijk afzetbaar calciumcarbonaat (PACC) voor alle productiebedrijven, alsmede de gehanteerde kleurcodering welke de ernst van de hardheidsproblematiek weer geeft. Volgens deze codering staat groen voor geen probleem, oranje voor een beperkt probleem en rood voor een groot probleem. Om tot een selectie te komen van productiebedrijven waar (extra) ontharding een mogelijkheid is, hebben we eerst alle bedrijven met de kleurcode groen voor PACC (groen betekent < 0,30 mmol/l) geschrappt. De resterende bedrijven zijn ingedeeld in de volgende groepen:

Groep 1. THH en PACC beide rood: dit zijn gebieden met een ernstig hardheidsprobleem, te weten productiebedrijf Lith, Loosbroek, Macharen, Nuland (situatie 2004) en Veghel;

Groep 2. THH en PACC, beide oranje: dit zijn gebieden met een beperkt hardheidsprobleem, te weten Dorst, Genderen, Oosterhout, Prinsenbosch, Roosendaal en Vlierden;

Groep 3. THH groen, maar PACC rood: dit zijn gebieden waarbij de totale hardheid geen probleem is, maar de PACC wel, namelijk productiebedrijven Seppe en Wouw.

Drie productiebedrijven zijn op grond van bovenstaande indeling niet ingedeeld, namelijk Bergen op Zoom (qua hardheid groep 3, qua PACC groep 2), mengproduct Lieshout/Son (qua hardheid groep 2, qua PACC groep 1) en Someren (qua hardheid groep 3, qua PACC groep 2). Tevens zijn Boxmeer en Vierlingsbeek niet meegenomen (andere oplossingen worden door Brabant Water bestudeerd) en is de locatie Zevenbergen (industriewater) niet beschouwd.

#### *Waterproductie per groep*

Omdat sommige kosten- en batenposten afhangen van de omvang van de waterproductie geeft tabel 3.2.1 weer hoeveel water er in totaal door elke groep bedrijven geproduceerd. Hiervan is ca. 74 % bestemd voor huishouden en 26 % voor industriële afnemers (jaarverslag Brabant Water 2004).

### Tabel 3.2.1 Waterproductie per groep

Groep	Totaal aantal kuub per jaar
1. THH en PACC rood	36.400.000
2. THH en PACC oranje	46.600.000
3. THH groen, PACC rood	19.000.000

#### Overzicht van kostenposten gerelateerd aan maatregelen

De kosten van ontharding hangen af van de onthardingsmaatregelen. Tabel 2.3.2 geeft een overzicht van maatregelen gericht op het reduceren van de THH en de PACC. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe kosten. Interne kosten zijn de investerings- en exploitatiekosten voor Brabant Water. Externe kosten zijn de bijkomende kosten Brabant Water of derden die een onbedoeld gevolg zijn van de ontharding.

### Tabel 3.2.2 Kostenposten

Kostenposten		eenheid	hoeveelheid	prijs per eenheid in Euro
<b>Interne kosten</b>				
Investering in ontharding	Kosten installatie civiel	# installaties per gebied		1.136.795
	Kosten installatie werktuigbouw	# installaties per gebied		1.351.864
	Kosten installatie elektrisch	# installaties per gebied		583.760
Exploitatiekosten ontharding	Kosten chemicaliën	chemicaliëndosering kg/jr		0,055
	Kosten entmateriaal	entzandgebruik ton/jaar		127
Extra uitloging beton	Extra kosten reinwaterkelder	# aantal kelders * max # levensjaren per kelder		37.142
Communicatie	Kosten voorlichting	# folders (eenmalig)		2
<b>Externe kosten</b>				
Toename corrosie gietijzer	Extra vervangingskosten	# meter leiding per gebied		200
Putcorrosie ww-kranen	Extra vervangingskosten	# kranen per gebied		100

Afkortingen: # = aantal, max = maximum, ww = warm water

Een ontbrekende externe kostpost in tabel 3.2.2 is die van minder omzet voor de fabrikanten van thuisonthardings-producten en wasmiddelen e.d. Deze post dient niet in rekening te worden gebracht, omdat dit economisch gezien onjuist zou zijn. Hoewel het inderdaad zo is dat ontharding voor deze fabrikanten een kost met zich meebrengt, is er economisch gezien slechts sprake van een welvaartsverschuiving. De wasmiddelenfabrikant verdient minder, maar de consument zal dat geld aan iets anders besteden, bijv. aan een nieuwe jurk. Met andere woorden: de wasmiddelenproducent verliest, want de jurkenproducent wint. Netto is er geen welvaartsverandering<sup>4</sup>.

#### Overzicht van batenposten gerelateerd aan THH en/of PACC

De baten van ontharding hangen af van de klanten: de huishoudens, instellingen en industrieën in het verzorgingsgebied. Daarnaast zijn er ook baten elders in de waterketen en/of het natuurlijk milieu mogelijk. Tabel 3.2.3 geeft een overzicht van alle mogelijke baten van THH en/of PACC reductie. In tegenstelling tot bij de kosten, wordt bij de baten geen onderscheid gemaakt tussen interne en externe baten, omdat alle baten feitelijk extern zijn: zij komen immers niet terecht bij Brabant Water, maar bij de klant en/of het milieu.

Uit tabel 3.2.3 blijkt dat we uiteindelijk alle baten aan de THH hebben kunnen relateren.

<sup>4</sup> Eenzelfde redenering geldt ook voor de kosten van ontharding. De kosten van een installatie zijn baten voor het bedrijf dat de installatie bouwt. Toch brengen we in de MKBA deze baten niet in rekening. Dit zou immers betekenen dat er nooit kosten bestaan.

**Tabel 3.2.3 Batenposten gerelateerd aan THH en PACC reductie**

Batenposten		THH of PACC	eenheid hoeveelheid in het gebied	prijs per eenheid in Euro
<b>Verbruik wasmiddelen</b>				
Wasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	THH	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	2,5
	Uitgespaarde kosten wasverzachter	THH	# liter wasverz.verbruik (per jaar)	2,5
Vaatwasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	THH	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	5,99
	Uitgespaarde kosten zout	THH	# kg zoutverbruik (per jaar)	0,525
<b>Verkalking apparaten</b>				
Geisers	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	# geisers	20
	Uitgespaarde energiekosten	THH	# kuub gas voor geisers (per jaar)	0,3223
Combiketels	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	# combiketels	20
	Uitgespaarde energiekosten	THH	# kuub gas voor combiketels (per jaar)	0,3223
CV-ketels	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	# CV ketels	20
	Uitgespaarde energiekosten	THH	# kuub gas voor CV-ketels (per jaar)	0,3223
Koffiezetapparaten	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	# koffiezetters	0,17
Waterkokers	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	# waterkokers	0,17
Douchekoppen	Uitgespaarde vervangingskosten	THH	# douchekoppen	25
Ontharding in industrie	Uitgespaarde onthardingskosten	THH	totaal industriewaterverbruik (kuub per jaar)	1,50
<b>Esthetische aspecten</b>				
Kalkaanslag sanitair	Uitgespaarde schoonmaakkosten	THH	# liter reinigingsmiddel (per jaar)	4,38
Vlies op thee (olieachtig)	Extra energiekosten (langer koken)	THH	# kWh water koken (per jaar)	0,07
Betere smaak	Betalingsbereidheid lekkerder water	THH	# kuub water gedronken (per jaar)	698,6
<b>Milieuuitstoot</b>				
Minder CO <sub>2</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	# kW*CO <sub>2</sub> /kW (=totale uitstoot)	17
Minder NO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	# kW* NO <sub>x</sub> /kW (=totale uitstoot)	5
Minder SO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	# kW* SO <sub>x</sub> /kW(=totale uitstoot)	0,05
Minder Cu emissies	Uitgespaarde RWZI kosten	THH	# m <sup>3</sup> afvalwater totaal (per jaar)	0,2
Minder zeoliet emissies	Uitgespaarde RWZI slib kosten	THH	# kg zeep* kg zeoliet/kg zeep*kg slib/kg zeoliet	0,455

Afkortingen: # = aantal.

Tabel 3.2.3 roept wellicht de vraag op of er niet een aantal batenposten ontbreken. Er ontbreken een aantal mogelijke batenposten omdat deze dubbeltellen met wel in de tabel opgenomen posten. Zo wordt bijv. het verminderd gebruik van thuisontharders niet als baat opgevoerd. Men kan immers niet zowel baat van minder kosten aan thuisontharding als de baten van minder schade aan allerlei apparaten opvoeren. Wie thuis onthardt heeft immers geen schade aan apparaten. Hetzelfde geldt voor vervangingskosten van apparaten. Deze tellen dubbel met onderhoudskosten, want extra onderhoud voorkomt vervanging.

Naast minder zeepoedergebruik zou men ook de baat van een afname van persoonlijke verzorgingsproducten zoals shampoo in rekening kunnen brengen. Deze baat is echter weggelaten omdat het onwaarschijnlijk is dat consumenten hier daadwerkelijk minder van gaan gebruiken.

Ook ontbreken uitgespaarde onderhoudskosten van gasboilers, omdat gasboilers niet meer veel voorkomen<sup>5</sup>. Ook minder onderhoudskosten voor wasmachines zijn niet in rekening gebracht omdat de huidige generatie zeepoeders hinderlijke kalkafzetting voorkomt. De uitgespaarde exploitatiekosten

<sup>5</sup> EnergieNed 2003a. Aanwezigheid warmwatertoestellen in woningvoorraad (2002): combiketel 65%, geiser 24%, collectief 8,6%, elektrische boiler 5,7%, gasboiler 2,5% (totaal 109%).

voor ontharding in de industrie zijn in deze MKBA verwaarloosd. De reden hiervoor is dat deze kosten een onderdeel vormen van de niet nader onderverdeelde post "uitgespaarde onthardingskosten".

De uitgespaarde energiekosten van waterkokers en koffiezetapparaten zijn verwaarloosd bij deze MKBA, omdat aangenomen is dat bij een toename van de kalkafzetting in dit type elektrische apparaten, de toegevoerde elektrische energie volledig benut wordt voor opwarming van het water en dat er dus geen (extra) energieverlies optreedt. Dit in tegenstelling tot opwarming met behulp van aardgas, waarbij via de lucht extra warmte wordt afgevoerd.

Eventuele milieuvoordelen van verminderde zoutemissies zijn buiten beschouwing gelaten, omdat zoutemissies (keukenzout) niet tot uitgespaarde kosten in de rioolwaterzuivering leiden en dus een welvaartsvoordeel voortbrengen. Uitgespaarde rioolwaterzuiveringskosten in verband met minder fosfaatemissies door minder zeepoederverbruik zijn niet in rekening gebracht omdat wasmiddelen tegenwoordig fosfaatvrij zijn.

#### *Dosiseffectrelaties*

Uit tabel 3.2.3 kan worden afgelezen welke dosiseffectrelaties nodig zijn om baten te kunnen kwantificeren. Voor baten die gerelateerd zijn aan THH dient op x-as de THH in mmol/l te staan (en voor baten die gerelateerd zijn aan de PACC dient op de x-as de PACC in mmol/l te staan). De baat zelf staat uiteraard telkens op de y-as en is altijd in procenten. Bijlage 2 toont ter illustratie een aantal dosiseffectrelaties die we in deze studie gehanteerd hebben in grafiekvorm.

#### *Gebiedsspecifieke hoeveelheden*

Omdat we met behulp van de dosiseffectrelaties alleen procentuele veranderingen in baten kunnen bepalen tengevolge van een afname van de THH en/of PACC, dient voor de bepaling van de baat de procentuele verandering vermenigvuldigd te worden met de maximale omvang c.q. totale hoeveelheid van de baat in het betreffende verzorgingsgebied. Tabel 3.2.4 geeft een overzicht van de totale hoeveelheden die gehanteerd zijn per batenpost per verzorgingsgebied van de bedrijfsgroepen 1, 2 en 3.

Tabel 3.2.4 Gebiedspecifieke hoeveelheden per baat per bedrijfsgroep

Batenposten	Type welvaartseffect	Eenheid (hoeveelheid groep 1, 2 & 3)	Totale hoeveelheid groep 1	Totale hoeveelheid groep 2	Totale hoeveelheid groep 3
<b>Verbruik wasmiddelen</b>					
Wasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	9.052.661	11.589.395	4.725.290
	Uitgespaarde kosten wasverzachter	# liter wasverz.verbruik (per jaar)	4.526.330	5.794.698	2.362.645
Vaatwasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	872.903	1.117.507	455.636
	Uitgespaarde kosten zout	# kg zoutverbruik (per jaar)	161.315	206.518	84.203
<b>Verkalking apparaten</b>					
Geisers	Uitgespaarde onderhoudskosten	# geisers	75.477	96.627	39.397
	Uitgespaarde energiekosten	# kuub gas voor geisers (per jaar)	26.416.796	33.819.304	13.788.987
Combiketels	Uitgespaarde onderhoudskosten	# combiketels	213.303	273.075	111.340
	Uitgespaarde energiekosten	# kuub gas voor combiketels (per jaar)	106.651.660	136.537.565	55.669.823
CV- ketels	Uitgespaarde onderhoudskosten	# CV ketels	258.261	330.631	134.807
	Uitgespaarde energiekosten	# kuub gas voor CV-ketels (per jaar)	406.761.227	520.743.769	212.320.421
Koffiezetapparaten	Uitgespaarde onderhoudskosten	# koffiezetters	311.751	399.110	162.727
Waterkokers	Uitgespaarde onderhoudskosten	# waterkokers	311.751	399.110	162.727
Douchekoppen	Uitgespaarde vervangingskosten	# douchekoppen	65.632	84.023	34.258
Ontharding in industrie	Uitgespaarde onthardingskosten	# totaal industriewaterverbruik (per jaar)	9.464.000	12.116.000	4.940.000
<b>Esthetische aspecten</b>					
Kalkaanslag sanitair	Uitgespaarde schoonmaakkosten	# liter reinigingsmiddel (per jaar)	164.079	210.058	85.646
Vlies op thee (olieachtig)	Extra energiekosten (langer koken)	# kWh waterkoken (per jaar)	23.627.445	30.248.322	12.333.007
Betere smaak	Betalingsbereidheid lekkerder water	# kuub water gedronken (per jaar)	27.068	34.654	14.129
<b>Milieuitstoot</b>					
Minder CO <sub>2</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	# kW*CO <sub>2</sub> /kW (=totale uitstoot)	841.308	1.077.060	439.144
Minder NO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	# kW* NO <sub>x</sub> /kW (=totale uitstoot)	3.071.443	3.932.122	1.603.226
Minder SO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	# kW* SO <sub>x</sub> /kW(=totale uitstoot)	267.082	341.924	139.411
Minder Cu emissies	Uitgespaarde RWZI kosten	# m <sup>3</sup> afvalwater totaal (per jaar)	36.400.000	46.600.000	19.000.000
Minder zeoliet emissies	Uitgespaarde RWZI slib kosten	# kg zeep* kg zeoliet/kg zeep*kg slib/kg zeoliet	1.104.056	1.413.435	576.293

Afkortingen: # = aantal

Bijlage 3 geeft een overzicht van de uitgangspunten en informatiebronnen waarop de getallen uit tabel 3.2.3 en tabel 3.2.4 gebaseerd zijn.



## 4. KOSTEN-BATEN BEREKENINGEN VOOR VERSCHILLENDE MATEN VAN ONTHARDING

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kosten-baten berekeningen voor de verschillende maten van ontharding (de verschillende onthardingsalternatieven) gepresenteerd. In paragraaf 4.1 wordt de basisopzet van de kosten-baten berekeningstabel toegelicht die voor elke van de drie bedrijfsgroepen en voor elk van de drie onthardingsalternatieven gemaakt is. In paragraaf 4.2 worden de kosten-baten-saldi per bedrijfsgroep per onthardingsalternatief gepresenteerd en met elkaar vergeleken.

### 4.1. Rekenwijze

In hoofdstuk 3.2 zijn de verschillende kosten- en batenposten van centrale deelontharding geïdentificeerd. Tabel 4.1.1 geeft een totaaloverzicht van de verschillende kosten- en batenposten per onthardingsalternatief, waarbij de kosten zijn onderverdeeld naar interne (investeringskosten voor Brabant Water) en externe (bijkomende nadelen voor Brabant Water) kosten. De baten zijn onderverdeeld naar baten voor de afnemers c.q. klanten van Brabant Water, voor milieu en voor waterbeheer.

In de eerste kolom staat het fysieke effect van een verandering in totale hardheid. In de tweede kolom staat het welvaartseffect van het betreffende fysieke effect, hetgeen doorgaans een kostenbesparing is. De derde, vierde, vijfde en zesde kolom tonen de wijze waarop elke baat<sup>6</sup> berekend wordt, namelijk:

Baat = % verandering * gebiedspecifieke totale hoeveelheid * prijs
--

Kolom drie en vier tonen hoe de procentuele verandering in hoeveelheid berekend wordt door aan te geven wat er op de x-as en de y-as van de betreffende dosiseffectrelatie staat. Voor de vorm van de betreffende dosiseffectrelaties wordt verwezen naar bijlage 2. De procentuele verandering die op basis uit deze relatie wordt berekend hangt uiteraard af van de huidige THH in de bedrijfsgroep en het onthardingsalternatief. Kolom vijf toont de totale c.q. maximale hoeveelheid in het verzorgingsgebied van de betreffende bedrijfsgroep waarmee de procentuele verandering vermenigvuldigd wordt. Tot slot toont kolom zes de prijs per eenheid waarmee de gebiedsspecifieke hoeveelheid vermenigvuldigd wordt.

Het kosten-baten berekeningsoverzicht zoals gepresenteerd in tabel 4.1.1 wordt per bedrijfsgroep en per onthardingsalternatief ingevuld. In totaal worden er dan ook 9 kosten-baten berekeningen gemaakt volgens dit schema (drie bedrijfsgroepen maal drie onthardingsalternatieven). Gezien de grote hoeveelheid berekeningen is een spreadsheetmodel gebouwd. Voor een overzicht van de kosten-baten berekeningen voor elke bedrijfsgroep per onthardingsalternatief wordt dan ook verwezen naar dit model dat op Cd-rom is bijgevoegd bij dit rapport.

#### *Rekenmodel*

Het rekenmodel, waar tabel 4.1.1. onderdeel van is, is gebouwd volgens het basisprincipe van dynamisch programmeren. Dit laatste houdt in dat uitgangspunten (invoergegevens), berekeningen en resultaten strikt gescheiden zijn. Dankzij dit principe zijn we erin geslaagd om het rekenmodel zo te bouwen dat op eenvoudige wijze ook andere dan de in deze studie onderzochte bedrijfsgroepen kunnen worden doorgerekend. Door per groep slechts 1 productiebedrijf aan te vinken, kunnen eveneens individuele bedrijven worden doorgerekend. Tevens kunnen andere dan de in deze studie gehanteerde onthardingsalternatieven worden doorgerekend. Daarnaast worden ook berekeningen

<sup>6</sup> Dit geldt ook voor een aantal kostenposten. De investeringskosten worden echter berekend zonder dosiseffectrelatie.

gemaakt voor de kostenbesparing per huishouden. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat het rekenmodel geen berekeningen maakt voor schaalvergroting/kleining van de waterproductie.

**Tabel 4.1.1. Kosten-baten overzicht per onthardingsalternatief**

Fysiek effect	Welvaartseffect	Doseffectrelatie		Gebiedshoeveelheid (totale/max hoeveelheid in gebied)	Prijs per eenheid
		x-as	y-as		
<b>KOSTEN</b>					
<b>Interne kosten</b>					
Investering in ontharding	Kosten installatie civiel	n.v.t.	n.v.t.	# installaties per gebied	EUR per installatie
	Kosten installatie werktuigbouw	n.v.t.	n.v.t.	# installaties per gebied	EUR per installatie
	Kosten installatie elektrisch	n.v.t.	n.v.t.	# installaties per gebied	EUR per installatie
Exploitatiekosten ontharding	Kosten chemicaliën	n.v.t.	n.v.t.	chemicaliëndosering kg/jr	EUR/kg Ca(OH) <sub>2</sub>
	Kosten entmateriaal	n.v.t.	n.v.t.	entzandgebruik ton/jaar	EUR/ m <sup>3</sup> entmateriaal
Extra uitloging beton	Extra kosten reinwaterkelder	THH	# levensjaren in % van max	# aantal kelders*max # levensjaren per kelder	EUR per jaar afschrijving
Communicatie	Kosten voorlichting	n.v.t.	n.v.t.	# folders (eenmalig)	EUR per folder
<b>Subtotaal interne kosten</b>					
<b>Externe kosten</b>					
Toename corrosie gietijzer	Extra vervangingskosten	THH	# levensjaren in % van max	# meter leiding per gebied vervangen/jaar	EUR per meter leiding
Putcorrosie ww-kranen	Extra vervangingskosten	THH	te vervangen kranen p/j in % van max	# te vervangen kranen per gebied per jaar	EUR per kraan
<b>Subtotaal externe kosten</b>					
<b>Totale kosten</b>					
<b>BATEN</b>					
<b>Verbruik wasmiddelen</b>					
Wasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	THH	zeepverbruik in % v. max	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	EUR per kg zeep
	Uitgespaarde kosten wasverzachter	THH	wasverz.verbruik in % v. max	# liter wasverz.verbruik (per jaar)	EUR per liter wasverz.
Vaatwasmachines	Uitgespaarde kosten zeepoeder	THH	zeepverbruik in % v. max	# kg zeepoederverbruik (per jaar)	EUR per kg zeep
	Uitgespaarde kosten zout	THH	zoutverbruik in % v. max	# kg zoutverbruik (per jaar)	EUR per kg zout
<b>Verkalking apparaten</b>					
Geisers (gas)	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	storingen (p/j) in % van totaal	# geisers	EUR per storing
	Uitgespaarde energiekosten	THH	energieverbruik in % v. max	# m <sup>3</sup> gas voor geisers (per jaar)	EUR per m <sup>3</sup>
Combi ketels (warm water; gas)	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	storingen (p/j) in % van totaal	# combi ketels	EUR per storing
	Uitgespaarde energiekosten	THH	energieverbruik in % v. max	# m <sup>3</sup> gas voor combi ketels (per jaar)	EUR per m <sup>3</sup>
CV ketels (woning verw.; gas)	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	storingen (p/j) in % van totaal	# CV ketels	EUR per storing
	Uitgespaarde energiekosten	THH	energieverbruik in % v. max	# m <sup>3</sup> gas voor CV's (per jaar)	EUR per m <sup>3</sup>
Koffiezetapparaten	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	storingen(p/j) in % van totaal	# koffiezetters	EUR per storing
Waterkokers	Uitgespaarde onderhoudskosten	THH	storingen (p/j) in % van totaal	# waterkokers	EUR per storing
Douchekoppen	Uitgespaarde vervangingskosten	THH	# levensjaren in % van max	# te vervangen douchekoppen (per jaar)	EUR per douchekop

Ontharding in industrie	Uitgespaarde kosten ontharding	THH	# bedrijven met apparaat in % v. # totaal industriewaterverbruik (per jaar) totaal	EUR per m <sup>3</sup> behandeld industriewater
<b>Esthetische aspecten</b>				
Kalkaanslag sanitair	Uitgespaarde schoonmaakkosten	THH	gebruik reinigingsproducten in % # liter reinigingsmiddel (per jaar) van max	EUR per liter reinigingsmiddel
Vlies op thee (olieachtig)	Extra energiekosten (langer koken)	THH	energieverbruik in % v. max # kWh waterkoken (per jaar)	EUR per kWh
Betere smaak	Betalingsbereidheid lekkerder water	THH	# ontevreden klanten in % van # kuub water gedronken (per jaar) totaal # klanten	EUR extra per kuub (vgl. flessenwater)
<b>Subtotaal baten voor klanten van Brabant Water</b>				
<b>Milieuuitstoot</b>				
Minder CO <sub>2</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	energieverbruik in % v. max # kW p/j * CO <sub>2</sub> /kW (=totale uitstoot)	EUR per ton CO <sub>2</sub>
Minder NO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	energieverbruik in % v. max # kW p/j * NO <sub>x</sub> /kW (=totale uitstoot)	EUR per kg NO <sub>x</sub>
Minder SO <sub>x</sub> uitstoot	Uitgespaarde milieukosten	THH	energieverbruik in % v. max # kW p/j * SO <sub>x</sub> /kW(=totale uitstoot)	EUR per kg SO <sub>x</sub>
<b>Subtotaal baten voor burgers (schone lucht)</b>				
Minder Cu emissies	Uitgespaarde RWZkosten	THH	m <sup>3</sup> te behandelen afvalwater # m <sup>3</sup> afvalwater totaal (per jaar)	EUR/m <sup>3</sup> behandeld water
Minder zeoliet emissies	Uitgespaarde RWZI slib kosten	THH	zeepverbruik in % v. max # kg zeep*kg zeoliet/kg zeep*kg slib/kg zeoliet	EUR per kg droge stof slib

**Subtotaal baten voor waterbeheerders**

**Totale baten**

**Saldo**

Afkortingen: # = aantal, max = maximum, ww = warm water

## 4.2. Rekenresultaten

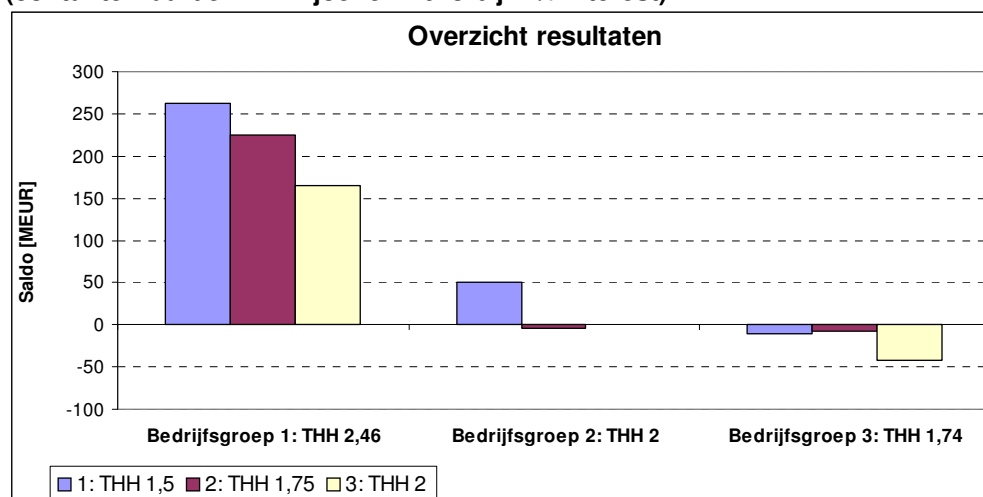
### Resultaten op hoofdlijnen

Tabel 4.2.1 en Afbeelding 4.2.1 tonen de kosten-baten-saldi voor bedrijfsgroep 1 (Lith, Loosbroek, Macharen, Nuland en Veghel), 2 (Dorst, Genderen, Oosterhout, Prinsenbosch, Roosendaal en Vlierden) en 3 (Seppe en Wouw) voor de onthardingsalternatieven THH = 1,50, THH = 1,75 en THH = 2,00.

**Tabel 4.2.1 Kosten-baten-saldi per bedrijfsgroep per onthardingsalternatief (contante waarden in miljoenen Euro bij 4 % interest)**

Bedrijfsgroepen	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43

**Afbeelding 4.2.1 Kosten-baten-saldi per bedrijfsgroep per onthardingsalternatief (contante waarden in miljoenen Euro bij 4 % interest)**



Uit tabel 4.2.1/afbeelding 4.2.1 blijkt dat voor bedrijfsgroep 1 met een huidige THH van 2,46 mmol/liter de baten van ontharding altijd de kosten overtreffen. Het kosten-baten-saldo is positiever naarmate er meer onthard wordt.

Voor bedrijfsgroep 2 met een huidige THH van 2,00 mmol/liter geldt dat ontharden alleen meer oplevert dan dat het kost, indien men onthardt tot 1,50 mmol. Een beperktere mate van ontharding tot 1,75 mmol/liter is gezien het negatieve saldo niet rendabel.

Voor bedrijfsgroep 3 met een huidige THH van 1,74 mmol/liter geldt dat ontharding helemaal geen gezonde investering is omdat de kosten ervan groter zijn dan de baten. Dat voor deze bedrijfsgroep alternatief 2 en 3 (THH = 1,75 en THH = 2,00) een negatief saldo opleveren is geen verrassing. Gezien de huidige THH van 1,74 betekenen deze alternatieven immers dat er opgehard zou worden. Dat voor deze bedrijfsgroep ook alternatief 1 (THH = 1,50) een negatief saldo heeft is een interessantere

bevinding. Het is een aanwijzing dat een klein beetje ontharden (van 1,74 naar 1,50 mmol per liter) geen gezonde investering is.

**Toelichting bedrijfsgroep 3:** Alle dosiseffectrelaties hebben de THH als X-as. De PACC speelt een belangrijke rol bij de categorie baten: verkalking apparaten. Omdat bij bedrijfsgroep 3 de PACC relatief hoog is t.o.v. de THH (oftewel een afwijkende correlatie tussen THH en PACC vergeleken met bedrijfsgroepen 1 en 2, zie ook Bijlage 1), worden de baten van onthardingsvarianten in het huidige MKBA-model voor deze categorie baten te laag ingeschat.

Daarnaast moet de oplossing voor de hoge PACC van deze twee pompstations (Seppe en Wouw) gezocht worden in het verlagen van de PACC bij gelijkblijvende THH (een optimalisatie van het onthardingsproces).

#### Resultaten in detail

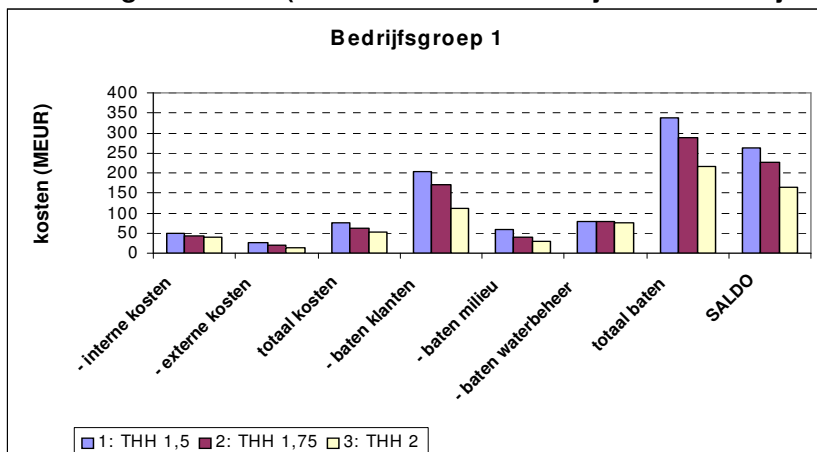
Uit het bovenstaande blijkt dat ontharden aanzienlijk hogere baten dan kosten kan hebben indien er voldoende 'hardheidswinst' gerealiseerd wordt. De vraag waar het grootste deel van de baten terecht komt is hiermee echter nog niet beantwoord. Om hier inzicht in te krijgen worden de baten in tabel 4.2.2 en afbeelding 4.2.2 onderverdeeld naar baten voor de klanten van Brabant Water, baten voor het milieu en baten voor het waterbeheer. Uiteraard komen deze laatste twee batencategorieën uiteindelijk bij de burger terecht via het betalen van belasting.

**Tabel 4.2.2 Gedetailleerd kosten-baten overzicht per bedrijfsgroep per onthardingsalternatief (contante waarden in miljoenen Euro bij 4 % interest)**

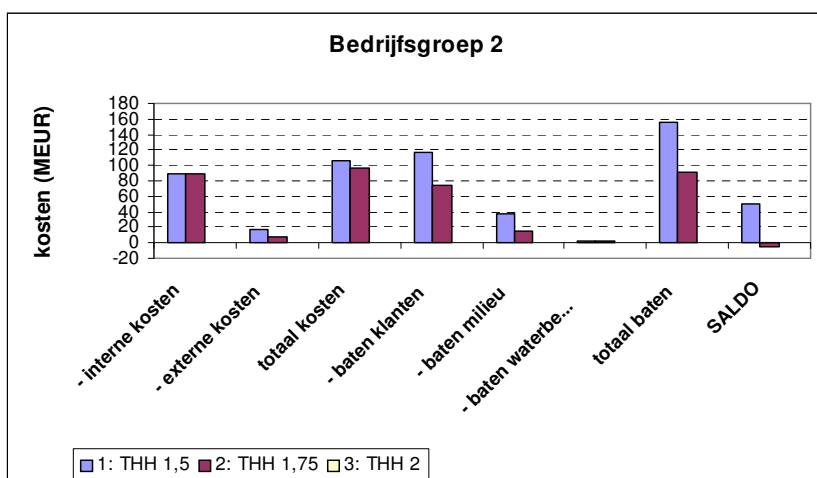
Bedrijfsgroepen		Alternatieven		
		1: THH 1,5	2: THH 1,75	3: THH 2
<b>Bedrijfsgroep 1: THH = 2,46</b>	- interne kosten	49	43	38
	- externe kosten	27	19	14
	totaal kosten	76	63	52
	- baten klanten	203	169	112
	- baten milieu	58	41	29
	- baten waterbeheer	78	78	76
	totaal baten	339	288	216
	<b>SALDO</b>	<b>263</b>	<b>225</b>	<b>164</b>
<b>Bedrijfsgroep 2 : THH = 2,00</b>	- interne kosten	89	89	0
	- externe kosten	17	7	0
	totaal kosten	106	96	0
	- baten klanten	117	74	0
	- baten milieu	37	15	0
	- baten waterbeheer	3	3	0
	totaal baten	156	91	0
	<b>SALDO</b>	<b>50</b>	<b>-5</b>	<b>0</b>
<b>Bedrijfsgroep 3: THH = 1,74</b>	- interne kosten	25	0	0
	- externe kosten	3	-1	-4
	totaal kosten	28	-1	-4
	- baten klanten	11	-7	-37
	- baten milieu	6	-3	-9
	- baten waterbeheer	0	0	-1
	totaal baten	17	-10	-47
	<b>SALDO</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>	<b>-43</b>

Uit tabel 4.2.2/afbeelding 4.2.2 blijkt dat voor alle bedrijfspgroepen de klanten van Brabant Water het grootste deel van de baten toevalt. Daarnaast kunnen ook de baten voor milieu en waterbeheer een niet te verwaarlozen omvang hebben. Welke van deze twee batencategorieën het grootst is, verschilt per bedrijfspgroep. Dit komt doordat sommige dosiseffectrelaties drempelwaarden bevatten, die er voor zorgen dat bij bepaalde verschillen tussen huidige en gewenste (alternatieve) hardheid wel en bij andere verschillen geen baat optreedt.

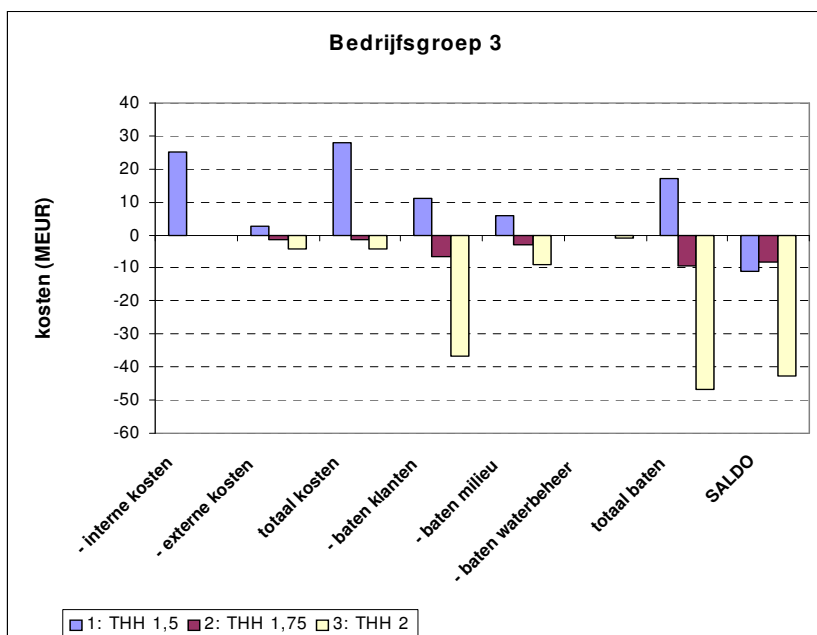
**Afbeelding 4.2.2 Gedetailleerd kosten-baten overzicht per bedrijfspgroep per onthardingsalternatief (contante waarden in miljoenen Euro bij 4 % interest)**



multiplier (baten/kosten) ca. 4,4



multiplier (baten/kosten) ca. 1,2



multiplier (baten/kosten) < 1



Tabel 4.2.3 toont de verdeling van baten over de categorieën klant, milieu en waterbeheer per onthardingsalternatief en per bedrijfsgroep. Uit deze tabel kan worden afgeleid dat ca. 60 % van de baten (en maximaal 81 %) bij klanten terecht komt. De baten voor milieu en water zijn max 35 % van de totale baten.

**Tabel 4.2.3 Verdeling van baten per onthardingsalternatief en per bedrijfsgroep in %**

	Aandeel Klanten	Aandeel Milieu	Aandeel Waterbeheer
<b>Alternatief 1 (THH=1,50)</b>			
Bedrijfsgroep 1:THH = 2,46	60 %	17 %	23 %
Bedrijfsgroep 2:THH = 2,00	74 %	24 %	2 %
Bedrijfsgroep 2:THH = 1,74	64 %	36 %	0 %
<b>Alternatief 2 (THH=1,75)</b>			
Bedrijfsgroep 1:THH = 2,46	59 %	14 %	27 %
Bedrijfsgroep 2:THH = 2,00	81 %	16 %	3 %
Bedrijfsgroep 2:THH = 1,74	*n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Alternatief 3 (THH=2,00)</b>			
Bedrijfsgroep 1:THH = 2,46	52 %	13 %	35 %
Bedrijfsgroep 2:THH = 2,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Bedrijfsgroep 2:THH = 1,74	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

\* Niet van toepassing indien baten nul of negatief zijn.

#### *De grootste batenposten*

Wanneer we de rekenresultaten nader bestuderen blijkt dat de grootste batenposten in volgorde van belangrijkheid doorgaans uitgespaarde energie- en onderhoudskosten voor combiketels zijn, gevolgd door dezelfde kosten voor geisers, uitgespaarde kosten van zeepoederverbruik, uitgespaarde kosten van koperemissies en CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-uitstoot, gevolgd door uitgespaarde onthardingskosten voor de industrie en baten van een betere watersmaak. Hoewel de rangorde van batenposten niet voor elke bedrijfsgroep en voor elk onthardingsalternatief precies hetzelfde is, is dit wel het globale beeld. In de gevoeligheidsanalyse in hoofdstuk 5 zullen we dan ook nagaan wat er gebeurt indien we andere uitgangspunten hanteren betreffende een aantal van deze baten.

#### *Baten per huishouden*

Uit tabel 4.2.1 bleek dat de netto baten van ontharding van 2,49 naar 1,50 mmol/liter (bedrijfsgroep 1) maar liefst EUR 263 miljoen bedragen. Dit is een contante waarde over een *oneindige reeks* (hetgeen overeenkomt met een contante waarde over een periode van 100 jaar). Hierbij zijn uiteraard niet alleen de baten over een oneindige periode in rekening gebracht maar ook de kosten. Dit laatste betekent dat rekening is gehouden met herhalingsinvestering die gezien de levensduur van de verschillende onderdelen van de onthardingsinstallatie nodig is. Deze hoge contante waarde roept al snel de vraag op wat dit nu betekent op *jaarbasis* voor huishoudens, dat wil zeggen de niet-industriële klanten. Tabel 4.2.4 toont de baten per huishouden per jaar. Deze zijn berekend door op de eerder gepresenteerde baten voor klanten die van de industriële klanten in mindering te brengen en te delen door het totaal aantal huishouden in het verzorgingsgebied van elke bedrijfsgroep<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> En door te delen door de discontofactor zodat de contante waarde van een reeks wordt teruggerekend tot een jaarbedrag.

**Tabel 4.2.4 Baten per huishouden in Euro per jaar**

<i>Aanname aanpassing consumentengedrag 20%</i>	<b>Alternatieven ontharding</b>		
	<b>1: THH 1,5 mmol/l</b>	<b>2: THH 1,75 mmol/l</b>	<b>3: THH 2,0 mmol/l</b>
<b>Bedrijfsgroep 1: THH 2,46 mmol/l</b>	19,87 €/jr	16,81 €/jr	10,93 €/jr
<b>Bedrijfsgroep 2: THH 2,00 mmol/l</b>	8,94 €/jr	5,88 €/jr	0,00 €/jr
<b>Bedrijfsgroep 3: THH 1,74 mmol/l</b>	2,03 €/jr	-1,04 €/jr	-6,92 €/jr

Uit tabel 4.2.4 blijkt dat het ogenschijnlijk hoge positieve saldo <sup>8</sup> teruggerekend naar baten c.q. uitsparingen per huishouden (voor de betreffende bedrijfsgroep) per jaar gelijk is aan een bescheiden bedrag van maximaal EUR 19,87. Deze baten zijn berekend, onder de aanname dat 20% van de consumenten het gedrag (o.a. lagere doseringen) aanpast. Bij goede communicatie kan dit percentage hoger uitvallen en worden de baten hoger.

De baten per huishouden per jaar staan een vergelijking toe met het alternatief voor centrale deelontharding: thuisontharding. Wanneer we uitgaan van een thuisonthardings-apparaat (op basis van een ionenwisselaar <sup>9</sup>) van ca. EUR 1.250 dat ca. 15 jaar mee gaat, betekent dit dat de kosten per jaar ca. EUR 83 bedragen. Aangezien dit niet in verhouding staat tot de baten van EUR 19,87 per huishouden per jaar, is dit geen realistisch alternatief. Thuisontharding is in deze studie dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

<sup>8</sup> Dit komt omdat de baten in tabel 4.2.1 over een reeks van jaren zijn en het om vele huishoudens gaat.

<sup>9</sup> Artikel waterontharders, Consumentengids september 2004

## 5. GEVOELIGHEIDSANALYSE

In dit hoofdstuk wordt nagegaan hoe robuust de in het voorgaande hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn. In paragraaf 5.1 wordt bezien wat er met de kosten-baten-saldi gebeurt als er andere uitgangspunten gehanteerd zouden worden bij de kosten-baten berekeningen en in paragraaf 5.2 wordt bekeken wat de kosten-baten-saldi voor andere, meer vergaande, onthardingsalternatieven zijn.

### 5.1. Andere uitgangspunten

#### *Consumentengedrag*

Uit de resultaten zoals gepresenteerd in hoofdstuk 4 bleek dat het grootste deel van de baten terecht komt bij de klanten van Brabant Water en in het bijzonder bij de huishoudens. Een groot aantal baten voor huishoudens is echter afhankelijk van het consumptiegedrag van de huishoudens. Baten van bijv. uitgespaarde kosten van zeepoederverbruik zullen er alleen zijn, indien de huishoudens hun zeepoederdosering daadwerkelijk aanpassen aan het zachtere water. In de originele berekening is ervan uitgegaan dat slechts 20 % van de huishoudens dit doet<sup>10</sup>. De vraag rijst nu wat er met het kosten-baten-saldo gebeurt indien dit percentage hoger of lager blijkt te liggen in de praktijk. Tabel 5.1.1 toont de kosten-baten-saldi per bedrijfsgroep en per onthardingsalternatief indien slechts 5 % of juist 30 % of zelfs 50 % van de huishoudens zijn gedrag aanpast.

**Tabel 5.1.1. Kosten-baten-saldi bij verschillende maten van gedragsaanpassing door consumenten (contante waarden in miljoenen Euro)**

% huishoudens dat gedrag aanpast	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
<b>Origineel resultaat: 20 %</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
<b>Scenario 1: 5 %</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	228	193	158
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	14	-36	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-12	-8	-29
<b>Scenario 2: 30 %</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	286	246	169
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	74	17	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-10	-9	-52
<b>Scenario 3: 50 %</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	333	288	178
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	123	59	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-9	-9	-70

Uit tabel 5.1.1 volgt dat de conclusies over het rendement van centrale deelontharding niet veranderen indien slechts 5 % van de huishoudens zijn gedrag aanpast: de baten blijven groter dan de kosten indien er een flinke hardheidsverbetering optreedt. Wanneer 30 % of 50 % van de huishoudens zijn gedrag aanpast nemen de baten in beperkte mate toe. Opvallend is dat vanaf 30 % ook de baten in

<sup>10</sup> Hetzelfde geldt voor de baten van zoutverbruik, onderhoud van koffiezetters en waterkokers, schoonmaak van sanitair, water langer koken i.v.m. vliesvorming bij thee en betere smaak van water c.q. het drinken van flessenwater.

bedrijfsgroep 2 bij ontharding tot 1,75 mmol/liter de kosten gaan overtreffen. Voor bedrijfsgroep 3 blijft het saldo negatief ongeacht het gedrag van de consument. Een en ander komt er op neer dat er extra winst te behalen is wanneer meer huishoudens bijv. dankzij goede voorlichting hun gedrag aanpassen, maar dat de inschatting van het consumentengedrag geen doorslaggevende factor is voor de conclusie of ontharden een goede investering is of niet.

#### *Dosiseffectrelaties*

Omdat alle baten berekend zijn op basis van dosiseffectrelaties, is het interessant om na te gaan hoe gevoelig de berekende saldi zijn voor een andere inschatting van deze relatie. Uiteraard is dit alleen zinvol voor die posten die qua omvang bepalend zijn voor het kosten-baten-saldo. Twee posten waarvoor dit in bepaald bedrijfsgroepen en onthardingsalternatieven geldt zijn: de uitgespaarde energiekosten van combiketels en de uitgespaarde rioolwaterzuiveringskosten door verminderde koperemissies.

De dosiseffectgrafiek voor uitgespaarde energiekosten van combiketels, met op de x-as de THH en op de y-as het energieverbruik in procenten van het maximum, vertoont een zeer flauw verloop tussen de 1 en 3 mmol/liter. Tabel 5.1.2 laat zien wat er met de kosten-baten-saldi gebeurt wanneer we deze grafiek steiler laten verlopen, hetgeen betekent dat het energieverbruik meer afneemt naarmate het water zachter wordt dan de oorspronkelijke inschatting. Een nog vlakker verloop is nauwelijks mogelijk.

**Tabel 5.1.2. Kosten-baten-saldi bij een andere dosiseffectrelatie voor energieverbruik van combiketels (contante waarden in miljoenen Euro)**

	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
<b>Origineel resultaat: flauwe helling*</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
<b>Scenario 1: iets steilere helling**</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	298	250	182
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	73	5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-7	-10	-48
<b>Scenario 2: steile helling***</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	343	281	205
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	102	16	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-3	-12	-55

\* Bij een flauwe helling loopt het energieverbruik in % van 90 naar 100 tussen de 1 en 3 mmol/liter

\*\* Bij een iets steilere helling loopt het energieverbruik in % van 80 naar 100 tussen de 1 en 3 mmol/liter

\*\*\* Bij een steile helling loopt het energieverbruik in % van 70 naar 100 tussen de 1 en 3 mmol/liter

Uit tabel 5.1.2 blijkt dat de baten flink omhoog gaan (met max EUR 80 miljoen voor bedrijfsgroep 1) naarmate deze dosiseffectrelatie een steiler verloop heeft. Voor bedrijfsgroep 2 wordt ontharden eerder aantrekkelijk, namelijk reeds vanaf 1,75 mmol/liter. Alleen voor bedrijfsgroep 3 blijft de conclusie bij het oude: hier blijft ontharden voor het gekozen traject onrendabel.<sup>11</sup>

De dosiseffectgrafiek voor koperemissies, met op de x-as de THH en op de y-as de hoeveelheid te behandelen afvalwater in procenten van het maximum, vertoont een steil verloop vanaf 2 mmol/liter.

<sup>11</sup> Zie ook: Toelichting bedrijfsgroep 3 in paragraaf 4.2.

Tabel 5.1.3 laat zien wat er met de kosten-baten-saldi gebeurt wanneer we deze grafiek eerder omhoog laten gaan, waardoor deze tevens een flauwere helling krijgt, en wanneer we deze later omhoog laten gaan, waardoor deze tevens een steilere helling krijgt.

**Tabel 5.1.3 Kosten-baten-saldi bij een andere dosiseffectrelatie voor koperemissies (contante waarden in miljoenen Euro)**

	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
<b>Origineel resultaat: steile helling*</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
<b>Scenario 1: eerder stijgen**</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	305	234	149
Bedrijfsgroep 2: THH 2	124	26	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	0	-14	-62
<b>Scenario 2: later stijgen***</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	187	149	89
Bedrijfsgroep 2: THH 2	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43

\* Bij een steile helling loopt de koperemissie in % van 0 naar 100 tussen de 2 en 3 mmol/liter

\*\* Bij een eerdere stijging loopt de koperemissie % van 0 naar 100 tussen de 1,5 en 3 mmol/liter

\*\*\* Bij een later stijging loopt de koperemissie % van 0 naar 100 tussen de 2,5 en 3 mmol/liter

Uit tabel 5.1.3 blijkt dat de kosten-baten-saldi aanzienlijk stijgen (maximaal EUR 74 miljoen) wanneer deze dosiseffectrelatie eerder een stijgend verloop vertoont. Ook hier weer wordt ontharden eerder aantrekkelijk voor bedrijfsgroep 2 en verandert er niets voor groep 3. Wanneer de dosiseffectrelatie later gaat stijgen, nemen de saldi voor bedrijfsgroep 1 af (maximaal EUR 76 miljoen), maar blijven de saldi voor groep 2 en 3 gelijk<sup>12</sup>.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de omvang van de kosten-baten-saldi gevoelig zijn voor de gehanteerde dosiseffectrelaties. Toch hebben zij slechts een beperkte invloed op de conclusies. Voor bedrijfsgroep 1 blijft ontharden een gezonde investering en voor groep 3 niet, ongeacht de gehanteerde vorm van de dosiseffectrelaties. Alleen voor bedrijfsgroep 2 kan de vorm van de relatie een omslagpunt betekenen in die zin dat een beperktere mate van ontharding (alternatief 2) ook een aantrekkelijke investering wordt.

#### *Andere inschatting van hoeveelheden of prijzen*

De batenberekeningen zijn gebaseerd op gebiedspecifieke hoeveelheden en prijzen. Ook hiervoor is soms een andere inschatting mogelijk dan de oorspronkelijke. Voor hoeveelheden, zoals bijv. het aantal kg zeepoederverbruik per huishouden per jaar zijn gevoeligheidsanalyses weinig zinvol, omdat er hooguit een kleine afwijking t.o.v. het gemiddelde mogelijk is. Feitelijk zijn de saldi alleen gevoelig voor het aantal huishoudens in Brabant. Gevoeligheidsanalyses met betrekking tot gehanteerde prijskaartjes zijn dan ook relevanter. Tabel 5.1.4 laat zien wat er met de kosten-baten-saldi gebeurt indien het prijskaartje voor een doorslaggevende batenpost zoals de onderhoudskosten voor combiketels en geisers hoger of lager is dan het originele uitgangspunt.

<sup>12</sup> Dit is logisch want de huidige hardheid ligt nu voor alle bedrijfsgroepen voor het buigpunt van de dosiseffectgrafiek, waardoor er geen baten van koperemissies meer zijn.

**Tabel 5.1.4 Kosten-baten-saldi bij een ander prijskaartje voor het onderhoud van geisers, combiketels en CVketels (contante waarden in miljoenen Euro)**

	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
<b>Origineel resultaat: EUR 20 per beurt</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
<b>Scenario 1: EUR 10 per beurt</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	235	199	140
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	46	-7	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-41
<b>Scenario 2: EUR 30 per beurt</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	290	252	189
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	54	-2	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-44

Uit tabel 5.2.4 blijkt dat de saldi afnemen indien de prijs van een onderhoudsbeurt omlaag gaat en toenemen indien deze prijs omhoog gaat. Conclusies betreffende welke maten van ontharding voor welke bedrijfsgroep een aantrekkelijke investering zijn, veranderen echter niet door het hanteren van een ander prijskaartje.

#### *Interestvoet*

De kosten-baten-saldi zijn berekend door eenmalige en jaarlijkse kosten en baten nu en in de toekomst bij een interestvoet van 4 % te verdisconteren tot contante c.q. huidige waarden. De interestvoet van 4 % is standaard in Nederland voor *maatschappelijke* kosten baten analyses. Toch is het interessant om na te gaan wat er met de saldi gebeurt indien we een hogere interestvoet zouden hanteren, hetgeen gebruikelijk is in het bedrijfsleven wanneer er *financiële* kosten baten analyses gemaakt worden.

**Tabel 5.1.5 Kosten-baten-saldi bij een andere interestvoet (contante waarden in miljoenen Euro)**

Origineel resultaat: 4 %	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
<b>Scenario 1: 7 %</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	150	128	92
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	23	-9	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-6	-5	-25
<b>Scenario 2: 10%</b>			
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	104	88	63
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	13	-11	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-4	-3	-18

Tabel 5.1.5 toont de kosten-baten-saldi bij een interestvoet van 7 % en 10 % (bescheiden rendementseisen in het bedrijfsleven).

Uit tabel 5.1.5 blijkt dat hoe hoger de interestvoet hoe lager het kosten-baten-saldo. Door een interestvoet van 10 % te hanteren in plaats van de oorspronkelijke 4 % worden saldi meer dan gehalveerd. Toch veranderen de conclusies, betreffende welke mate van ontharding voor welke bedrijfsgroep een aantrekkelijke investering is, niet.

Een hogere interestvoet betekent niet alleen een hogere rendementseis, maar ook een strengere inschatting van onzekerheid c.q. risico met het oog op de toekomst. Met andere woorden: zelfs als men meer rendement of een grotere zekerheid eist dan gebruikelijk is bij maatschappelijke afwegingsvraagstukken, blijft ontharding een goede investering voor groep 1, een goede investering voor groep 2 indien onthard wordt tot 1,5 mmol/liter en een slechte investering voor groep 3.

Voor de volledigheid wordt hier vermeld dat het hanteren van levensduren van installaties en een andere tijdshorizon voor de kosten-baten berekeningen nauwelijks invloed hebben op de omvang van de saldi en al helemaal niet op de daaraan verbonden conclusies.

## 5.2. Andere onthardingsalternatieven

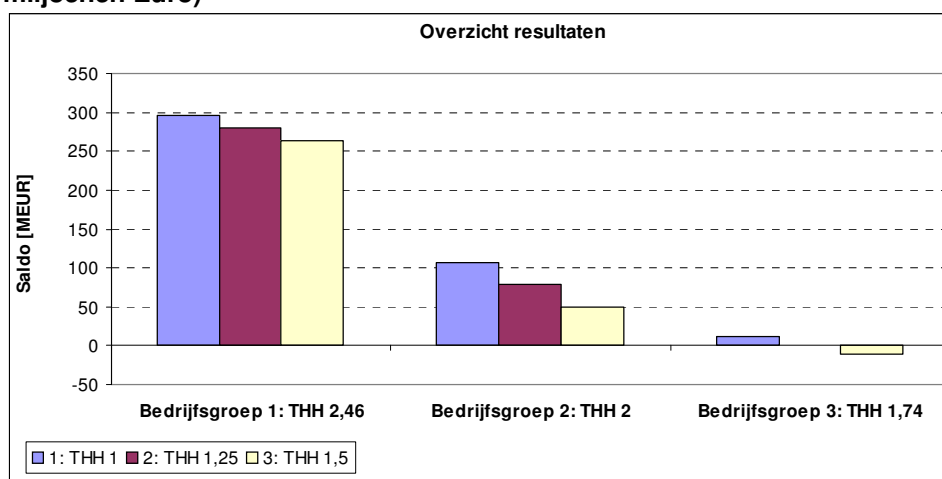
De hoofdconclusie uit de voorgaande paragraaf luidt dat voor bedrijfsgroep 1 en 2 ontharden tot 1,5 mmol/liter een gezonde investering is en dat ontharding voor bedrijfsgroep 3 geen goede investering is. Dit roept de vraag op of voor bedrijfsgroep 1 en 2 ontharden tot minder dan 1,5 mmol/liter nog aantrekkelijker is en of ontharden voor groep 3 wellicht alsnog aantrekkelijk wordt als er tot minder dan 1,5 mmol/liter onthard wordt.

Met het ontwikkelde rekenmodel kunnen ook andere onthardingsalternatieven worden doorgerekend. Tabel 5.2.1 en afbeelding 5.2.1 laten zien wat de kosten-baten-saldi zijn voor de onthardingsalternatieven THH=1,00, THH= 1,25 en THH= 1,50 mmol/liter. Aangezien een hardheid van 1 mmol/liter een wettelijk minimum is, wordt verder geen aandacht geschonken aan nog lagere hardheden.

**Tabel 5.2.1 Kosten-baten-saldi bij andere onthardingsalternatieven (contante waarden in miljoenen Euro)**

originele alternatieven	Alternatief		
	1: THH 1,50	2: THH 1,75	3: THH 2,00
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	263	225	164
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	50	-5	0
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	-11	-8	-43
nieuwe alternatieven	1: THH 1,00	2: THH 1,25	3: THH 1,50
Bedrijfsgroep 1: THH 2,46	297	280	263
Bedrijfsgroep 2: THH 2,00	107	78	50
Bedrijfsgroep 3: THH 1,74	12	0	-11

**Afbeelding 5.2.1 Kosten-baten-saldi bij andere onthardingsalternatieven (contante waarden in miljoenen Euro)**



Uit tabel 5.2.1. blijkt dat het voor alle bedrijfsgroepen (ook voor groep 3) aantrekkelijk is om tot 1 mmol/liter te ontharden<sup>13</sup>. Met andere woorden: hoe groter de onthardingsstap, hoe rendabeler de investering.

Een en ander betekent dat de conclusies uit de vorige paragraaf aangescherpt dienen te worden. Het blijkt immers niet zo te zijn dat (dieper) ontharden voor groep 3 nooit zinvol is. Uit het bovenstaande blijkt dat ook voor groep 3 (dieper) ontharden nut heeft<sup>14</sup>, mits de hardheid afneemt tot minimaal 1,25 mmol/liter<sup>15</sup>. Tabel 5.2.2 geeft een overzicht van het omslagpunt voor elke bedrijfsgroep vanaf waar ontharden een rendabele investering is.

<sup>13</sup> Waarbij aangenomen wordt dat de richtlijnen voor de optimale samenstelling van drinkwater worden gehanteerd (conditionering).

<sup>14</sup> Zie ook: Toelichting bedrijfsgroep 3 in paragraaf 4.2.

<sup>15</sup> Dan is het saldo EUR 0,4 miljoen, hetgeen afgerond nul miljoen is.



**Tabel 5.2.2 Omslagpunt voor ontharding per bedrijfsgroep**

	aantal mmol/liter vanaf waar ontharden rendabel is
<b>Bedrijfsgroep 1: THH 2,46</b>	*2,40
<b>Bedrijfsgroep 2: THH 2,00</b>	**1,70
<b>Bedrijfsgroep 3: THH 1,74</b>	1,25

\* Bij een THH van 2,4 is het batig saldo van groep 1 EUR 19 miljoen. \*\* Bij een THH van 1,7 is het batig saldo van groep 2 EUR 15 miljoen.

De in tabel 5.2.2 gepresenteerde omslagpunten geven aan tot welke THH minimaal onthard dient te worden in elke bedrijfsgroep om überhaupt een batig saldo te genereren. Dit betekent echter niet dat het verstandig is om op of nabij het omslagpunt te gaan zitten. De saldi bedragen dan slechts enkele miljoenen. Dit betekent dat iets tegenvallende kosten of baten (zie gevoeligheidsanalyses in paragraaf 5.1) er direct toe leiden dat het saldo alsnog negatief wordt en er dus feitelijk sprake is van een onrendabele investering.

Tot slot kan hier worden opgemerkt dat ontharden weliswaar voor alle groepen een gezonde investering is vanaf een bepaald omslagpunt, maar dat het batig saldo van bedrijfsgroep 1 wel beduidend hoger is dan dat van groep 2 en 3. Het is dan ook aantrekkelijk om te beginnen met investeren in groep 1.

## 6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk bevat een beknopte conclusie alsmede enkele aanbevelingen voor mogelijk vervolgonderzoek en het gebruik van de onderzoeksresultaten.

### 6.1. Conclusie

Op grond van de kosten-baten berekeningen kan geconcludeerd worden dat centrale deelontharding een maatschappelijk verantwoorde investering is, mits er maar voldoende hardheidsreductie plaats vindt. Hoe meer er onthard wordt, hoe groter het kosten-baten-saldo en dus hoe rendabeler de investering.

Tevens kan geconcludeerd worden dat het het aantrekkelijkst is om eerst te investeren in bedrijven waar de huidige hardheid hoog is, omdat daar het grootste rendement te behalen is.

Omdat Brabant Water de kosten van ontharding draagt terwijl de baten terecht komen bij de klant, het milieu en de waterbeheerder, is het in verband met eventueel kostenverhaal interessant om te weten dat de baten voor ca. 60 % bij de klant en voor ca. 15 % bij milieu en ca. 25 % bij waterbeheer terecht komen. Voor huishoudens geldt bovendien dat centrale deelontharding veel voordeliger is dan zelf thuis ontharden. Sterker nog, de kosten van thuisontharding zijn aanzienlijk hoger dan de baten ervan.

### 6.2. Aanbevelingen

Uit de onderzoeksresultaten volgen een drietal aanbevelingen. De eerste aanbeveling is om berekeningen te maken per individueel productiebedrijf. Dit bevelen wij aan omdat uit de berekening voor drie bedrijfsgroepen blijkt dat de omvang van de baten sterk verschilt per bedrijfsgroep. Door voor individuele bedrijven de optimale mate van ontharding <sup>16</sup> te bepalen en door vervolgens de bijbehorende kosten-baten-saldi van de bedrijven onderling te vergelijken, kunnen investeringsbeslissingen nog beter onderbouwd worden.

Een tweede aanbeveling luidt om voor die bedrijven waarvoor het positief kosten-baten-saldo relatief laag is, maar waarvoor men toch overweegt om te gaan ontharden, extra gevoeligheidsanalyses te doen in de vorm van toekomstscenario's. Dit om te bezien welke investeringsrisico men neemt. Het kan in dergelijke gevallen bijv. nuttig zijn om na te gaan of de investering ook nog aantrekkelijk is als men bijv. in de toekomst minder storingsgevoelige warmwaterapparaten heeft of als het aantal huishoudens in het verzorgingsgebied toe- of afneemt.

De derde en tevens laatste aanbeveling heeft betrekking op het gebruik van de gepresenteerde onderzoeksresultaten in het kader van de benchmark. In de benchmark worden waterwinbedrijven beoordeeld op financiële prestaties waaronder een lage waterprijs voor de klant. Dit betekent dat bedrijven die veel investeren in ontharding, ondanks het feit dat de klant hierdoor beter af is, een slechtere beoordeling krijgen dan bedrijven die dat niet doen. Onze aanbeveling luidt dan ook om bij de benchmark niet alleen kosten maar ook baten in beschouwing te nemen, zodat die bedrijven die het meest maatschappelijk verantwoord ondernemen ook als beste uit de bus komen.

---

<sup>16</sup> Bij de hier genoemde optimale onthardingsdiepte wordt er vanuit gegaan, dat er geen beperkingen zijn op het gebied van procestechnologie of bedrijfsvoering, om deze onthardingsdiepte te bereiken.