

**ANRE-DEMONSTRATIEPROJECT  
PRODUCTIE VAN KIEMVRIJ PROCESWATER  
BIJ DIEPVRIESGROENTENBEDRIJF  
PASFROST TE PASSENDALE**

**Eindrapport**

**J. Van Bael en T. Daems**

**2005/ETE/R/052**

**Vito**

**Maart 2005**



## SAMENVATTING

In het kader van de bevordering van nieuwe energietechnologieën (KB van 10/02/1983) heeft de Vlaamse overheid een subsidie toegekend van 247.893,52 € aan het diepvriesgroentebedrijf Pasfrost in Passendale voor de investeringskosten van een installatie voor de productie van kiemvrij proceswater uitgaande van fysisch en biologisch gezuiverd afvalwater.

Voor de verwerkingsprocessen van de groenten (wassen, schillen, ontoppen, versnijden, sorteren, blancheren, koelen, ...) is vrij veel water nodig. Dit water wordt opgepompt via verschillende boorputten. Het probleem bij Pasfrost (en ook bij andere diepvriesbedrijven) is de permanente daling van de watersokkel en de verzilting van het water, dit door het oppompen van grote watervolumes in de streek door de jaren heen. Door de overheid worden daarom beperkingen voor het oppompen van water opgelegd. De heffingen worden hoger en bedrijven krijgen (water)quota opgelegd. Bedrijven worden hierbij aangezet om water te recupereren of (indien mogelijk) over te schakelen naar stadswater.

Het bedrijf Pasfrost heeft in 1999 beslist om een installatie te bouwen die effluentwater afkomstig van de biologische zuivering verder te zuiveren tot kiemvrij proceswater. Voor de installatie werd het afvalwater na fysische en biologische zuivering geloosd. De installatie zuivert dit water verder via een vlokkenfiltratie, een ultrafiltratie, een omgekeerde osmose en een UV-behandeling. De capaciteit van de installatie bedraagt 20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater. De bouw werd zodanig georganiseerd dat later een bijkomende installatie met eveneens een capaciteit van 20 m<sup>3</sup>/h geïnstalleerd kan worden.

Over de meetperiode van een jaar (december 2000 tot en met november 2001) heeft de installatie in totaal 69.819 m<sup>3</sup>/jaar kiemvrij proceswater geproduceerd wat ongeveer 40% is van de totale proceswatervraag bij Pasfrost. Het totale afvalwatervolume gezuiverd door de zandfilters (polijstings- en vlokkingfiltratie) bedroeg 535.970 m<sup>3</sup>/jaar.

Over de meetperiode bedroeg het influentvolume van de ultrafiltratie 137.841 m<sup>3</sup> en het netto permeaatvolume 111.839 m<sup>3</sup>. Het maximale influentvolume op maandbasis werd gemeten in de maand augustus 2001 (19.825 m<sup>3</sup>) en het maximale netto permeaatvolume werd gemeten in de maand oktober 2001 (19.195 m<sup>3</sup>). De laagste influent- en permeaatvolumes werden gemeten in de maanden februari 2001, maart 2001 en april 2001. Tijdens deze maanden is er ook nauwelijks productie. Over de ganse meetperiode bedroeg de gemiddelde recovery van de ultrafiltratie 81,1%. De recovery lag het laagst tijdens de "stille" productiemaanden februari, maart en april 2001. De hoogste recovery werd opgetekend tijdens de maanden augustus, september, oktober en november 2001 met als uitschieter oktober 2001 (97,7%). Bij normale werking ligt de druk gemiddeld tussen 0,21 bar en 0,40 bar met een maximum van 0,60 bar. Bij het terugspoelen is de druk gemiddeld -0,78 bar à -0,98 bar met een piek tot -1,40 bar.

Het totale influentvolume van de omgekeerde osmose bedroeg 111.839 m<sup>3</sup>/jaar en het permeaatvolume bedroeg 69.819 m<sup>3</sup>/jaar. Het totale volume aan concentraat was 42.020 m<sup>3</sup>/jaar. In oktober 2001 heeft de installatie het meeste permeaat geproduceerd (12.388 m<sup>3</sup>/maand). Wat de geleidbaarheid van het water betreft, liggen de gemiddelde waarden van het influent tussen 3.478 µS/cm en 5.803 µS/cm. Voor het permeaat liggen de

gemiddelde waarden op maandbasis tussen 191  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 488  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De retentie ligt tussen 88% en 97% en de recovery op jaarbasis bedraagt 62,4%.

Voor de productie van dit kiemvrij proceswater bedroeg het elektriciteitsverbruik 88.343 kWh/jaar waarvan 86.765 kWh/jaar (98,2%) door de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose en 1.578 kWh/jaar door de UV-belichting. Het specifiek elektriciteitsverbruik van de installatie is 1,27 kWh/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater.

Het primair energieverbruik van de installatie (elektriciteitsproductie) was 723 GJ/jaar. Indien deze hoeveelheid kiemvrij proceswater zou geproduceerd worden met een indampingsinstallatie, dan zou hiervoor 22.247 GJ primaire energie per jaar nodig geweest zijn (11.425 GJ/jaar voor de elektriciteitsproductie en 10.822 GJ/jaar voor de stoomproductie). Dit wil zeggen dat de primaire energiebesparing 21.524 GJ/jaar is of 96,8% ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).

De CO<sub>2</sub>-emissie van deze installatie was aan 55 ton CO<sub>2</sub>/jaar voor de meetperiode. In de referentiesituatie (indamping), zou de uitstoot van CO<sub>2</sub> over de meetperiode gelijk zijn aan 1.467 ton CO<sub>2</sub>/jaar waarvan 871 ton/jaar door de elektriciteitscentrales en 595 ton/jaar door de stoomketel. Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 1.411 ton/jaar of 96,2% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).

De totale investering van de volledige installatie (20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater) bedroeg 873.299 € (exclusief B.T.W.). De kosten voor het ontwerp en de installatie van de ultrafiltratie, de omgekeerde osmose en de UV-belichting bedroegen 565.034 € (exclusief B.T.W.). De exploitatiekosten bedroeg 47.802 €/jaar (exclusief B.T.W.). De reductie van het energieverbruik ten opzichte van de referentiesituatie (indamping) is 147.851 €/jaar (exclusief B.T.W.) waarbij de elektriciteitsfactuur gereduceerd werd met 96.724 €/jaar (exclusief B.T.W.) en de aardgasfactuur met 51.127 €/jaar (exclusief B.T.W.). Wanneer de totale investering vergeleken wordt met de exploitatiekosten en de besparing op de energiefactuur, dan wordt een terugverdientijd bekomen van 8,7 jaar. Indien de subsidie (247.893,52 €) mee in rekening gebracht wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 6,3 jaar.

De kosten voor een indampingsinstallatie (zowel de investeringen, de exploitatiekosten als de energiekosten) zouden aanzienlijk hoger liggen dan de overeenkomstige kosten voor deze installatie met vlokkingsfiltratie, ultrafiltratie, omgekeerde osmose en UV-belichting.

Indien de vermelde investeringen afgeschreven worden over 20 jaar, dan bedraagt de totale kostprijs 1,41 €/m<sup>3</sup>. Indien enkel de exploitatiekosten en de elektriciteitskosten in rekening gebracht worden, dan bedraagt de totale kostprijs 0,79 €/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. Volgens Hydros daalt de kostprijs nog aangezien de membranen waarschijnlijk langer dan drie jaar meegaan en aangezien de productie van de installatie in 2002 hoger zal liggen dan over het meetjaar. Bij een jaarproductie van 126.000 m<sup>3</sup> en een levensduur van de membranen van 6 jaar wordt een kostprijs van 0,84 €/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater bekomen.

## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE.....</b>	<b>7</b>
	2.1 PRINCIPE VAN DE INSTALLATIE.....	7
	2.2 DETAILBESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE.....	9
	2.3 BESTURING VAN DE INSTALLATIE.....	11
	2.4 FOTO'S VAN DE INSTALLATIE .....	12
<b>3</b>	<b>METINGEN EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN .....</b>	<b>16</b>
	3.1 POLIJSTINGSFILTRATIE EN VLOKKINGSFILTRATIE.....	16
	3.2 ULTRAFILTRATIE (UF) .....	16
	3.3 OMGEKEERDE OSMOSE (RO).....	17
	3.4 UV-BELICHTING.....	18
<b>4</b>	<b>TECHNISCHE EVALUATIE.....</b>	<b>19</b>
	4.1 POLIJSTINGSFILTRATIE EN VLOKKINGSFILTRATIE.....	19
	4.2 ULTRAFILTRATIE (UF) .....	22
	4.3 OMGEKEERDE OSMOSE (RO).....	28
	4.4 UV-BELICHTING.....	33
	4.5 ELEKTRICITEITSVERBRUIK UF, RO EN UV-BELICHTING .....	35
	4.6 OVERZICHT .....	38
<b>5</b>	<b>PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN VERMINDERING CO<sub>2</sub>-EMISSIE.....</b>	<b>41</b>
	5.1 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING.....	41
	5.2 VERMINDERING CO <sub>2</sub> -EMISSIE .....	42
<b>6</b>	<b>ECONOMISCHE EVALUATIE .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>MENING VAN DE EIGENAAR .....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>BESLUIT.....</b>	<b>48</b>
	<b>BIJLAGE I : CIJFERS POLIJSTINGSFILTRATIE EN VLOKKINGSFILTRATIE .....</b>	<b>50</b>
	<b>BIJLAGE II : CIJFERS ULTRAFILTRATIE (UF) .....</b>	<b>51</b>
	<b>BIJLAGE III : CIJFERS OMGEKEERDE OSMOSE (RO) .....</b>	<b>53</b>
	<b>BIJLAGE IV : CIJFERS UV-BELICHTING (UV) .....</b>	<b>55</b>
	<b>BIJLAGE V : CIJFERS ELEKTRICITEITSVERBRUIK .....</b>	<b>56</b>
	<b>BIJLAGE VI : REFERENTIE .....</b>	<b>57</b>

## 1 INLEIDING

Het bedrijf Pasfrost te Passendale is een diepvriesgroentebedrijf met een jaarlijkse productie van 60.000 ton groenten. Het bedrijf werd opgericht in 1974. In eerste instantie werd opslag van ondermeer vlees, vis en groenten voor derden gedaan. In 1978 werd een eerste diepvriestunnel aangekocht en startte de productie van diepvriesgroenten. Jaar na jaar werd geïnvesteerd in gekoelde opslagruimtes, verwerkingsloodsen, verwerkingsmachines en diepvriestunnels. Op dit moment wordt een volledig gamma in alle mogelijke verpakkingen aangeboden: wortelen, prei, ajuin, spruiten, bloemkoolroosjes, rode kool, koolrabi, rapen, erwten, bonen, knolselder, bleekselder, maïs, paprika, courgetten, auberginen, tomaten, schorseneren, spinazie, ...

Voor de verwerkingsprocessen (wassen, schillen, ontoppen, versnijden, sorteren, blancheren, koelen, ...) is vrij veel water nodig. Dit water wordt opgepompt via verschillende boorputten. Het probleem bij Pasfrost (en ook bij andere diepvriesbedrijven) is de permanente daling van de watersokkel en de verzilting van het water, dit door het oppompen van grote watervolumes in de streek door de jaren heen. Door de overheid worden daarom beperkingen voor het oppompen van water opgelegd. De heffingen worden hoger en bedrijven krijgen (water)quota opgelegd. Bedrijven worden hierbij aangezet om water te recupereren of (indien mogelijk) over te schakelen naar stadswater.

Het bedrijf Pasfrost heeft in 1999 beslist om een installatie te bouwen die effluentwater afkomstig van de biologische zuivering verder te zuiveren tot kiemvrij proceswater. Voor de installatie werd het afvalwater na fysische en biologische zuivering geloosd. De installatie zuivert dit water verder via een vlokkenfiltratie, een ultrafiltratie, een omgekeerde osmose en een UV-behandeling. De capaciteit van de installatie bedraagt 20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater. De bouw werd zodanig georganiseerd dat later een bijkomende installatie met eveneens een capaciteit van 20 m<sup>3</sup>/h geïnstalleerd kan worden.

De installatie werd geleverd door de firma Astraco Water Engineering BV, onderdeel van Paques BV, gevestigd in Balk (NL). Het gebouw werd gezet door Industriebouw Devlaminck bvba uit Houthulst. Leidingen werden geleverd door de firma Gryffroy Piping nv uit Roeselare en de elektrische installatie werd uitgevoerd door de firma Vecari nv uit Zonnebeke. De data-opslag werd uitgevoerd door de firma Datapolis uit Ieper. De begeleiding van de bouw van de installatie en de dagdagelijkse opvolging gebeurde door de firma Hydros bvba uit Ieper. Hydros voert ook de milieucoördinatie bij Pasfrost uit.

## **2 TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE**

### **2.1 Principe van de installatie**

Het afvalwater van Pasfrost wordt in eerste instantie gezuiverd via een fysische zuiveringsinstallatie en een biologische zuiveringsinstallatie (anaëroob proces in combinatie met aëroob proces). Vervolgens wordt het water verder gezuiverd via een polijstingsfiltratie. Het water werd tot 2000 daarna geloosd.

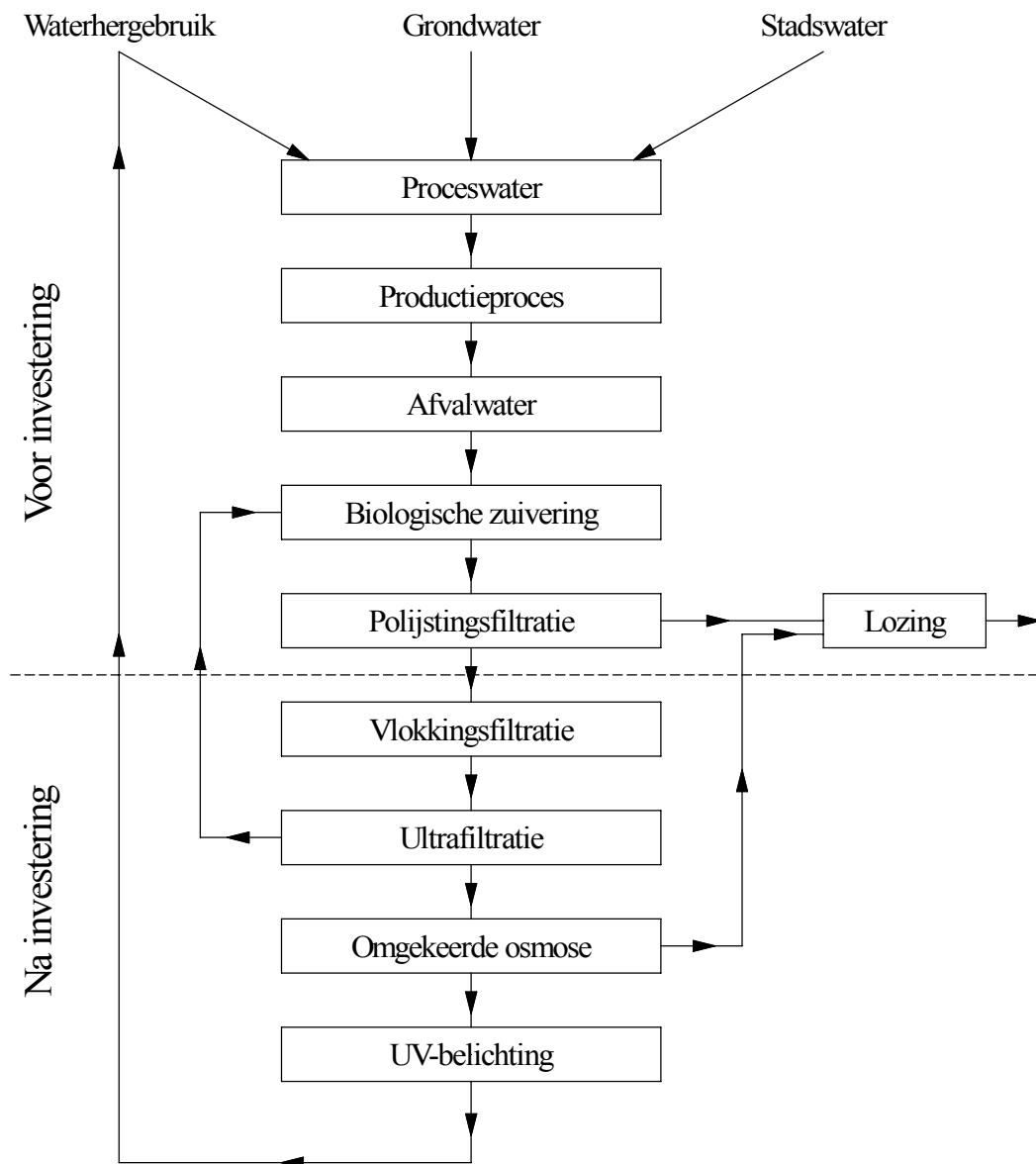
Het demonstratieproject bestaat uit de bouw van een installatie met vlokkingfiltratie, een dead-end ultrafiltratie (UF), een omgekeerde osmose (RO) en een UV-belichting. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de verschillende processtappen.

De vlokkingfiltratie wordt gebruikt voor de verwijdering van zwevende stof en troebeling ter vergroting van de flux in de nageschakelde ultrafiltratie installatie. Hiertoe wordt een vlokmiddel (PolyAluminiumChloride) gedoseerd op het filter met een maximum van 10 mg/liter. De afgescheiden vlokken worden verwerkt in de biologische zuivering. Het filtraat wordt verder verpompt naar de ultrafiltratie.

De ultrafiltratie is uitgerust met hollow fiber membranen om het restant aan zwevende stof en micro-biologie te verwijderen. Hiertoe kan eventueel een aanvullende vlokmiddeldosering worden toegepast op de ultrafiltratie. De terugspoelvoelstof wordt naar de aërobe waterzuivering gestuurd.

De omgekeerde osmose met spiraal gewikkelde membranen verwijdert de in het water aanwezige zouten en kleur alsmede het restant aan CZV. De omgekeerde osmose bestaat uit twee trappen. Het water afkomstig van de ultrafiltratie wordt doorheen de eerste trap gepompt, het permeaat wordt gestuurd naar de UV-belichting, het concentraat wordt naar de tweede trap gepompt. Het permeaat van deze tweede trap wordt eveneens naar de UV-belichting gestuurd, het concentraat van deze tweede trap wordt geloosd.

Als extra veiligheid ten aanzien van kiemdoding is na de omgekeerde osmose een UV-belichting geïmplementeerd. Het kiemvrij proceswater wordt teruggevoerd naar de voedingsbuffer.



*Figuur 2.1: Principeschema van de installatie bij Pasfrost*

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de waterkwaliteit na de polijstingsfiltratie. Vanuit deze waterkwaliteit is de leverancier vertrokken bij het ontwerp van de installatie. Tabel 2.1 geeft eveneens een overzicht van de waterkwaliteit (na UV-belichting) gegarandeerd door de firma Astraco.

Volgens Hydros [1] kan de installatie bij deze ingangscondities (dus na polijstingsfiltratie) niet werken. Er treden dan immers problemen met de ultrafiltratie op. Voor CZV moet de concentratie lager dan 140 mg/liter zijn en de troebeling moet lager dan 12 FTE zijn. De biologische zuivering en de zandfilters zijn dan ook zodanig geregeld dat deze parameters behaald worden. Door de uitbreiding van de biologische zuivering wordt volgens Hydros momenteel een CZV van 140 mg/l, een EGV van 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en een TDS van 3.000 mg/l behaald.



Verder blijkt uit de praktijkervaring van Astraco dat de goede werking van de installatie niet alleen beoordeeld kan worden door de in tabel 2.1 vermelde parameters. De UF-installatie blijkt volgens Astraco gevoelig voor de aanwezigheid van kleur (DOC, KMnO<sub>4</sub>, UV-ext), zodat gestreefd moet worden naar een betere voorbehandeling voor de ultrafiltratie om de ultrafiltratie goed en economisch te laten functioneren. Met de ontworpen voorfiltratie (polijstingsfiltratie en vlokkenfiltratie) blijkt dit volgens Astraco goed te realiseren.

*Tabel 2.1: Overzicht waterkwaliteit voor en na de installatie*

Parameter	na polijstingsfiltratie	na UV-belichting
CZV (mg/l)	200	20
Troebeling (FTE)	30	< 0,5
EGV (µS/cm)	6.500	390
TDS (mg/l)	4.600	300
Temp (°C)	> 8	> 8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	2.500	100
kiemen (CFU/100 ml)		< 1

## 2.2 Detailbeschrijving van de installatie

Figuur 2.2 geeft een overzicht van de installatie. De volgende gegevens werden bekomen via de leverancier Astraco.

Het water afkomstig van de biologische zuivering wordt gestuurd over twee polijstingsfiltratie-installatie (ASTRASAND<sup>®</sup> continu filtratie type AS-500-20) met een gezamenlijke capaciteit van 94,4 m<sup>3</sup>/h. Vervolgens wordt het effluentwater gestuurd naar twee vlokingsfiltratie-installaties (ASTRASAND<sup>®</sup> continu filtratie type AS-500-20) met een gezamenlijke capaciteit van 85,4 m<sup>3</sup>/h. De vlokken worden naar de biologische zuivering afgevoerd. Het grootste deel van de filtraat productie wordt opgeslagen en hergebruikt voor laagwaardige toepassingen. Het deel dat aanvullend gezuiverd wordt, stroomt in de betonnen buffer V01 met een inhoud van 45 m<sup>3</sup>.

De voedingspomp van de ultrafiltratie (40,2 m<sup>3</sup>/h, 1 bar, 7,5 kWe) pompt het water uit de betonnen buffer V01 naar de ultrafiltratie membranen. In deze toepassing worden hollow fiber membranen gebruikt van het type X-flow, S225 UFC M5 met een werkdruk tussen 0,5 en 1,0 bar. De netto flux bedraagt 45,7 l/m<sup>2</sup>/h. Er werden 10 drukhuizen voorzien, elk drukhuis bestaat uit twee modules. Het permeaat van de ultrafiltratie wordt opgeslagen in de betonnen buffertank V02 met inhoud van 45 m<sup>3</sup>. Bij reiniging van de membranen worden de drie terugspoelpompen (totaal: 175 m<sup>3</sup>/h, 1,8 bar, 30 kWe) ingeschakeld. Deze terugspoelpompen pompen permeaat uit buffertank V02 met of zonder reinigingsvloeistoffen door de membranen. De eventuele reinigingsvloeistoffen worden vervolgens afgevoerd naar de biologische zuivering.

Er zijn drie types van spoelbeurten:

- (1) terugspoelen zonder chemicaliën;
- (2) terugspoelen met HCl;
- (3) terugspoelen met NaHOCl.

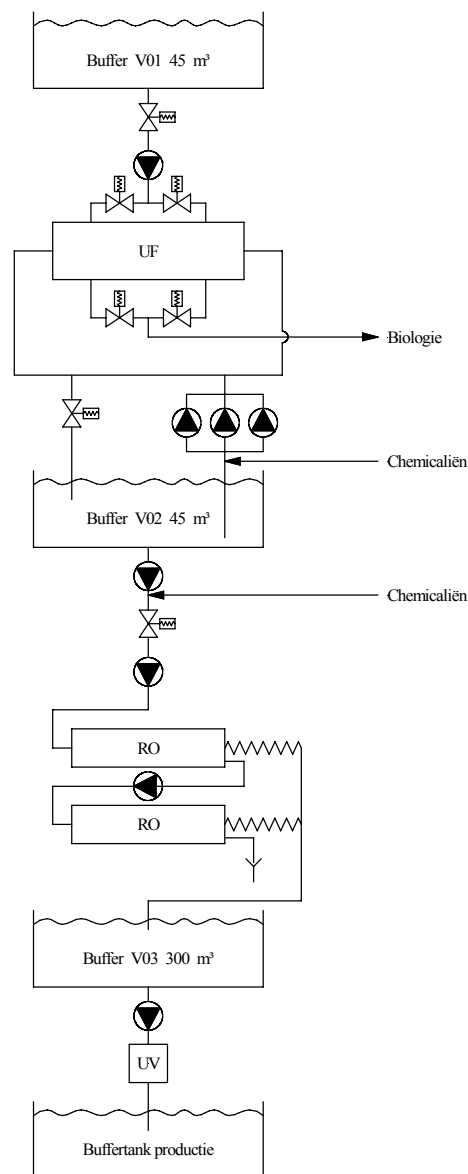
Vanuit de buffertank V02 pompt voedingspomp 1 (30,8 m<sup>3</sup>/h, 3-4 bar, 6 kWe) in serie met voedingspomp 2 (30,8 m<sup>3</sup>/h, 14,5 bar, 16 kW) water doorheen de eerste trap van de omgekeerde osmose. Het permeaat wordt opgevangen in de geëmailleerde buffertank V03 met inhoud van 300 m<sup>3</sup>. Het concentraat wordt verpompt met de boosterpomp (18,7 m<sup>3</sup>/h, 12,8 bar naar 16,8 bar, 4 kWe) naar de tweede trap van de omgekeerde osmose. Het permeaat komt eveneens in buffertank V03 terecht, het concentraat wordt geloosd. Om scaling te voorkomen wordt een antiscalant tussen voedingspomp 1 en voedingspomp 2 toegevoegd. Er gebeurt tussen deze twee trappen eveneens een gecontroleerde zuurdosering met HCl. Voor de omgekeerde osmose werden Hydranautics LFC 1 membranen gebruikt.

Vanuit buffertank V03 wordt het water vervolgens verpompt naar een buffertank van de productie. Bij het verpompen wordt het water belicht met UV-lampen om kiemen af te doden. In totaal worden vier lampen met een elektrisch vermogen van 120 W per lamp voorzien. De lamp heeft een rendement van 38% en een UV-C vermogen van 38 W per lamp. De golflengte bedraagt 254 nm. Vanuit de buffertank van de productie gebeurt de distributie naar de processen.

Tabel 2.2 geeft een overzicht van de debieten en de reststromen in de verschillende zuiveringsstappen zoals voorzien door Astraco.

*Tabel 2.2: Debieten en reststromen in de verschillende zuiveringsstappen voorzien door Astraco*

Proces	Voedingsdebiet (m <sup>3</sup> /h)	Effluentdebiet (m <sup>3</sup> /h)	Reststroom (m <sup>3</sup> /h)	Bestemming reststroom
vlokkingsfiltratie	42,7	40,2	2,5	biologie
ultrafiltratie	40,2	32,2	8,0	biologie
omgekeerde osmose	32,2	20,0	12,2	lozing



*Figuur 2.2: Overzicht van de installatie*

### 2.3 Besturing van de installatie

De besturingsfilosofie van de gehele installatie is op een feedback regeling gebaseerd. De gehele installatie wordt traploos geregeld met behulp van de frequentie van de voedingspompen van de desbetreffende zuiveringsstap met uitzondering van de omgekeerde osmose. De voeding naar de omgekeerde osmose wordt aan/uit geregeld. Hierdoor wordt een optimale belasting van de membranen verkregen. De regeling van de zandfilterinstallatie wordt losgekoppeld van de regeling van de membraanfiltratie.

Aangezien de volledige installatie feedback gestuurd is, wordt het gehele debiet over de membraanfiltratie-installatie bepaald door het niveau in de opslagtank van het kiemvrij proceswater. Indien dit niveau een bepaalde waarde onderschrijft, dan wordt de omgekeerde osmose aangeschakeld. De voedingspomp van de ultrafiltratie worden traploos geregeld op het niveau van de voedingsbuffer. De voedingspomp worden beveiligd via een laagniveau beveiliging op de desbetreffende voedingstank.

Om scaling op de omgekeerde osmose te voorkomen, wordt een zuur gedoseerd. De zuurdosering is functie van de pH en het debiet van het influent. De actuele pH na dosering wordt gemeten, waarna een terugkoppeling naar de doseerpomp plaatsvindt.

## 2.4 Foto's van de installatie



*Figuur 2.3: Overzicht van de waterzuivering*



*Figuur 2.4: Zandfilters*



*Figuur 2.5: Gebouw met de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose*



*Figuur 2.6: Membranen van de ultrafiltratie*



*Figuur 2.7: Terugspoelpompen ultrafiltratie*



*Figuur 2.8: Membranen van de omgekeerde osmose*



*Figuur 2.9: Reinigingsinstallatie omgekeerde osmose*



*Figuur 2.10: UV-belichting*



*Figuur 2.11: Opslag chemicaliën*

### 3 METINGEN EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN

De meeste meters nodig voor de opvolging, werden voorzien door de installateur. De metingen zijn immers ook nodig voor de sturing en de controle van het ganse systeem. De metingen werden continu gelogd via het regel- en controlesysteem van de installateur. De gegevens worden daarnaast doorgestuurd via een dataverbinding naar het data-opslagsysteem van de firma Datapolis. De metingen worden in dit data-opslagsysteem elke minuut geregistreerd. Maandelijks werden de uitgebreide datafiles op CD-rom geplaatst en doorgestuurd naar Vito. Hiervoor werd een contract afgesloten met Datapolis. Vito heeft vervolgens de gegevens verwerkt tot een hanteerbaar geheel. De meetperiode liep van december 2000 tot en met november 2001

#### 3.1 Polijstingsfiltratie en vlokingsfiltratie

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de metingen op de polijstingsfiltratie en de vlokingsfiltratie.

*Tabel 3.1: Overzicht metingen polijstingsfiltratie en vlokingsfiltratie*

nr	parameter	meter
1	debiet over de filters	debietmeter
2	verbruik vlokmiddel PolyAluminiumChloride	factuur Pasfrost
3	niveau buffertank V01	drukmeting buffertank

Het debiet over de filters vanwege de biologische waterzuivering wordt gemeten met een debietmeter. Het verbruik aan vlokmiddel PolyAluminiumChloride wordt bepaald via de facturen aan de firma Pasfrost.

#### 3.2 Ultrafiltratie (UF)

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de metingen op de ultrafiltratie.

*Tabel 3.2: Overzicht metingen ultrafiltratie*

nr	parameter	meter
4	debiet van buffertank V01 naar ultrafiltratie	debietmeter
5	temperatuur water naar ultrafiltratie	temperatuursensor
6	drukval over de membranen	4 drukmeters
7	debiet terugspoelwater	debietmeter
8	verbruik natriumhypochloriet	facturen Pasfrost
9	verbruik HCl 30%	facturen Pasfrost
10	elektriciteitsverbruik UF	elektriciteitsmeter UF + RO
11	niveau buffertank V02	drukmeting buffertank



Het debiet van buffertank V01 naar de ultrafiltratie wordt opgemeten met een debietmeter. Tevens wordt de temperatuur en de druk gemeten van het toevoerwater. Daarnaast wordt de druk na de membranen opgemeten. Bij reiniging wordt water uit buffertank V02 teruggepompt over de membranen met een hoge(re) druk. Eventueel worden reinigingsmiddelen HCl en natriumhypochloriet toegevoegd. Het verbruik van deze reinigingsmiddelen wordt gedaan via de facturen voor dergelijke producten. Het niveau in buffertank V02 wordt opgevolgd via een drukmeting in deze buffertank.

### 3.3 Omgekeerde osmose (RO)

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de metingen op de omgekeerde osmose.

*Tabel 3.3: Overzicht metingen omgekeerde osmose*

nr	parameter	meter
12	debiet van buffertank V02 naar RO	debietmeter
13	geleidbaarheid water naar RO	geleidbaarheidsmeter
14	druk water trap 1 RO in	drukmeter
15	druk concentraat trap 1 RO	drukmeter
16	druk water trap 2 RO in	drukmeter
17	druk concentraat trap 2 RO	drukmeter
18	debiet concentraat RO	debietmeter
19	debiet permeaat RO	debietmeter
20	geleidbaarheid permeaat RO	geleidbaarheidsmeter
21	elektriciteitsverbruik RO	elektriciteitsmeter UF + RO
22	verbruik zuur (tegengaan scaling)	facturen Pasfrost
23	niveau buffertank V03	drukmeter

Via een ingebouwde meter wordt het debiet van de buffertank V02 naar de omgekeerde osmose opgemeten. Tevens wordt de geleidbaarheid van het water naar de omgekeerde osmose geregistreerd. Diverse drukken in de installatie worden opgevolgd. Het debiet aan concentraat en het permeaat van de eerste en de tweede trap wordt opgemeten. De geleidbaarheid van het permeaat en het verbruik aan zuur voor de pH-regeling wordt eveneens geregistreerd. Verder wordt het elektriciteitsverbruik van de installatie (ultrafiltratie en omgekeerde osmose) opgemeten.

### 3.4 UV-belichting

Het elektriciteitsverbruik van de UV-belichting (tabel 3.4) wordt opgevolgd via de aantijd van de pomp tussen buffertank V03 en de buffertank van de productie. Wanneer deze pomp aanschakeld wordt ook de UV-belichting aangeschakeld.

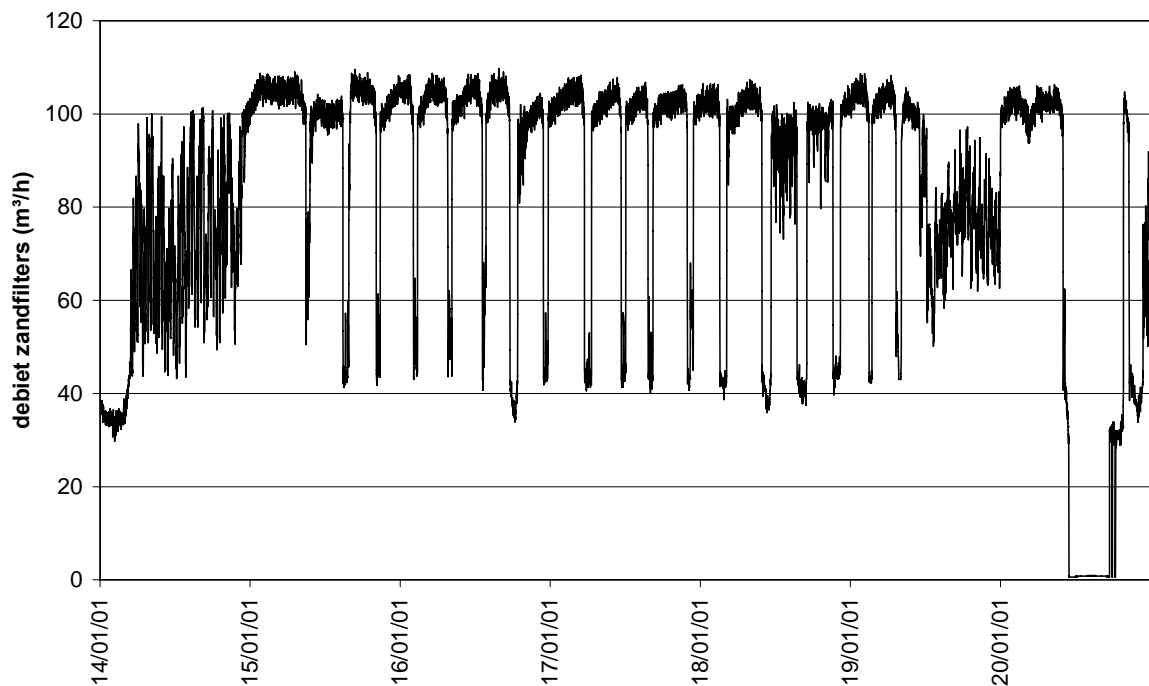
*Tabel 3.4: Overzicht metingen UV-belichting*

nr	parameter	meter
24	elektriciteitsverbruik van de UV-belichting	aantijd pomp tussen buffertank V03 en de buffertank van de productie

## 4 TECHNISCHE EVALUATIE

### 4.1 Polijstingsfiltratie en vlokkingfiltratie

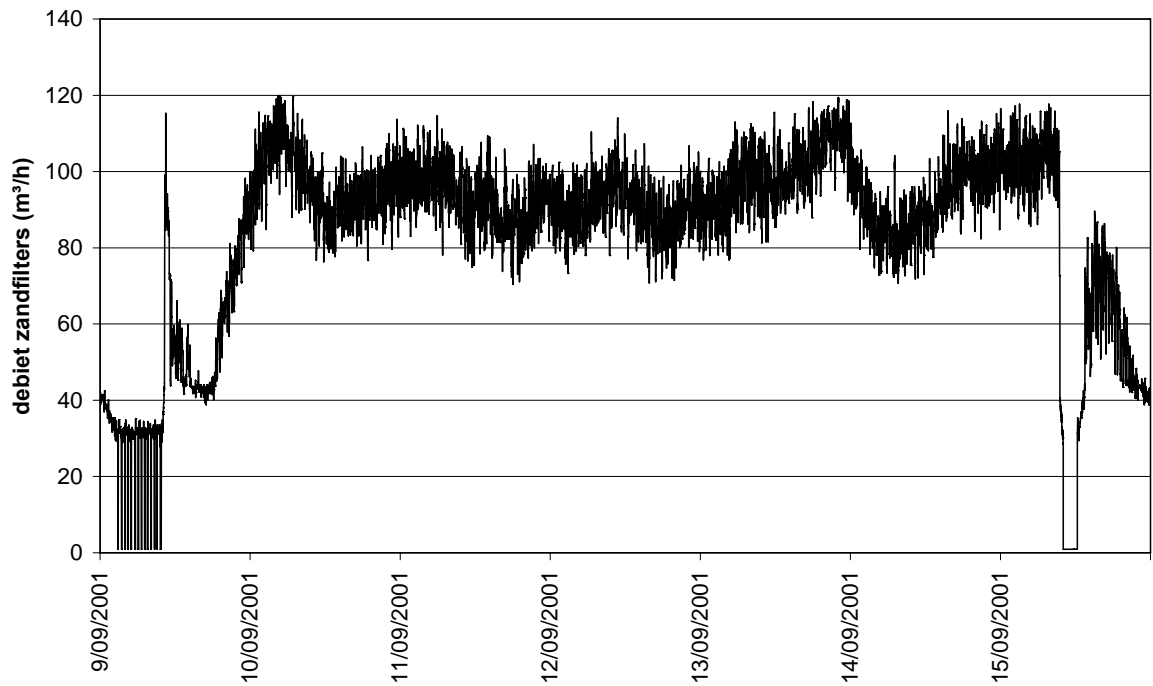
De debieten over de filters werden gemeten gedurende een periode van december 2000 tot en met november 2001. Figuur 4.1 en figuur 4.2 tonen een overzicht van de debieten gedurende een week (zondag tot en met zaterdag) uit een wintermaand (januari 2001) en een zomermaand (september 2001).



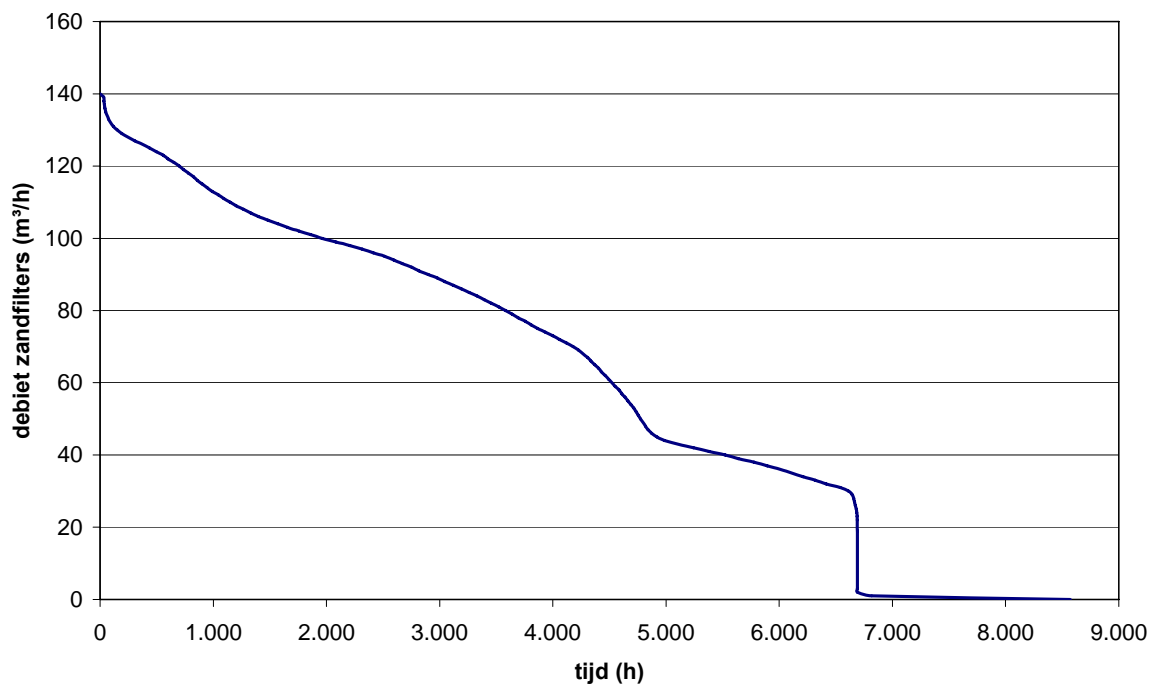
*Figuur 4.1: Debiet over de zandfilters (week uit januari 2001)*

Het debiet varieert sterker in de maand januari 2001 dan in de maand september 2002. Het debiet kan gaan tot 110 à 120 m³/h. Figuur 4.3 geeft de duurcurve van het debiet over de zandfilters. Uit de meetgegevens blijkt dat het piekdebiet over de filters 140 m³/h was. Daarnaast was het debiet meer dan 100 m³/h gedurende 1.962 h en meer dan 50 m³/h gedurende 4.776 h. Gedurende de helft van het jaar (4.380 h) was het debiet hoger dan 65 m³/h.

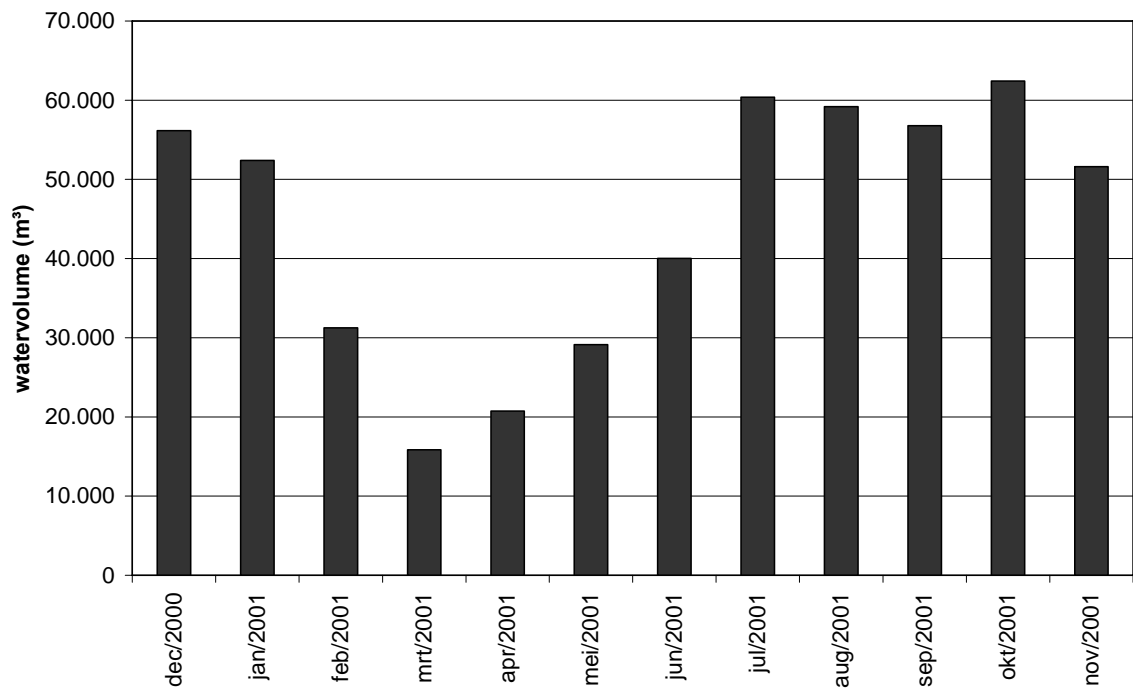
Figuur 4.4 geeft een overzicht van de hoeveel afvalwater dat gezuiverd werd door de filters op maandbasis. Gedurende de meetperiode werd in totaal 535.970 m³ afvalwater verwerkt door de filters. In de maand maart 2001 was het volume het laagst (15.850 m³/maand), in de maand oktober 2001 was het volume het hoogst (62.439 m³/maand). Het gemiddelde op maandbasis is 44.664 m³/maand. De cijfers worden weergegeven in bijlage I.



*Figuur 4.2: Debiet over de zandfilters (week uit september 2001)*



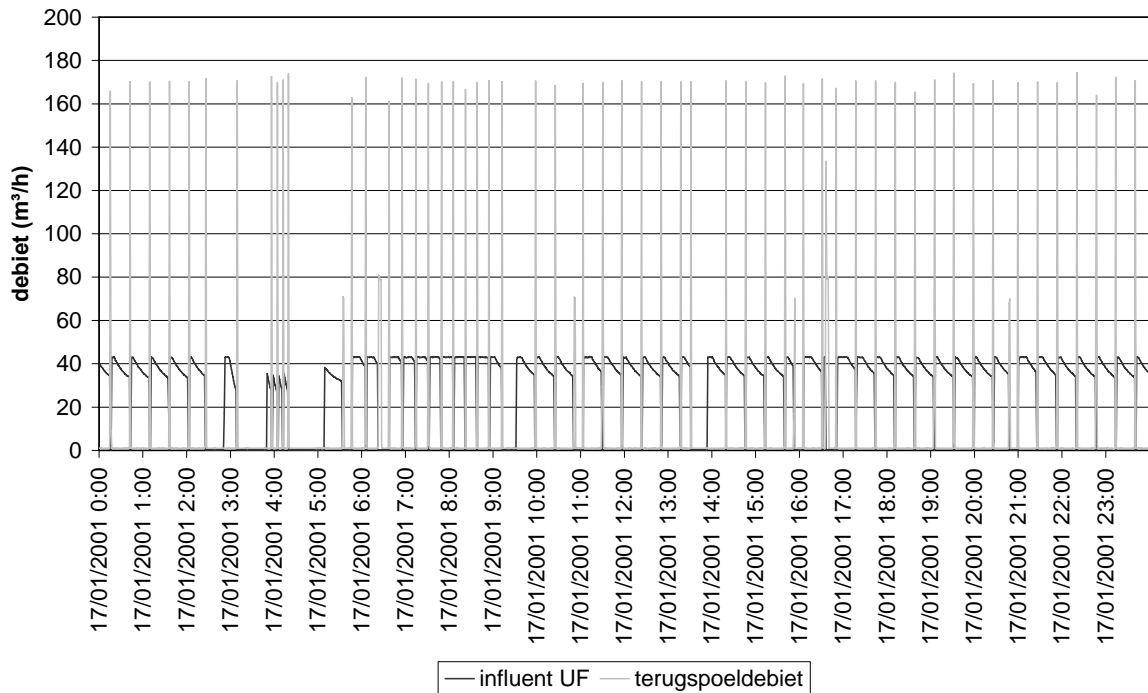
*Figuur 4.3: Duurcurve van het debiet over de zandfilters*



*Figuur 4.4: Afvalwatervolume verwerkt door de filters*

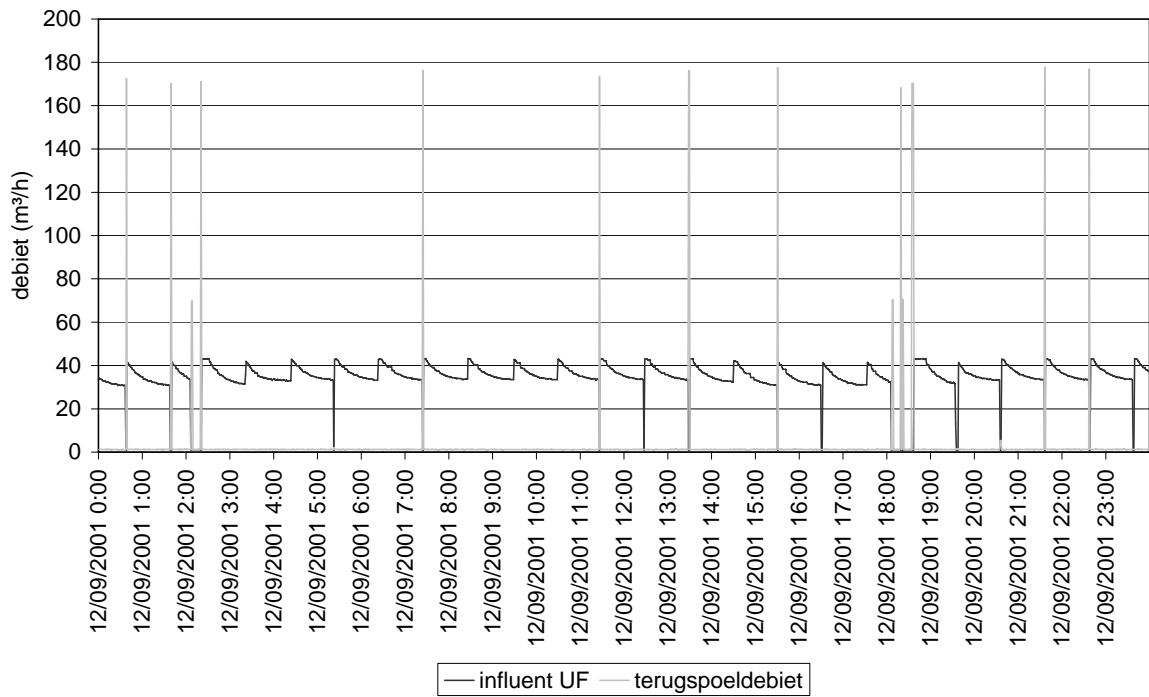
## 4.2 Ultrafiltratie (UF)

Figuur 4.5 en 4.6 geven het verloop van het influent debiet en het terugspoeldebiet van de ultrafiltratie tijdens een dag in januari 2001 en september 2001.

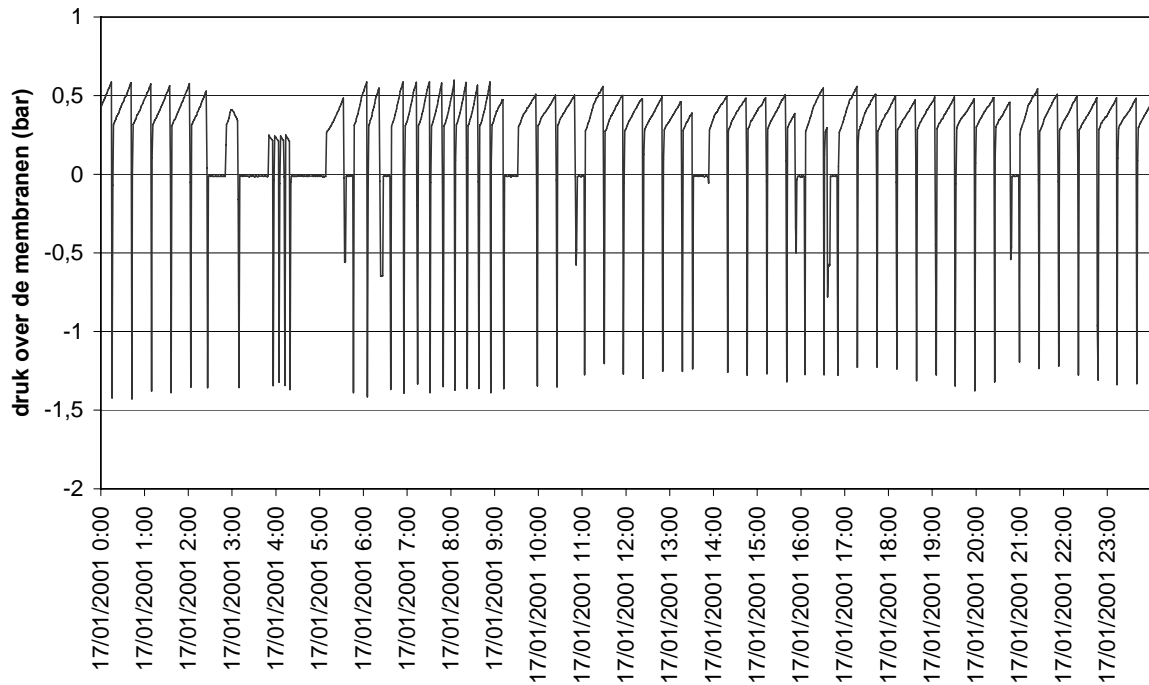


*Figuur 4.5: Influentdebiet en terugspoeldebiet UF op woe 17/01/2001*

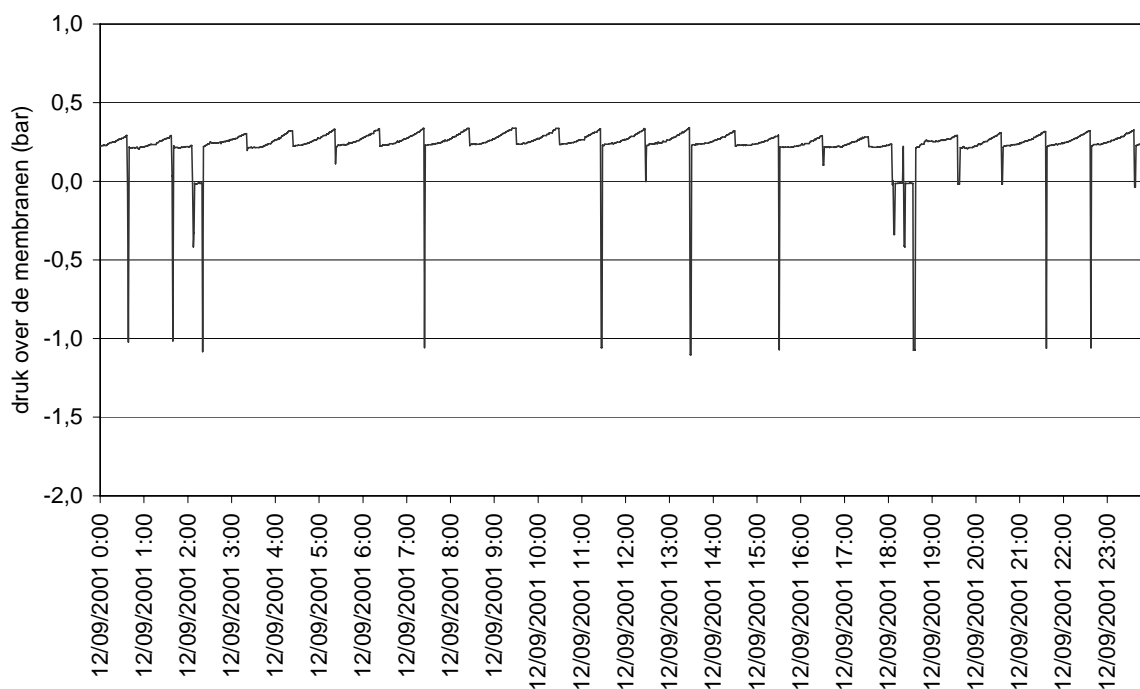
Het gemiddeld influentdebiet varieert rond  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Door vervuiling van de UF neemt het debiet af in functie van de tijd. Indien het debiet te laag wordt (of de druk te hoog), dan worden de membranen gereinigd. Het terugspoeldebiet ligt rond  $170 \text{ m}^3/\text{h}$ . De frequentie van terugspoelen ligt beduidend hoger bij de winterdag (ongeveer elk half uur) tegenover de zomerdag (ongeveer elk uur). Figuur 4.7 en figuur 4.8 geeft een overzicht van de gemiddelde druk over de membranen tijdens een dag in januari 2001 en september 2001. Tijdens de dag in januari 2001 bedroeg de druk over de membranen net voor spoeling  $0,5 \text{ bar}$  à  $0,6 \text{ bar}$ . Bij reiniging is de druk ongeveer  $-1,5 \text{ bar}$  over de membranen. Tijdens de dag in september 2001 was de druk net voor reiniging  $0,34 \text{ bar}$  en bij reiniging  $-1,1 \text{ bar}$ . Op de figuren kan duidelijk het cyclische verloop gezien worden. De hogere drukken in januari hebben waarschijnlijk te maken met een lagere temperatuur van het water en dus een hogere viscositeit.



Figuur 4.6: Influentdebit en terugspoeldebit UF op woe 12/09/2001



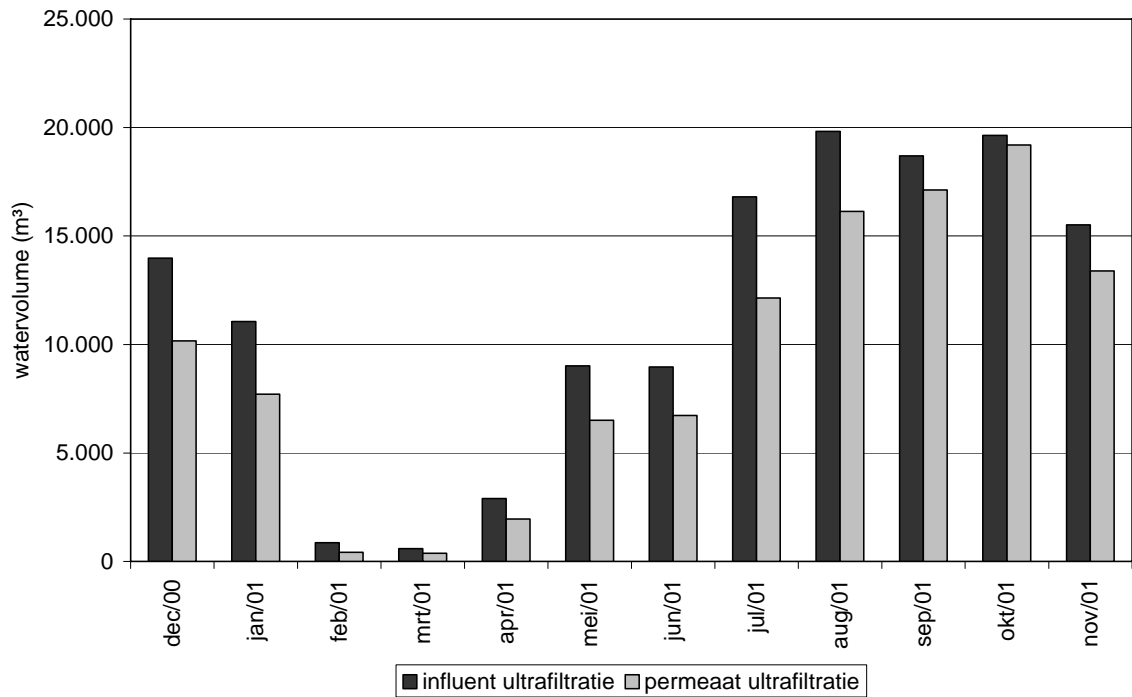
Figuur 4.7: Drukval over de membranen UF op woe 17/01/2001



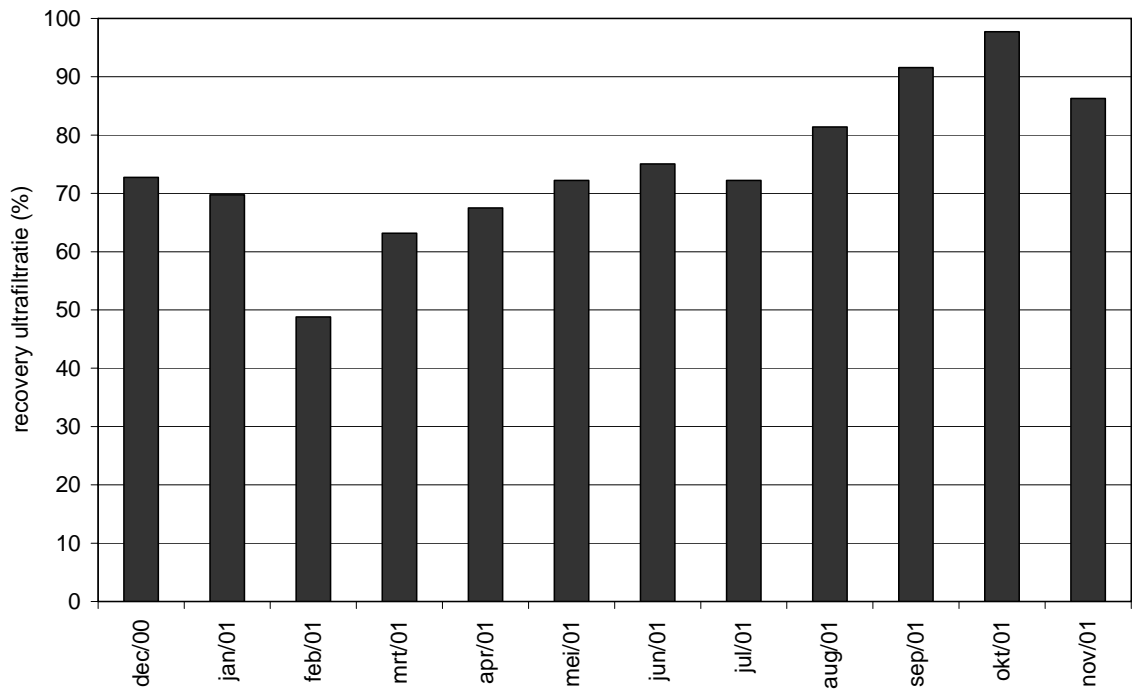
*Figuur 4.8: Drukval over de membranen UF op woe 12/09/2001*

Figuur 4.9 geeft een overzicht op maandbasis van het influentvolume en het netto permeaatvolume van de ultrafiltratie over de meetperiode. Over de meetperiode bedroeg het influentvolume  $137.841 \text{ m}^3$  en het netto permeaatvolume  $111.839 \text{ m}^3$ . Het maximale influentvolume op maandbasis werd gemeten in de maand augustus 2001 ( $19.825 \text{ m}^3$ ) en het maximale netto permeaatvolume werd gemeten in de maand oktober 2001 ( $19.195 \text{ m}^3$ ). De laagste influent- en permeaatvolumes werden gemeten in de maanden februari 2001, maart 2001 en april 2001. Tijdens deze maanden is er ook nauwelijks productie. Figuur 4.10 geeft een overzicht van de recovery van de installatie op maandbasis. Het recovery wordt hierbij gedefinieerd als de verhouding tussen het netto permeaatvolume en het influentvolume. Over de ganse meetperiode bedroeg de gemiddelde recovery van de ultrafiltratie 81,1%. De recovery lag het laagst tijdens de “stille” productiemaanden februari, maart en april 2001. De hoogste recovery werd opgetekend tijdens de maanden augustus, september, oktober en november 2001 met als uitschieter oktober 2001 (97,7%). Figuur 4.11 geeft een overzicht van de drukken over de membranen bij normale werking (gemiddelde en maximum) en bij terugspoelen (gemiddelde en maximum). Bij normale werking ligt de druk gemiddeld tussen 0,21 bar en 0,40 bar met een maximum van 0,60 bar. Bij het terugspoelen is de druk gemiddeld -0,78 bar à -0,98 bar met een piek tot -1,40 bar. De cijfers worden weergegeven in bijlage II. Gezien de recovery en de productievolumes van de ultrafiltratie lager liggen in de wintermaanden kan overwogen worden om de installatie volledig af te schakelen en volledig over te gaan op grondwater of stadswater.

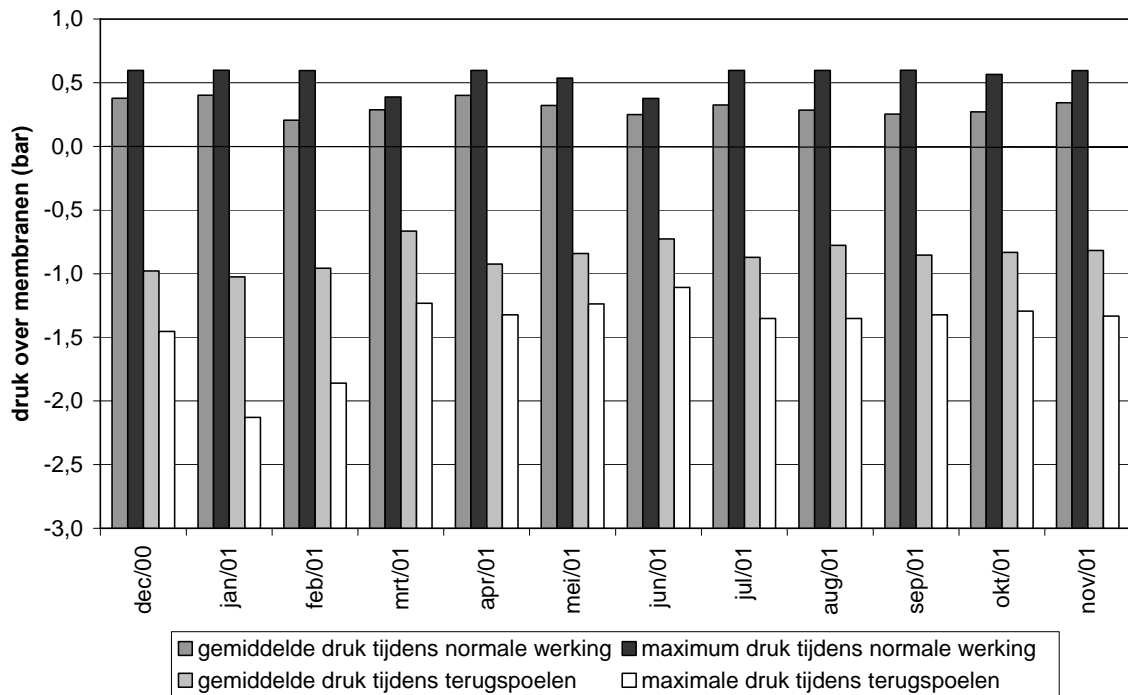




Figuur 4.9: Influent en permeaat ultrafiltratie op maandbasis

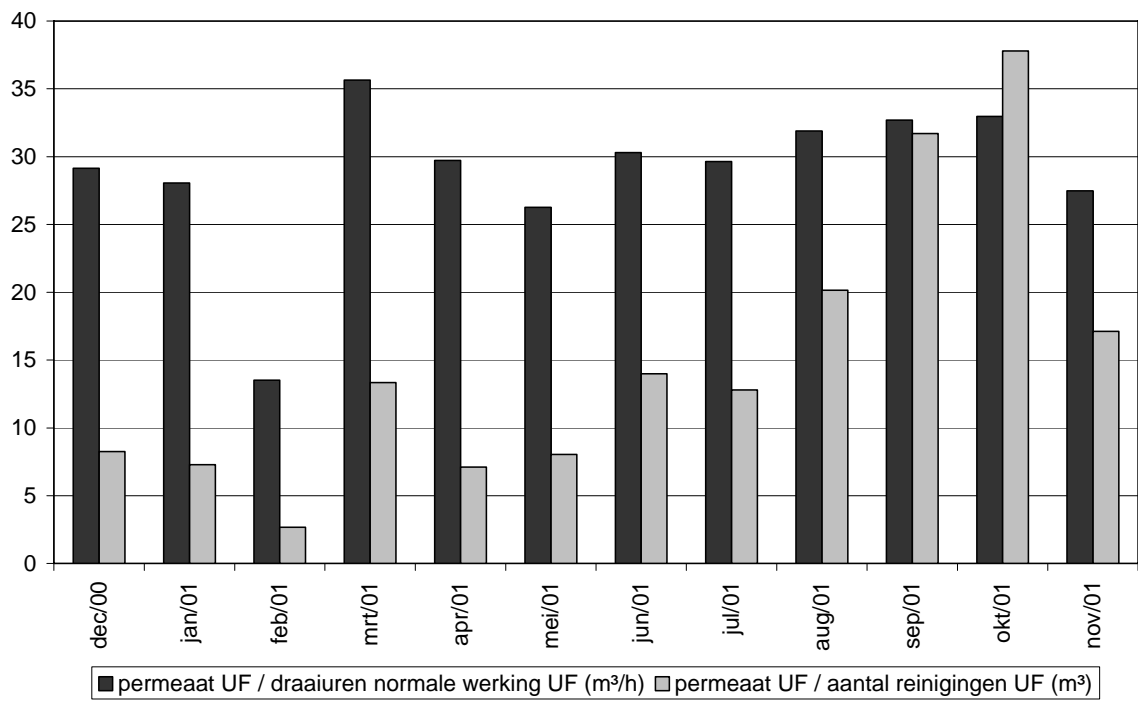


Figuur 4.10: Recovery van de ultrafiltratie op maandbasis



*Figuur 4.11: Druk over membranen*

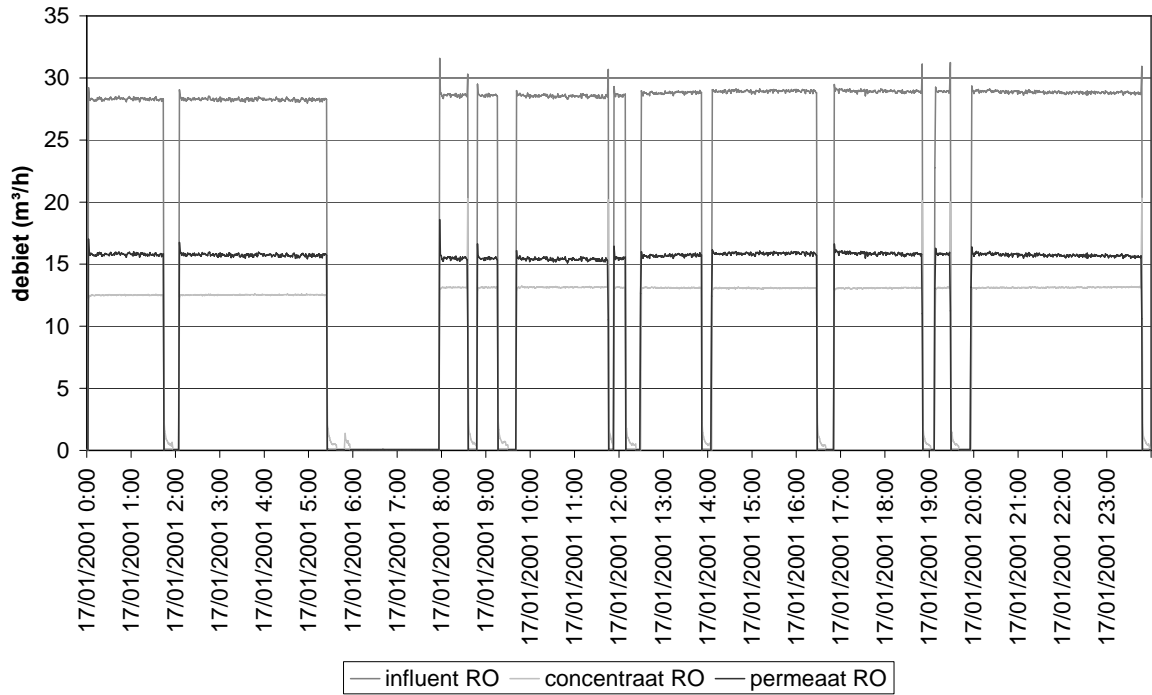
De installatie heeft over de meetperiode van één jaar in het totaal 3.710 draaiuren (normale werking) gemaakt en gedurende 270 uren werd er gereinigd. In totaal werd 7.621 keren per jaar gereinigd door terugspoelen. Figuur 4.12 geeft een overzicht van (1) de verhouding van het netto permeaat en het aantal draaiuren (normale werking) en (2) de verhouding van het netto permeaat en het aantal terugspoelingen) en dit telkens op maandbasis. Uit deze gegevens blijkt dat de installatie voor de meeste maanden een gemiddeld debiet aan permeaat heeft tussen 26 m<sup>3</sup>/h en 33 m<sup>3</sup>/h. Verder blijkt voor de meeste maanden een terugspoeling nodig is na productie van 7 m<sup>3</sup> à 20 m<sup>3</sup> netto permeaat. Terugspoelingen zijn frequenter nodig bij de wintermaanden dan bij de zomermaanden. De cijfers worden weergegeven in bijlage II.



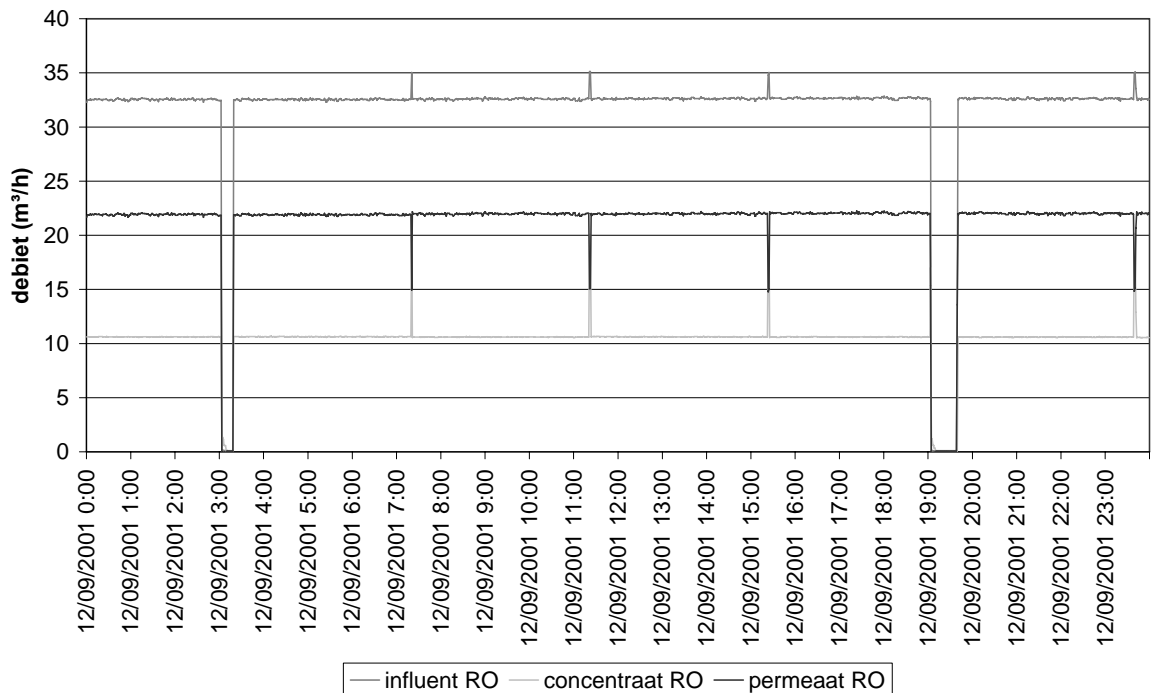
*Figuur 4.12: Overzicht aantal kengetallen bij de UF*

### 4.3 Omgekeerde osmose (RO)

Figuur 4.13 en figuur 4.14 geven een overzicht van de RO debieten (influentdebiet, concentraat, permeaat) van een dag in januari 2001 en een dag in september 2001.

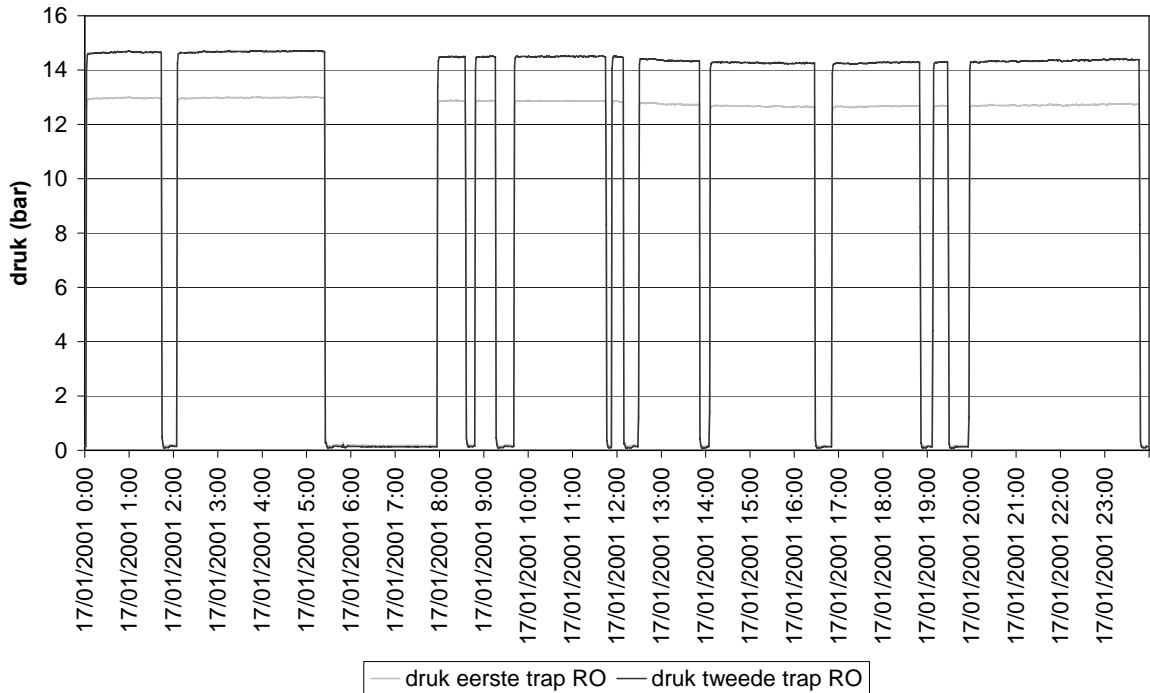


Figuur 4.13: Debieten RO op een woensdag in januari 2001

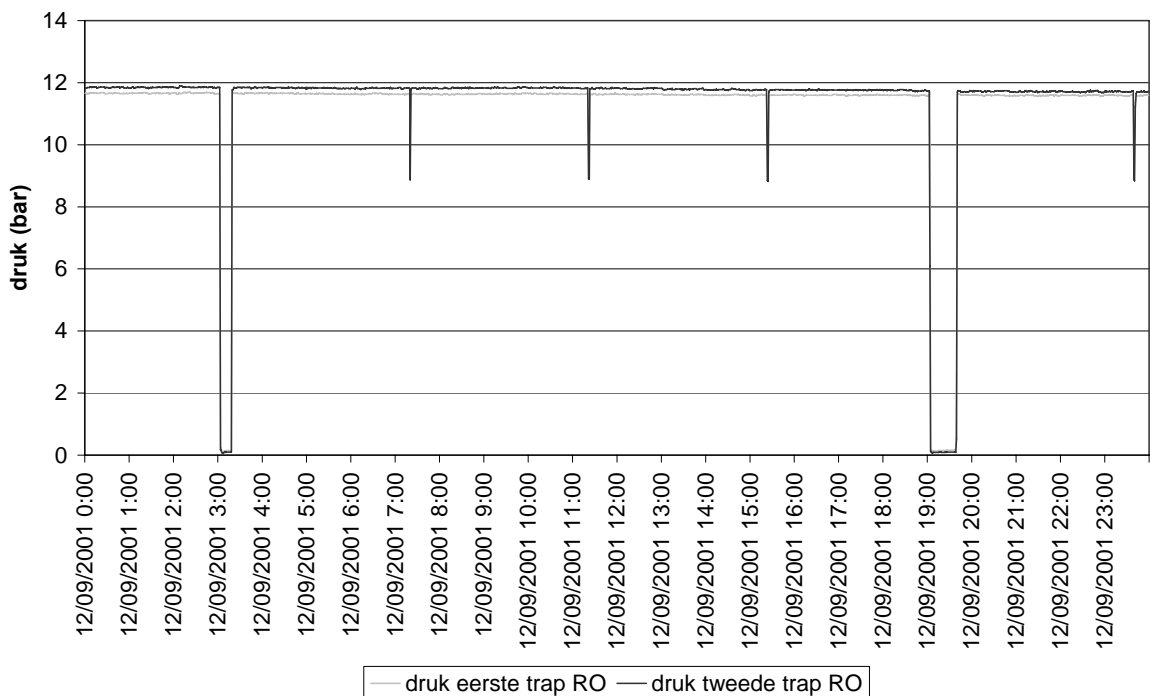


Figuur 4.14: Debieten RO op een woensdag in september 2001

Tijdens de dag van januari 2001 lag het influentdebiet rond 28 m<sup>3</sup>/h, het debiet aan permeaat rond 16 m<sup>3</sup>/h en het debiet aan concentraat rond 12 m<sup>3</sup>/h. Gedurende de dag van september 2001 waren de debieten respectievelijk 32 m<sup>3</sup>/h, 22 m<sup>3</sup>/h en 10 m<sup>3</sup>/h. De omgekeerde osmose werkte gedurende die zomerdag met minder onderbrekingen. In de wintermaanden ligt de temperatuur van het water lager waardoor de viscositeit stijgt en de capaciteit afneemt.

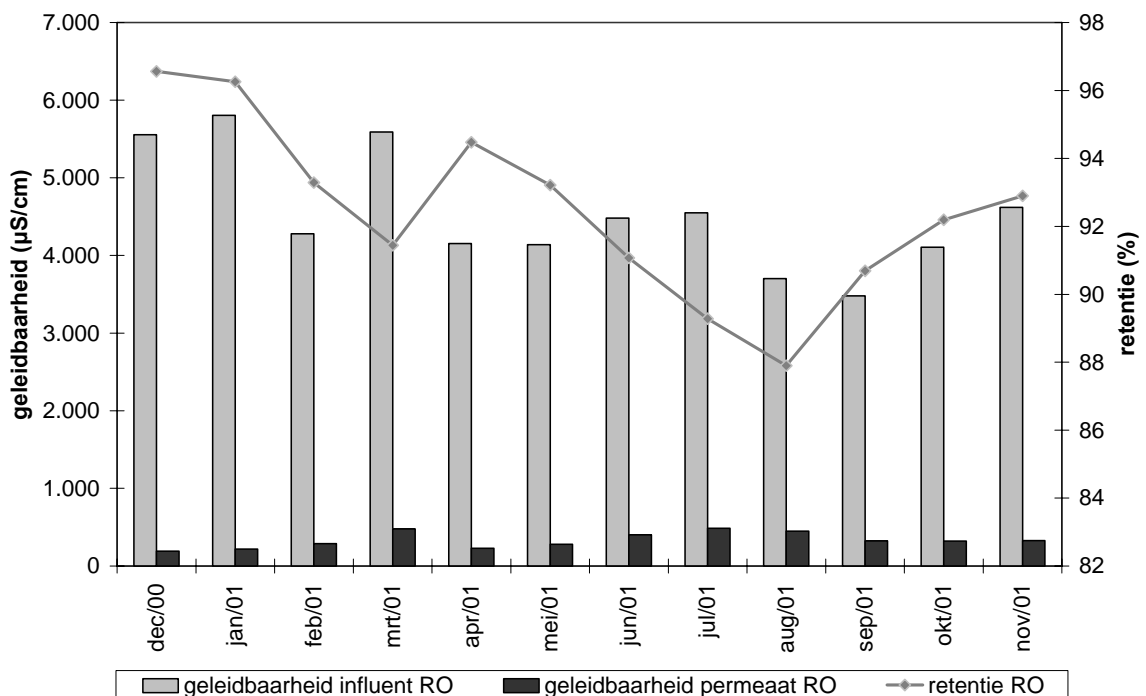


*Figuur 4.15: Druk RO op woe 17 januari 2001*



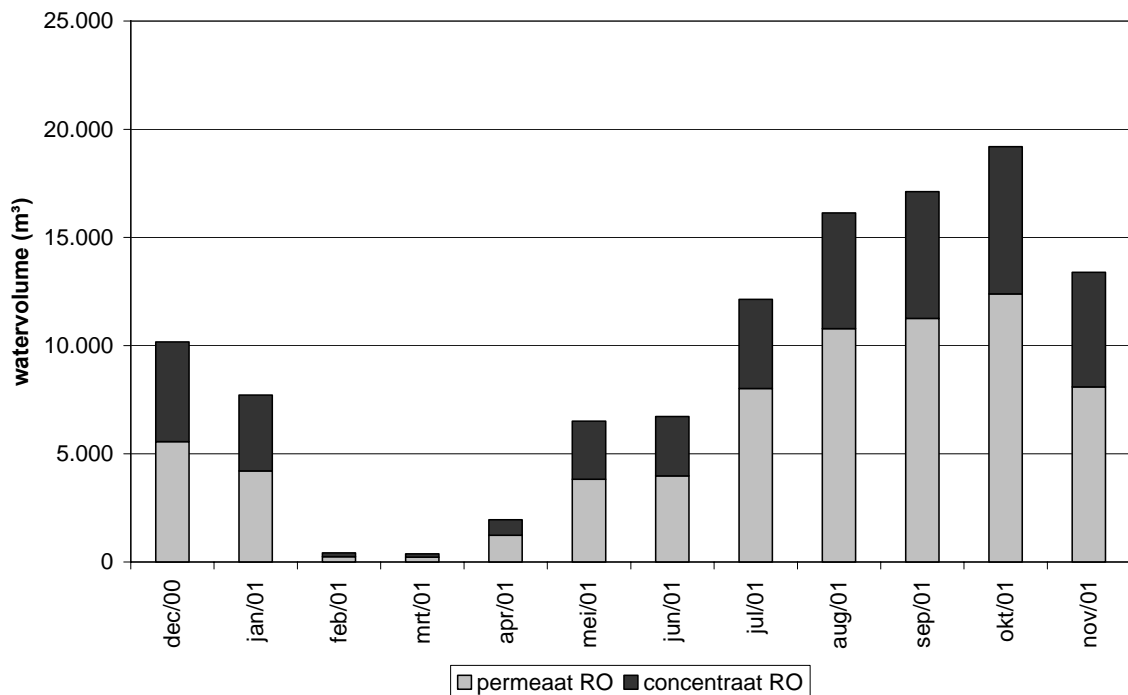
*Figuur 4.16: Druk RO op woe 12 september 2001*

Figuur 4.15 en 4.16 geven het verloop van de druk in de eerste trap en de tweede trap bij een dag in januari en een dag in september. De drukken in januari ligt voor beide trappen hoger dan de drukken in september. Dit is logisch aangezien de drukken afhankelijk zijn van de actuele watertemperatuur, die hoger is in september dan in januari. Bovendien is het verschil tussen beide drukken lager in september dan in januari. Figuur 4.17 geeft een overzicht van de gemiddelde geleidbaarheid van het influentwater en het permeaat op maandbasis en dit tijdens de werking van de installatie. De gemiddelde waarden van het influent op maandbasis liggen tussen 3.478  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 5.803  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Voor het permeaat liggen de gemiddelde waarden op maandbasis tussen 191  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 488  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De retentie ligt tussen 88% en 97%. De cijfers worden weergegeven in bijlage III.



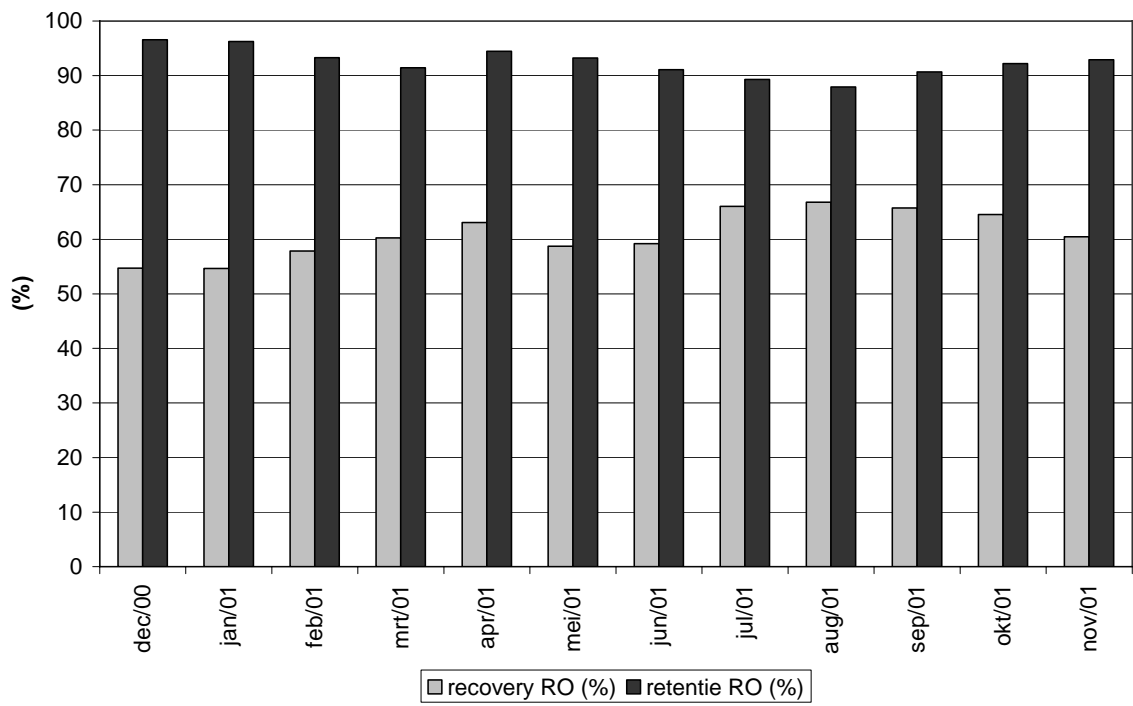
Figuur 4.17: Geleidbaarheid influent en permeaat RO tijdens werking op maandbasis

De omgekeerde osmose installatie werd over de meetperiode 2.115 keer opgestart waarbij 3.639 draaiuren gemaakt werden. Het totale influentvolume bedroeg 111.839  $\text{m}^3/\text{jaar}$  en het permeaatvolume bedroeg 69.819  $\text{m}^3/\text{jaar}$ . Het totale volume aan concentraat was 42.020  $\text{m}^3/\text{jaar}$ . Figuur 4.17 geeft een overzicht op maandbasis.



*Figuur 4.17: Watervolumes RO op maandbasis*

In oktober 2001 heeft de installatie het meeste permeaat geproduceerd (12.388 m<sup>3</sup>/maand). Tijdens de maanden februari, maart en april 2002 werd de installatie weinig gebruikt. Gemiddeld heeft de installatie 5.818 m<sup>3</sup> permeaat per maand geproduceerd met een gemiddelde van 3.502 m<sup>3</sup> concentraat per maand. Figuur 4.18 geeft een overzicht van de recovery (verhouding tussen het permeaat en het influentvolume) van de omgekeerde osmose op maandbasis. De laagste recovery werd opgetekend in januari 2001 (54,6%) en de hoogste recovery werd gemeten in augustus 2001 (66,8%). De gemiddelde recovery op jaarbasis bedroeg 62,4%. De cijfers worden weergegeven in bijlage III.

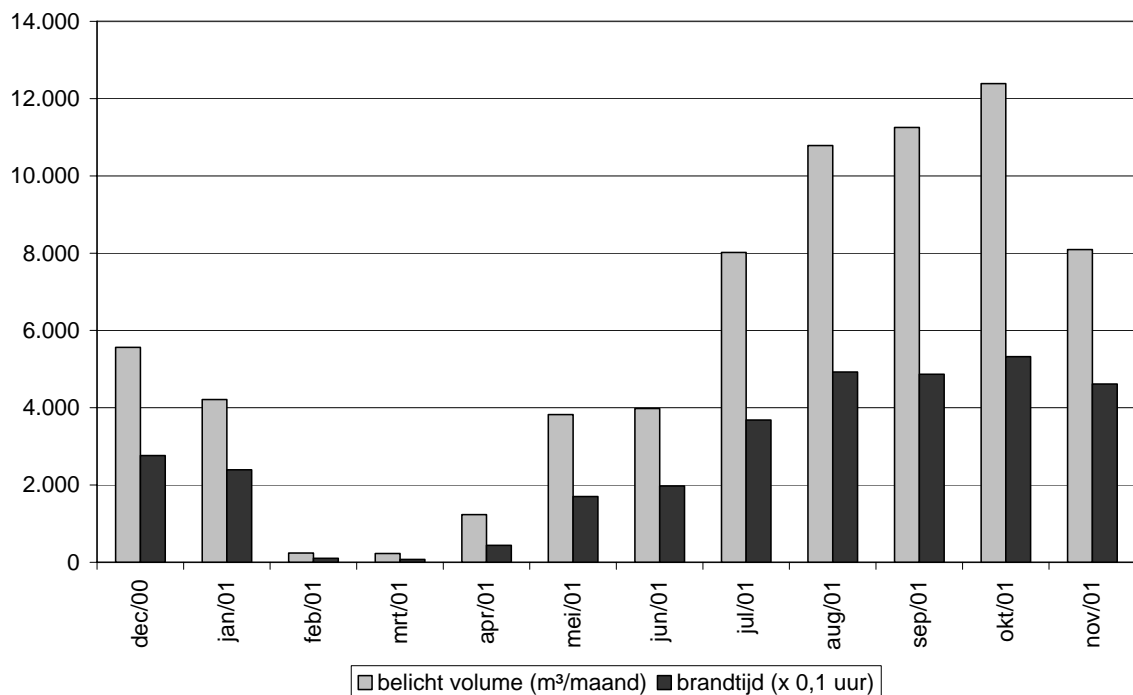


*Figuur 4.18: Recovery en retentie van de omgekeerde osmose op maandbasis*



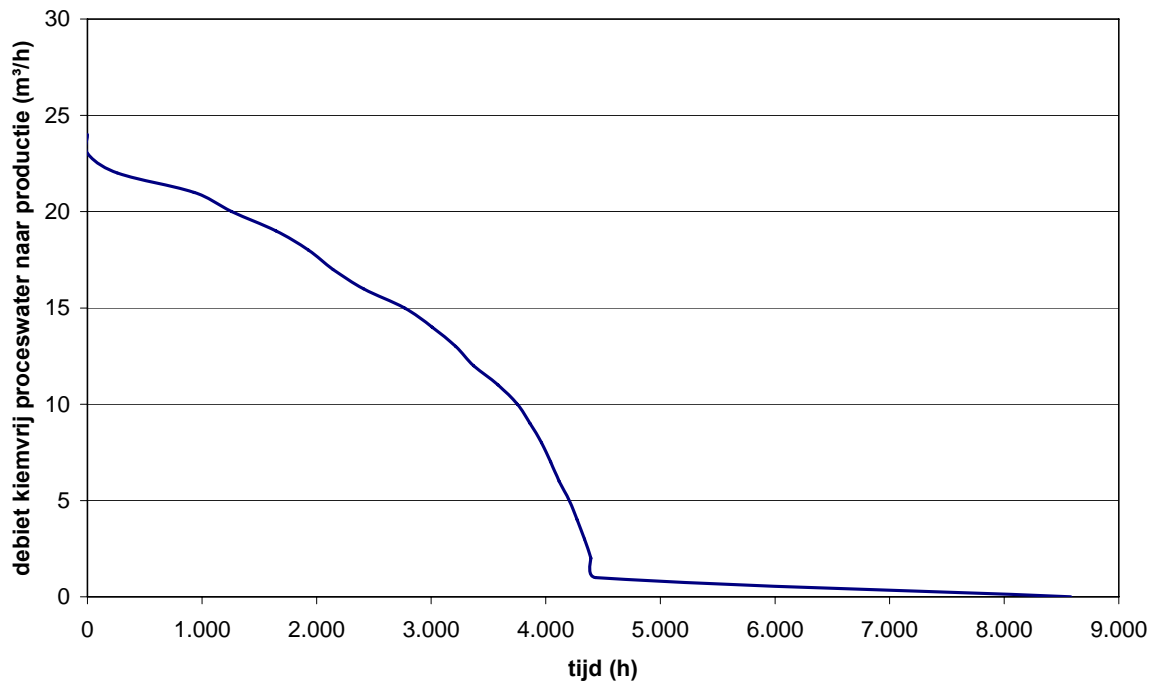
#### 4.4 UV-belichting

De UV-belichting werd over de meetperiode in totaal 664 keer ingeschakeld, heeft 69.819 m<sup>3</sup>/jaar belicht gedurende 3.287 werkingsuren. De gemiddelde werkingstijd bedroeg 5,0 uren per inschakeling en het gemiddelde debiet bij werking was 21,2 m<sup>3</sup>/h. Figuur 4.19 geeft een overzicht van de metingen op maandbasis. In de maand oktober 2001 heeft de installatie het meeste belichtingsuren gemaakt (532 uren/maand) en een volume van 12.388 m<sup>3</sup>/maand verwerkt. De cijfers worden weergegeven in bijlage IV.



*Figuur 4.19: Belicht watervolume en brandtijd over de meetperiode (maandbasis)*

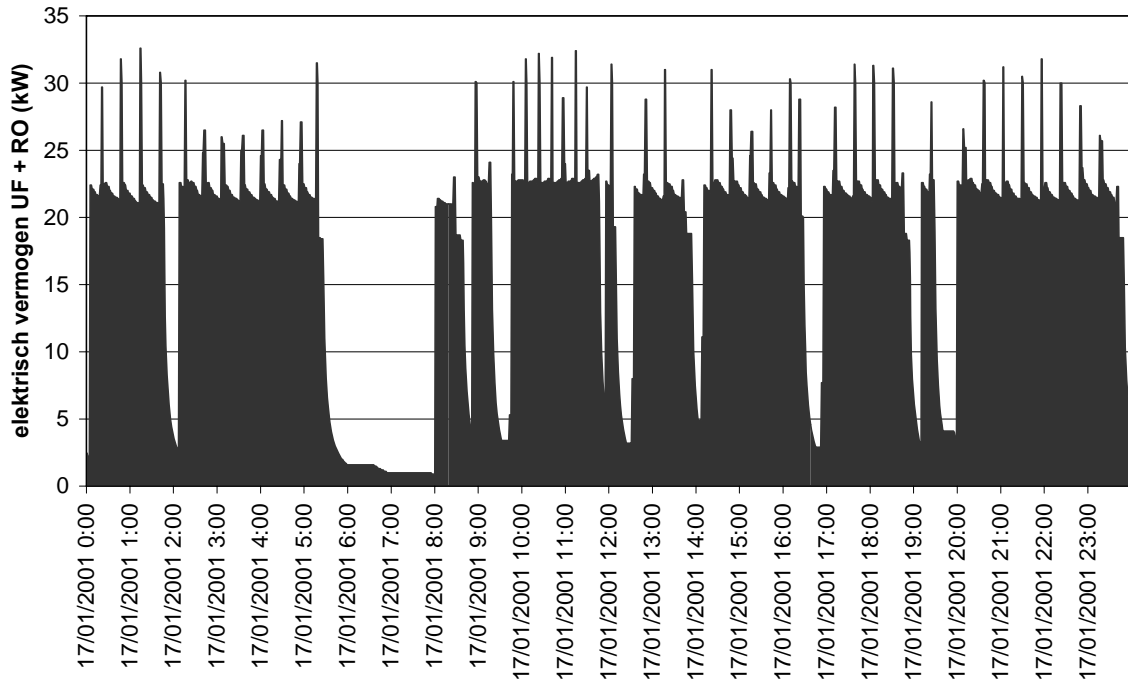
Figuur 4.20 geeft de duurcurve van het verbruik aan kiemvrij proceswater (geproduceerd via deze installatie) weer. Het gevraagde debiet was meer dan 10 m<sup>3</sup>/h gedurende 3.752 uren/jaar. Meer dan 20 m<sup>3</sup>/h werd gevraagd gedurende meer dan 1.258 uren/jaar.



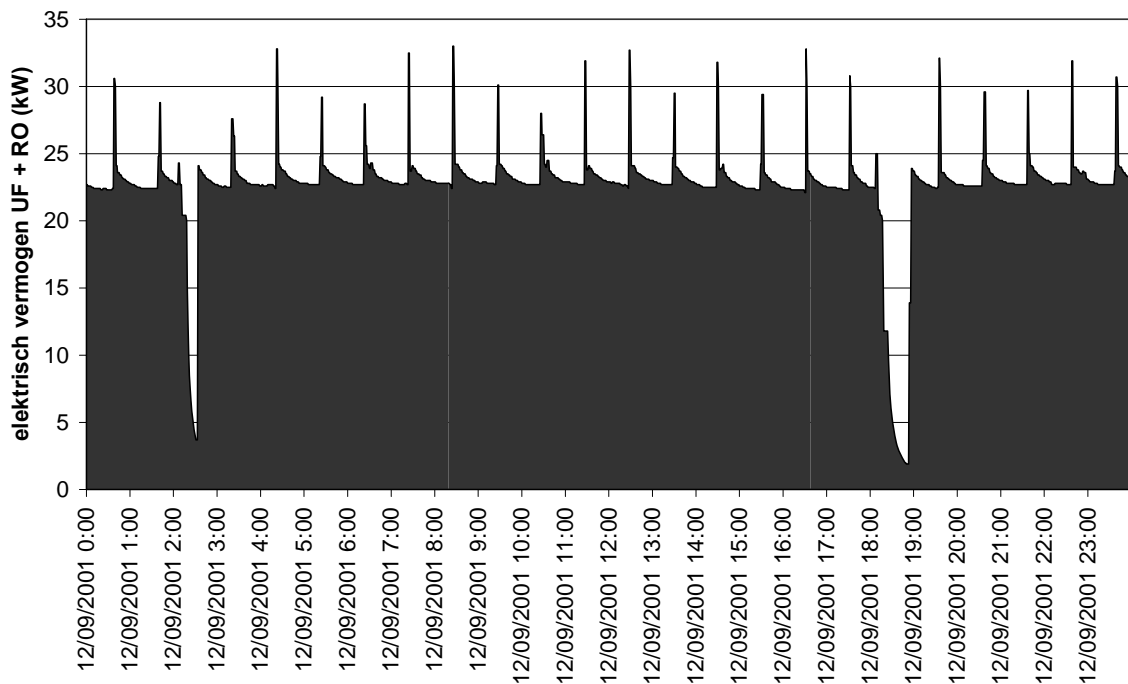
*Figuur 4.20: Duurcurve van het verbruik aan kiemvrij proceswater*

## 4.5 Elektriciteitsverbruik UF, RO en UV-belichting

Het elektriciteitsverbruik van de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose werd gemeten met een ingebouwde elektriciteitsmeter.



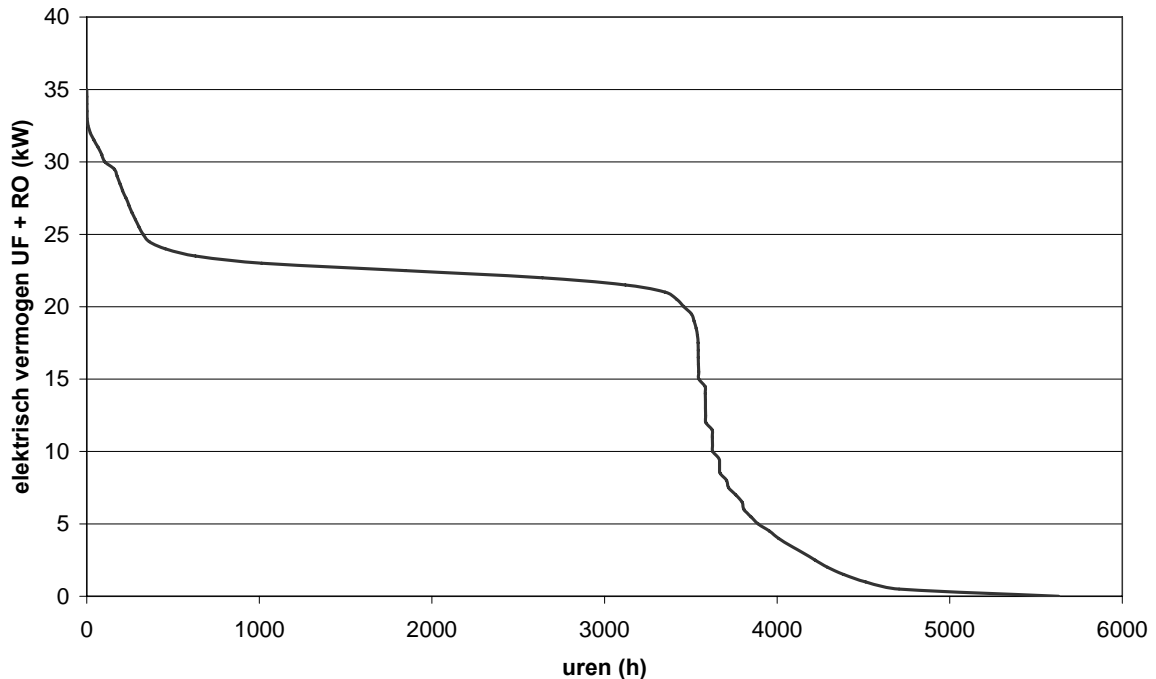
Figuur 4.20: Elektrisch vermogen UF en RO op woensdag 17/01/2001



Figuur 4.21: Elektrisch vermogen UF en RO op woensdag 12/09/2001

Figuur 4.20 en figuur 4.21 geven het elektrisch vermogen in functie van de tijd van de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose (respectievelijk een dag in januari 2001 en een dag in september 2001) (dus zonder het elektrisch vermogen van de UV-belichting).

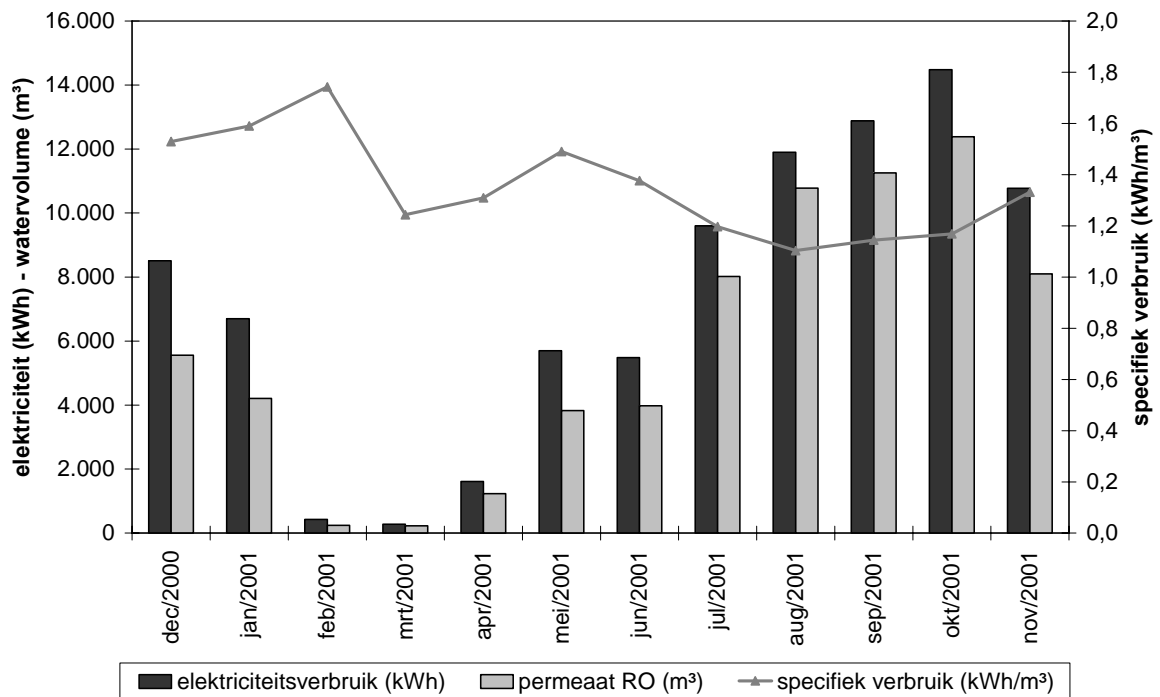
Bij deze figuren ziet men duidelijk aan het verloop van het elektrisch vermogen wanneer de ultrafiltratie in normale werking is (ongeveer 23 kW) en wanneer de installatie gereinigd (teruggespoeld) wordt (30 à 33 kW). Bij filterende werking daalt het elektrisch vermogen bij toenemende drukken.



*Figuur 4.22: Duurcurve van het elektrisch vermogen van de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose*

Figuur 4.22 geeft de duurcurve van het elektrische vermogen van de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose. Uit de metingen blijkt dat het vermogen meer dan 3.000 uren tussen 20 kW en 25 kW ligt.

Het elektriciteitsverbruik van de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose werd gemeten met een ingebouwde elektriciteitsmeter. Het elektriciteitsverbruik van de UV-belichting werd bepaald via de registratie van de brandtijd. Deze tijdsduur werd vermenigvuldigd met het nominale vermogen (480 W) van de lampen. In totaal heeft de installatie 69.819 m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater per jaar geproduceerd. Hierbij werd 88.343 kWh/jaar verbruikt waarvan 86.765 kWh/jaar (98,2%) door de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose en 1.578 kWh/jaar door de UV-belichting. Het specifiek elektriciteitsverbruik van de installatie is 1,27 kWh/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. Het elektriciteitsverbruik van de zandfilters (ongeveer 50 liter/minuut/zandfilter bij een druk van 4 bar [1]) zit hierin niet vervat. De cijfers worden weergegeven in bijlage V.

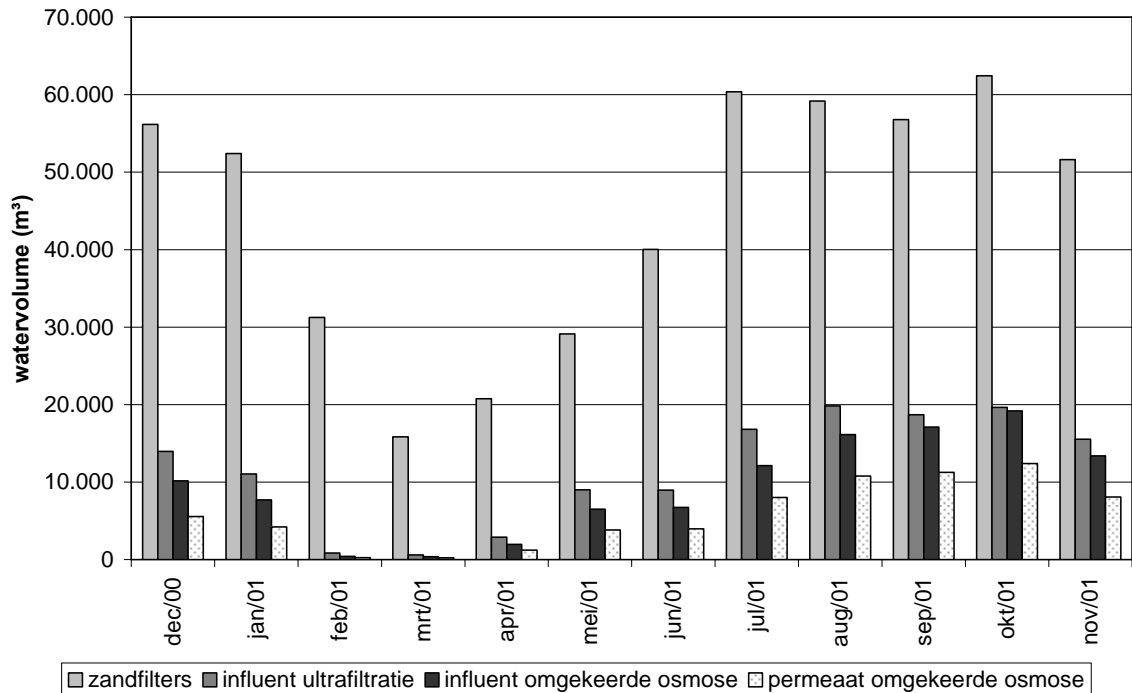


*Figuur 4.24: Elektriciteitsverbruik – waterproductie – specifiek verbruik installatie*

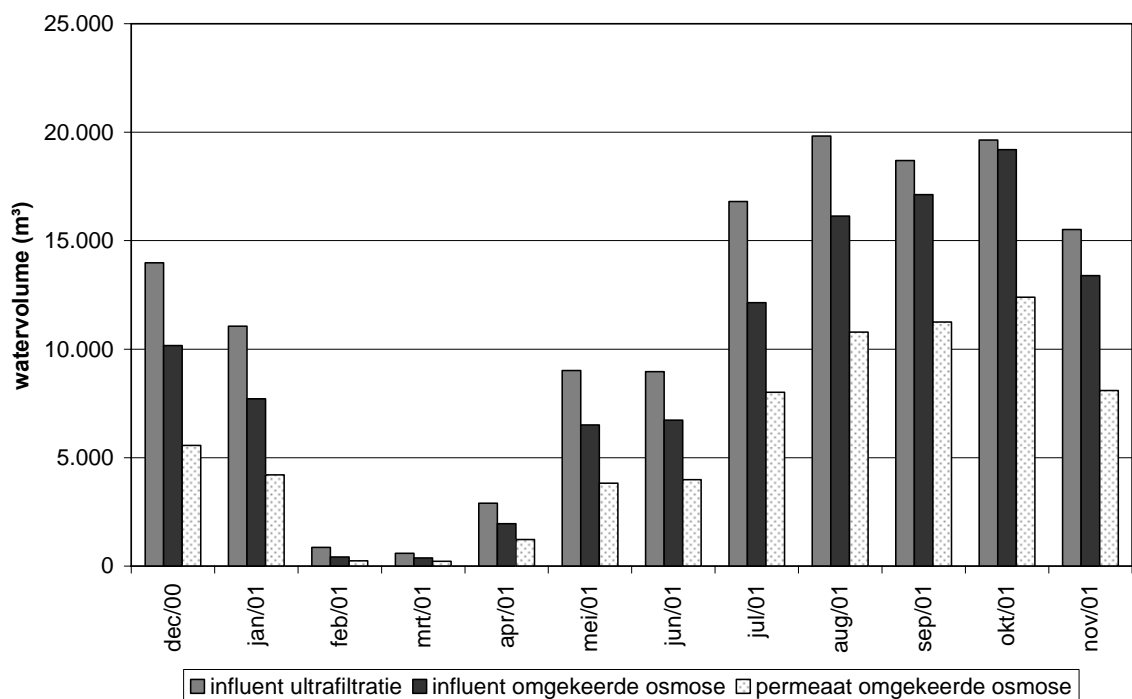
Figuur 4.24 geeft een overzicht op maandbasis van het elektriciteitsverbruik, de geproduceerde hoeveelheid kiemvrij proceswater en het specifiek verbruik van de installatie. In de maand oktober 2001 werd het meeste kiemvrij proceswater geproduceerd (12.388 m<sup>3</sup>/maand) en was het elektriciteitsverbruik het hoogst (14.482 kWh/maand). Het specifiek elektriciteitsverbruik varieerde tussen 1,10 en 1,74 kWh/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. De cijfers worden weergegeven in bijlage V.

## 4.6 Overzicht

Figuren 4.25 (inclusief zandfilters) en 4.26 (exclusief zandfilters) geven een overzicht van de watervolumes op maandbasis.



Figuur 4.25: Overzicht van de watervolumes op maandbasis (inclusief zandfilters)



Figuur 4.26: Overzicht van de watervolumes op maandbasis (exclusief zandfilters)

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de gegevens op jaarbasis.

*Tabel 4.1: Overzicht watervolumes (absoluut en relatief) op jaarbasis*

	volumes (m <sup>3</sup> /jaar)	relatief t.o.v. zandfilters (%)	relatief t.o.v. influent UF (%)	relatief t.o.v. influent RO (%)	relatief t.o.v. permeaat RO (%)
zandfilters	535.970	<b>100</b>	389	479	768
influent UF	137.841	26	<b>100</b>	123	197
influent RO	111.839	21	81	<b>100</b>	160
permeaat RO	69.819	13	51	62	<b>100</b>

Over de meetperiode polijstingsfiltratie en de vlokingsfiltratie 535.970 m<sup>3</sup> afvalwater van de biologische zuivering per jaar verwerkt. Het influent van de ultrafiltratie bedroeg 137.841 m<sup>3</sup>/jaar waarbij netto 111.839 m<sup>3</sup> permeaat/jaar (recovery UF = 81,1%) geproduceerd werd. Uitgaande van dit permeaat van de ultrafiltratie heeft de omgekeerde osmose in totaal 69.819 m<sup>3</sup> permeaat per jaar (recovery RO = 62,4%) geproduceerd. De verhouding van het permeaat van de omgekeerde osmose en het influent van de ultrafiltratie is op jaarbasis gemiddeld 51% (= recovery UF + RO).

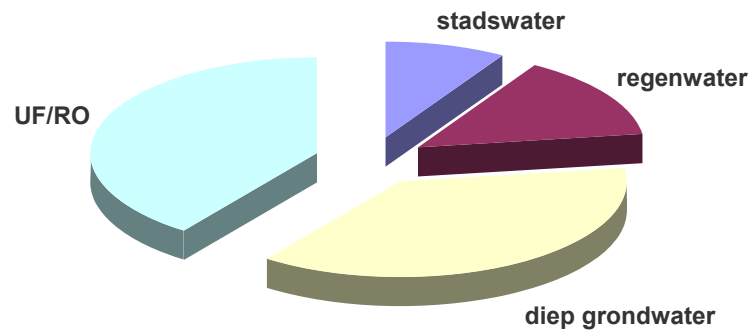
De cijfers worden weergegeven in bijlage.

Tabel 4.2 geeft een overzicht van de waterverbruiken bij Pasfrost in 2001 die opgemeten werden door Hydros.

*Tabel 4.2: Waterverbruik bij Pasfrost in 2001 volgens Hydros*

type	verbruik (m <sup>3</sup> /jaar)	aandeel (%)
stadswater	15.000	9
regenwater	25.000	14
diep grondwater	65.000	37
kiemvrij proceswater UF/RO	70.000	40
totaal	175.000	100

Uit deze metingen van Hydros blijkt dat het grootste deel (40%) van de watervraag bij Pasfrost gedekt wordt door de UF/RO installatie. Op de tweede plaats komt diep grondwater (37%) en op de derde plaats regenwater (14%). Pasfrost verbruikt weinig stadswater (9%). Figuur 4.27 geeft dit verbruik schematisch weer.



*Figuur 4.27: Relatief aandeel type water bij Pasfrost*

Hydros heeft tijdens dit meetjaar diverse metingen uitgevoerd betreffende COD van het water:

- COD na de zandfilters;
- COD permeaat ultrafiltratie
- COD permeaat omgekeerde osmose
- COD concentraat omgekeerde osmose

Tabel 4.3 geeft een overzicht van deze metingen van Hydros.

*Tabel 4.3: Overzicht metingen COD door de firma Hydros*

week in 2001	COD na zandfilters (mg/l)	COD permeaat UF (mg/l)	COD permeaat RO (mg/l)	COD concentraat RO (mg/l)
2	174	134	18	234
20	112	101	15	188
23	75	61	20	-
28	101	84	18	175
32	108	90	-	191
37	89	70	-	168
44	121	89	-	209



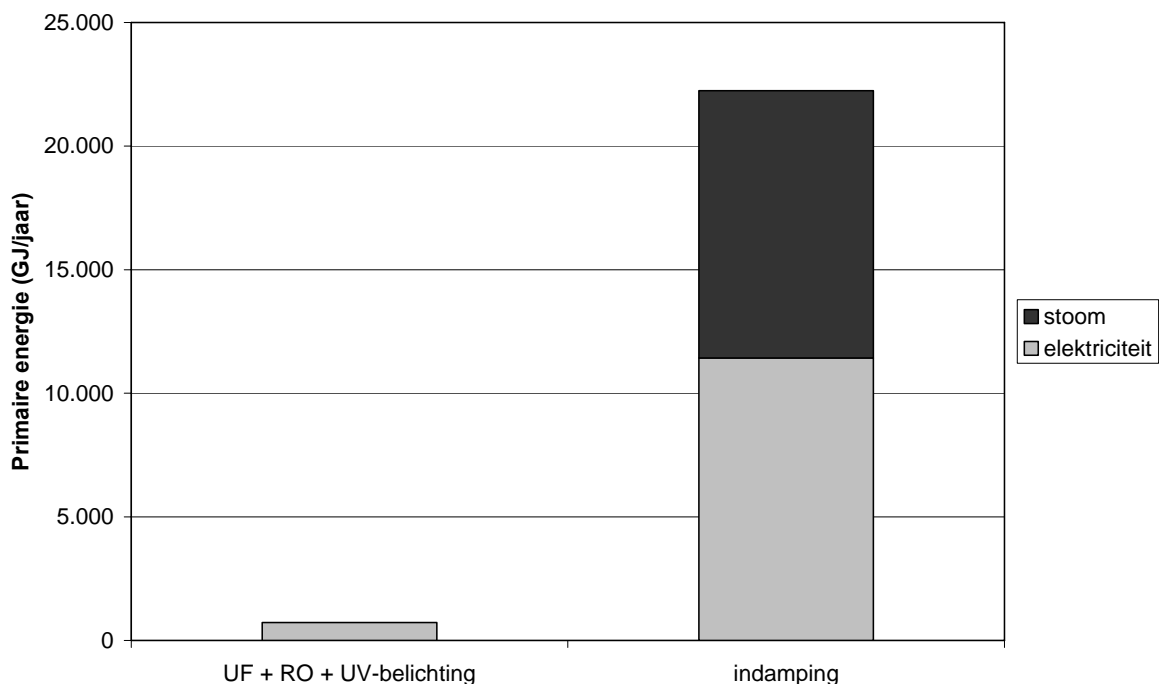
## 5 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN VERMINDERING CO<sub>2</sub>-EMISSIE

### 5.1 Primaire energiebesparing

Voor de bepaling van de besparing op primaire energie wordt de installatie (ultrafiltratie, omgekeerde osmose en UV-belichting) vergeleken met een indampingsinstallatie (falling film evaporator). Hierbij worden de volgende parameters gehanteerd:

- het rendement van een elektriciteitscentrale met fossiele brandstof bedraagt gemiddeld 44%;
- het elektrisch verbruik van een indampingsinstallatie is 20 kWh per m<sup>3</sup> gezuiverd water [2];
- het stoomverbruik van een indampingsinstallatie is 50 kg per m<sup>3</sup> gezuiverd water [2];
- de productie van 1 kg stoom vergt 3.100 kJ primaire energie;
- de stoom wordt geproduceerd met een aardgasketel.

Gedurende de meetperiode produceerde de installatie 69.819 m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater per jaar. Hierbij werd in totaal 88.343 kWh elektriciteit per jaar verbruikt. Hiervoor was 723 GJ/jaar nodig. Indien deze hoeveelheid kiemvrij proceswater zou geproduceerd worden met een indampingsinstallatie, dan zou hiervoor 22.247 GJ primaire energie per jaar nodig geweest zijn (11.425 GJ/jaar voor de elektriciteitsproductie en 10.822 GJ/jaar voor de stoomproductie). Dit wil zeggen dat de primaire energiebesparing 21.524 GJ/jaar is of 96,8% ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).



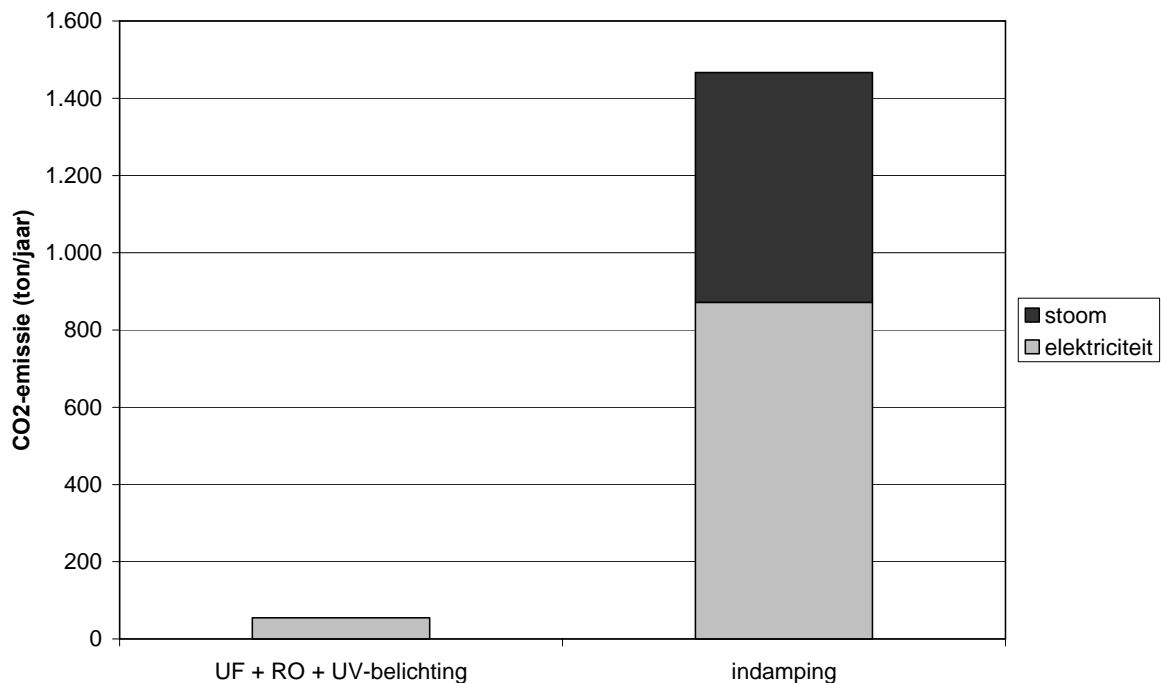
Figuur 5.1: Primair energieverbruik van de installatie en de referentie

## 5.2 Vermindering CO<sub>2</sub>-emissie

Voor de bepaling van de reductie op CO<sub>2</sub>-emissie worden naast de veronderstellingen gemaakt bij de bepaling van de besparingen op primaire energie, de volgende aannames gedaan:

- de emissiefactor bij elektriciteitsproductie bedraagt gemiddeld 624 gr. CO<sub>2</sub> per kWh
- de emissiefactor bij aardgas bedraagt 55 gr. CO<sub>2</sub> per MJ (onderste verbrandingswaarde)

Figuur 5.2 toont de CO<sub>2</sub>-emissie van de installatie en de referentiesituatie voor de meetperiode.



*Figuur 5.2: CO<sub>2</sub>-emissie van de dompelbrander en de referentie over de meetperiode*

Uit de berekeningen blijkt dat de CO<sub>2</sub>-emissie bij deze installatie gelijk is aan 55 ton CO<sub>2</sub>/jaar voor de meetperiode. In de referentiesituatie (indamping), zou de uitstoot van CO<sub>2</sub> over de meetperiode gelijk zijn aan 1.467 ton CO<sub>2</sub>/jaar waarvan 871 ton/jaar door de elektriciteitscentrales en 595 ton/jaar door de stoomketel.

Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 1.411 ton/jaar of 96,2% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).

## 6 ECONOMISCHE EVALUATIE

Voor de economische evaluatie wordt een vergelijking gemaakt tussen (1) deze installatie met ultrafiltratie, omgekeerde osmose en UV-belichting en (2) een indampingsinstallatie. De terugverdientijd wordt bepaald door de investeringskosten van deze installatie te delen door het verschil van (1) de energiebesparing van deze installatie ten opzichte van een indampingsinstallatie en (2) de exploitatiekosten van deze installatie.

De totale investering van de volledige installatie (20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater) bedroeg 873.299 € (exclusief B.T.W.). Hierbij werd de kostprijs voor de zandfilters, de wateropslagtanks, de grondwerken, het gebouw, de hydraulische leidingen, de elektrische installatie en de data-opslag voor de helft in rekening gebracht. Deze investeringen zijn immers gebaseerd op een installatie van 40 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater. De kosten voor de membranen zijn niet in de investeringskosten inbegrepen. Deze kosten zitten vervat in de exploitatiekosten.

De kosten voor het ontwerp en de installatie van de ultrafiltratie, de omgekeerde osmose en de UV-belichting bedroegen 565.034 € (exclusief B.T.W.).

De exploitatiekosten bedroeg 47.802 €/jaar (exclusief B.T.W.). In deze kosten zitten de kosten voor de membranen (levensduur is drie jaar), de chemicaliën en het onderhoud door Hydros en Pasfrost vervat. Bij de kosten voor de chemicaliën werden enkel die kosten meegerekend die rechtstreeks verband hielden met de productie van het kiemvrij proceswater (dosering van PAC bij de zandfilters gebeurt immers ook voor het afvalwater dat niet via deze installatie behandeld werd). Door de installatie reduceerde volgens Hydros [1] de heffingen voor het lozen van het afvalwater met ongeveer 20.000 €/jaar. Ook deze reductie werd (negatief) meegerekend in de totale exploitatiekost.

De elektriciteitskost van de installatie bedroeg 7.204 €/jaar. Bij een indampingsinstallatie zou de elektriciteitskost 103.929 €/jaar geweest zijn en zou de aardgaskost 51.127 €/jaar zijn. De reductie van het energieverbruik ten opzichte van de referentiesituatie (indamping) is dus 147.851 €/jaar (exclusief B.T.W.) waarbij de elektriciteitsfactuur gereduceerd werd met 96.724 €/jaar (exclusief B.T.W.) en de aardgasfactuur met 51.127 €/jaar (exclusief B.T.W.). De kostenprijzen van elektriciteit en aardgas werden bepaald aan de hand van de facturen van Pasfrost over de meetperiode. Hierbij werden enkel de variabele kosten in rekening gebracht. Voor de elektriciteitskosten werd de vermogenterm, de maximale jaarlijkse vermogenterm, de variabele kost tijdens normale en stille uren gebruikt.

Wanneer de totale investering vergeleken wordt met de exploitatiekosten en de besparing op de energiefactuur, dan wordt een terugverdientijd bekomen van 8,7 jaar. Indien de subsidie (247.893,52 €) mee in rekening gebracht wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 6,3 jaar.

De kosten voor een indampingsinstallatie zouden aanzienlijk hoger liggen dan de kosten voor deze installatie met polijstingsfiltratie, vlokingsfiltratie, ultrafiltratie, omgekeerde osmose en UV-belichting. De investeringskosten van Latexco liggen rond 2.300.000 € voor een installatie met een capaciteit van 17 m<sup>3</sup>/h [2] (dus een investeringskost die 2,6 keer hoger ligt voor een capaciteit die 15% lager ligt). De exploitatiekosten van een indampingsinstallatie (chemicaliën, energie, afval en personeel) exclusief de reductie van de heffingen en de recuperatie van water liggen rond 3,77 €/m<sup>3</sup> [2]. De exploitatiekosten en elektriciteitskosten van de installatie bij Pasfrost (exclusief de reductie van de heffingen) ligt rond 1,07 €/m<sup>3</sup>.

Tabel 6.1: Economische evaluatie van het project

Investerings (€)	
grondwerken (50%)	2.603
gebouw (50%)	33.573
hydraulische leidingen (50%)	35.337
elektrische installatie (50%)	37.163
wateropslagtanks (50%)	61.973
data-opslag (50%)	25.005
installatie UF/RO/UV (20 m <sup>3</sup> /h)	565.034
zandfilters (vlokkingsfiltratie (50%))	112.609
<b>Totaal</b>	<b>873.299</b>
Energiekostenbesparing t.o.v. indamping (€/jaar)	
elektriciteitsfactuur	96.724
aardgasfactuur	51.127
<b>Totaal</b>	<b>147.851</b>
Exploitatiekosten van de UF/RO/UV installatie (€/jaar)	
membranen	28.322
chemicaliën (*)	30.685
onderhoud Hydros en Pasfrost (*)	8.627
heffingen (*)	-19.831
<b>Totaal</b>	<b>47.802</b>
Terugverdientijd (exclusief subsidie) (jaar)	8,7
Terugverdientijd (inclusief subsidie) (jaar)	6,3

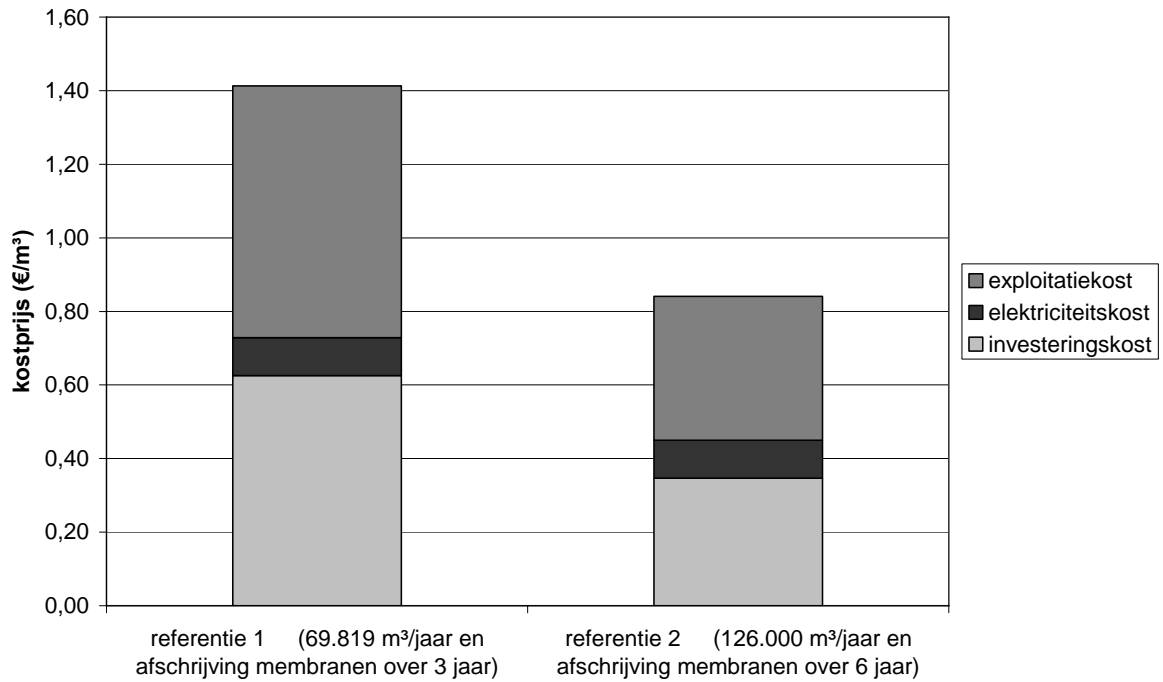
(\*) gegevens verkregen via Hydros

Indien de vermelde investeringen afgeschreven worden over 20 jaar dan bedraagt de totale kostprijs 1,41 €/m<sup>3</sup>. Hierin bedraagt de investering 0,63 €/m<sup>3</sup> (of 44%), de elektriciteitskost 0,10 €/m<sup>3</sup> (of 7%) en de exploitatiekost 0,68 €/m<sup>3</sup> (of 49%).

Indien enkel de exploitatiekosten en de elektriciteitskosten in rekening gebracht worden, dan bedraagt de totale kostprijs 0,79 €/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. Volgens Hydros daalt de kostprijs nog aangezien de membranen waarschijnlijk langer dan drie jaar meegaan (schatting 5 à 6 jaar) en aangezien de productie van de installatie in 2002 hoger zal liggen dan over het meetjaar. De installatie (20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater) werd immers ontworpen voor de productie van 126.000 m<sup>3</sup>/jaar. Over de meetperiode werd 69.819 m<sup>3</sup>/jaar geproduceerd of 55% van het ontwerp. Indien gerekend wordt met een

productie van 126.000 m<sup>3</sup>/jaar kiemvrij proceswater en een levensduur van de membranen van 6 jaar, dan wordt een kostprijs van 0,84 €/m<sup>3</sup> bekomen (afschrijving investering: 0,34 €/m<sup>3</sup> (of 41%); energiekost: 0,10 €/m<sup>3</sup> (of 12%) en exploitatiekost: 0,39 €/m<sup>3</sup> (of 47%)).

Figuur 6.1 geeft deze vergelijking grafisch weer.



*Figuur 6.1: Kostprijs per m<sup>3</sup> van de installatie*

## 7 MENING VAN DE EIGENAAR

### Bondige geschiedenis

Aan de voorstudie van dit project werd heel wat tijd besteed, waarbij de heer Hans Wouters van Astraco een heel belangrijke rol heeft gehad. Uiteindelijk werd na het begin van de proeven die eind 1998 plaatsvonden, in het derde kwartaal van 1999 beslist om de installatie aan te kopen. De opstart vond plaats in juli 2000 om in dat jaar ongeveer 35.000 m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater te gaan produceren. In 2001 heeft Vito de installatie opgevolgd en de productie dat jaar was ongeveer 70.000 m<sup>3</sup> netto. Dit vergde toch redelijk wat inzet van het bedrijf en Hydros. De gezamenlijke inzet werd echter beloond. De installatie blijkt heel betrouwbaar te kunnen werken en in 2002 werd al heel wat kiemvrij proceswater geproduceerd. Het vertrouwen is vrij groot, want in het tweede kwartaal van 2002 werd beslist om de installatie uit te breiden.

### Technische evaluatie

Om eerst het negatieve aspect te vermelden, de volgende korte bemerking: De waterzuiveringsinstallatie moet in staat zijn om het afvalwater op een stabiele manier te gaan zuiveren. Minder goede zuiveringsrendementen benadelen de efficiëntie van de ultrafiltratie enorm. De zandfilters van Astraco kunnen heel wat presteren, doch er zijn natuurlijk grenzen. De grootste problemen (bij lagere effluentkwaliteit) zijn te verwachten bij de ultrafiltratie. Maar als de effluentkwaliteit vrij behoorlijk is, dan ontdekken we duidelijk de voordelen van deze installatie. Van de RO (de ontzoutingsinstallatie) hebben we eigenlijk niet echt veel last ondervonden. Deze installatie blijkt nu onontbeerlijk voor Pasfrost. Door een aanzienlijke hoeveelheid kiemvrij proceswater te produceren met deze installatie daalt het zoutgehalte voor de zuiveringsinstallatie dermate, dat niet alleen de fabriek er wel bij vaart, doch ook de waterzuiveringsinstallatie. Ook de lozingsvracht naar de meetgoot is sterk gedaald, zowel voor de N1 als de N3 factor. Uiteraard hebben de heer Patrick Lafaut en ondergetekende nu heel wat meer ervaring met de installatie en dus kan er veel vlotter en aangepast worden gereageerd om de installatie een maximale efficiëntie te bezorgen.

### Kostenevaluatie

Bij aankoop werd door Astraco de kost geschat op 41 BEF/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. Nu blijkt dat dit cijfer in werkelijkheid veel lager is en ongeveer tussen 25 à 32 BEF/m<sup>3</sup> (naargelang het seizoen). De belangrijkste kost blijkt nog steeds de chemicaliënkost (waterstofchloride en polyaluminiumchloride) te zijn, maar de installatie zelf is in gebruik vrij goed en kosten liggen binnen perken.

## Besluit

Het is ronduit een voorbeeldproject dat in de toekomst nog navolging dient te hebben! Dit project heeft aangetoond dat het mogelijk is om met totale zekerheid kiemvrij proceswater te kunnen produceren afkomstig van gezuiverd effluentwater uit de biologische zuivering. Niettegenstaande de hoge investeringskosten is het mogelijk om minstens 400 m<sup>3</sup> proceswater per dag (gedurende minstens 6,5 dagen per week) te produceren met optimale kwaliteit. Het is zelfs een zeer passend antwoord op de verzilting van de waterlopen omdat op jaarbasis heel wat minder zouten en andere belastende parameters worden geloosd.

André Demolder  
Hydros bvba  
milieucoördinator bij Pasfrost

## 8 BESLUIT

Over de meetperiode van een jaar (december 2000 tot en met november 2001) heeft de installatie in totaal 69.819 m<sup>3</sup>/jaar kiemvrij proceswater geproduceerd wat ongeveer 40% is van de totale proceswatervraag bij Pasfrost. Het totale afvalwatervolume gezuiverd door de zandfilters (polijstings- en vlokingsfiltratie) bedroeg 535.970 m<sup>3</sup>/jaar.

Over de meetperiode bedroeg het influentvolume van de ultrafiltratie 137.841 m<sup>3</sup> en het netto permeaatvolume 111.839 m<sup>3</sup>. Het maximale influentvolume op maandbasis werd gemeten in de maand augustus 2001 (19.825 m<sup>3</sup>) en het maximale netto permeaatvolume werd gemeten in de maand oktober 2001 (19.195 m<sup>3</sup>). De laagste influent- en permeaatvolumes werden gemeten in de maanden februari 2001, maart 2001 en april 2001. Tijdens deze maanden is er ook nauwelijks productie. Over de ganse meetperiode bedroeg de gemiddelde recovery van de ultrafiltratie 81,1%. De recovery lag het laagst tijdens de "stille" productiemaanden februari, maart en april 2001. De hoogste recovery werd opgetekend tijdens de maanden augustus, september, oktober en november 2001 met als uitschieter oktober 2001 (97,7%). Bij normale werking ligt de druk gemiddeld tussen 0,21 bar en 0,40 bar met een maximum van 0,60 bar. Bij het terugspoelen is de druk gemiddeld -0,78 bar à -0,98 bar met een piek tot -1,40 bar.

Het totale influentvolume van de omgekeerde osmose bedroeg 111.839 m<sup>3</sup>/jaar en het permeaatvolume bedroeg 69.819 m<sup>3</sup>/jaar. Het totale volume aan concentraat was 42.020 m<sup>3</sup>/jaar. In oktober 2001 heeft de installatie het meeste permeaat geproduceerd (12.388 m<sup>3</sup>/maand). Wat de geleidbaarheid van het water betreft, liggen de gemiddelde waarden van het influent tussen 3.478 µS/cm en 5.803 µS/cm. Voor het permeaat liggen de gemiddelde waarden op maandbasis tussen 191 µS/cm en 488 µS/cm. De retentie ligt tussen 88% en 97% en de recovery op jaarbasis bedraagt 62,4%.

Voor de productie van dit kiemvrij proceswater bedroeg het elektriciteitsverbruik 88.343 kWh/jaar waarvan 86.765 kWh/jaar (98,2%) door de ultrafiltratie en de omgekeerde osmose en 1.578 kWh/jaar door de UV-belichting. Het specifiek elektriciteitsverbruik van de installatie is 1,27 kWh/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater.

Het primair energieverbruik van de installatie (elektriciteitsproductie) was 723 GJ/jaar. Indien deze hoeveelheid kiemvrij proceswater zou geproduceerd worden met een indampingsinstallatie, dan zou hiervoor 22.247 GJ primaire energie per jaar nodig geweest zijn (11.425 GJ/jaar voor de elektriciteitsproductie en 10.822 GJ/jaar voor de stoomproductie). Dit wil zeggen dat de primaire energiebesparing 21.524 GJ/jaar is of 96,8% ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).

De CO<sub>2</sub>-emissie van deze installatie was aan 55 ton CO<sub>2</sub>/jaar voor de meetperiode. In de referentiesituatie (indamping), zou de uitstoot van CO<sub>2</sub> over de meetperiode gelijk zijn aan 1.467 ton CO<sub>2</sub>/jaar waarvan 871 ton/jaar door de elektriciteitscentrales en 595 ton/jaar door de stoomketel. Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 1.411 ton/jaar of 96,2% gereduceerd werd ten opzichte van de referentiesituatie (indamping).

De totale investering van de volledige installatie (20 m<sup>3</sup>/h kiemvrij proceswater) bedroeg 873.299 € (exclusief B.T.W.). De kosten voor het ontwerp en de installatie van de



ultrafiltratie, de omgekeerde osmose en de UV-belichting bedroegen 565.034 € (exclusief B.T.W.). De exploitatiekosten bedroeg 47.802 €/jaar (exclusief B.T.W.). De reductie van het energieverbruik ten opzichte van de referentiesituatie (indamping) is 147.851 €/jaar (exclusief B.T.W.) waarbij de elektriciteitsfactuur gereduceerd werd met 96.724 €/jaar (exclusief B.T.W.) en de aardgasfactuur met 51.127 €/jaar (exclusief B.T.W.). Wanneer de totale investering vergeleken wordt met de exploitatiekosten en de besparing op de energiefactuur, dan wordt een terugverdientijd bekomen van 8,7 jaar. Indien de subsidie (247.893,52 €) mee in rekening gebracht wordt, dan bedraagt de terugverdientijd 6,3 jaar.

De kosten voor een indampingsinstallatie (zowel de investeringen, de exploitatiekosten als de energiekosten) zouden aanzienlijk hoger liggen dan de overeenkomstige kosten voor deze installatie met vlokkingsfiltratie, ultrafiltratie, omgekeerde osmose en UV-belichting.

Indien de vermelde investeringen afgeschreven worden over 20 jaar, dan bedraagt de totale kostprijs 1,41 €/m<sup>3</sup>. Indien enkel de exploitatiekosten en de elektriciteitskosten in rekening gebracht worden, dan bedraagt de totale kostprijs 0,79 €/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater. Volgens Hydros daalt de kostprijs nog aangezien de membranen waarschijnlijk langer dan drie jaar meegaan en aangezien de productie van de installatie in 2002 hoger zal liggen dan over het meetjaar. Bij een jaarproductie van 126.000 m<sup>3</sup> en een levensduur van de membranen van 6 jaar wordt een kostprijs van 0,84 €/m<sup>3</sup> kiemvrij proceswater bekomen.

**BIJLAGE I : CIJFERS POLIJSTINGSFILTRATIE EN VLOKKINGSFILTRATIE**

	(1) afvalwater- volume verwerkt door polijstings- en vlokkings- filtratie
	m <sup>3</sup>
dec-2000	56.150
jan-2001	52.406
feb-2001	31.257
mrt-2001	15.850
apr-2001	20.744
mei-2001	29.130
juni-2001	40.030
juli-2001	60.386
aug-2001	59.180
sept-2001	56.781
okt-2001	62.439
nov-2001	51.616
<b>total</b>	<b>535.970</b>

**BIJLAGE II : CIJFERS ULTRAFILTRATIE (UF)**

	(2) influent ultrafiltratie	(3) netto permeaat ultrafiltratie	(4) draaiuren filtering	(5) aantal reinigings- beurten	(6) gemiddelde TMD druk bij filtering	(7) maximale TMD druk bij filtering	(8) gemiddelde TMD druk bij reiniging	(9) maximale TMD druk bij reiniging
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	h	aantal	bar	bar	bar	bar
dec-2000	13.976	10.165	349	1.232	0,38	0,60	-0,98	-1,45
jan-2001	11.051	7.709	275	1.058	0,40	0,60	-1,02	-2,13
feb-2001	865	422	31	158	0,21	0,59	-0,96	-1,86
mrt-2001	592	374	10	28	0,29	0,39	-0,67	-1,23
apr-2001	2.895	1.954	66	275	0,40	0,60	-0,92	-1,32
mei-2001	9.017	6.510	248	809	0,32	0,54	-0,84	-1,24
juni-2001	8.963	6.726	222	481	0,25	0,38	-0,73	-1,11
juli-2001	16.811	12.141	410	949	0,33	0,60	-0,87	-1,35
aug-2001	19.825	16.136	506	801	0,28	0,60	-0,78	-1,35
sept-2001	18.689	17.119	524	540	0,25	0,60	-0,85	-1,32
okt-2001	19.638	19.195	582	508	0,27	0,57	-0,83	-1,30
nov-2001	15.518	13.389	487	782	0,34	0,60	-0,82	-1,33
<b>total</b>	<b>137.841</b>	<b>111.839</b>	<b>3.710</b>	<b>7.621</b>				

	(10) aantal draaiuren reiniging UF	(11) gemiddelde filteringstijd UF tussen twee reinigingen =(4)/(5)	(12) verhouding influent UF over draaiuren filtering =(2)/(4)	(13) verhouding permeaat UF over draaiuren filtering =(3)/(4)	(14) verhouding permeaat UF over aantal reinigingen =(3)/(5)	(15) verhouding permeaat UF over influent UF =(3)/(2)
	h	h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
dec-2000	28	0,28	40,1	29,2	8,3	72,7
jan-2001	27	0,26	40,2	28,1	7,3	69,8
feb-2001	5	0,20	27,7	13,5	2,7	48,8
mrt-2001	1	0,37	56,4	35,6	13,3	63,2
apr-2001	6	0,24	44,0	29,7	7,1	67,5
mei-2001	50	0,31	36,4	26,3	8,0	72,2
juni-2001	15	0,46	40,4	30,3	14,0	75,0
juli-2001	32	0,43	41,0	29,6	12,8	72,2
aug-2001	26	0,63	39,2	31,9	20,1	81,4
sept-2001	18	0,97	35,7	32,7	31,7	91,6
okt-2001	17	1,15	33,7	33,0	37,8	97,7
nov-2001	46	0,62	31,9	27,5	17,1	86,3
<b>total</b>	<b>270</b>	<b>0,49</b>	<b>37,2</b>	<b>30,1</b>	<b>14,7</b>	<b>81,1</b>

**BIJLAGE III : CIJFERS OMGEKEERDE OSMOSE (RO)**

	(16) influent RO	(17) permeaat RO	(18) aantal draaiuren RO	(19) aantal starts RO	(20) verhouding permeaat RO over influent RO	(21) gemiddeld influentdebiet RO =(16)/(18)	(22) gemiddeld debiet aan permeaat RO =(17)/(18)	(23) retentie  =[(24)-(25)]/(24)
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	h	aantal	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	%
dec-2000	10.165	5.562	345	241	54,7	16,1	29,5	96,6
jan-2001	7.709	4.212	262	203	54,6	16,1	29,4	96,3
feb-2001	422	244	12	70	57,9	20,7	35,7	93,3
mrt-2001	374	225	10	8	60,2	22,2	36,9	91,4
apr-2001	1.954	1.232	62	65	63,1	20,0	31,7	94,5
mei-2001	6.510	3.824	243	143	58,7	15,7	26,8	93,2
juni-2001	6.726	3.981	224	115	59,2	17,8	30,1	91,1
juli-2001	12.141	8.018	373	413	66,0	21,5	32,6	89,3
aug-2001	16.136	10.783	497	262	66,8	21,7	32,5	87,9
sept-2001	17.119	11.254	536	175	65,7	21,0	31,9	90,7
okt-2001	19.195	12.388	606	123	64,5	20,5	31,7	92,2
nov-2001	13.389	8.095	470	297	60,5	17,2	28,5	92,9
<b>total</b>	<b>111.839</b>	<b>69.819</b>	<b>3.639</b>	<b>2.115</b>	<b>62,4</b>	<b>19,2</b>	<b>30,7</b>	

	(24) gemiddelde geleidbaarheid influent RO bij werking RO	(25) variantie geleidbaarheid influent RO bij werking RO	(26) gemiddelde geleidbaarheid permeaat RO bij werking RO	(27) variantie geleidbaarheid permeaat RO bij werking RO	(28) gemiddelde druk eerste trap RO	(29) gemiddelde druk tweede trap RO
	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$	bar	bar
dec-2000	5.555	± 229	191	± 50	11,3	12,7
jan-2001	5.803	± 317	217	± 81	11,9	13,3
feb-2001	4.279	± 1.304	287	± 156	9,4	10,3
mrt-2001	5.591	± 356	478	± 40	11,3	12,7
apr-2001	4.153	± 420	229	± 85	11,6	13,2
mei-2001	4.138	± 213	281	± 44	11,4	13,1
juni-2001	4.482	± 82	400	± 51	11,7	13,0
juli-2001	4.550	± 262	488	± 21	10,0	10,9
aug-2001	3.701	± 209	448	± 53	10,4	10,9
sept-2001	3.478	± 61	324	± 35	11,7	11,9
okt-2001	4.106	± 319	321	± 47	12,0	12,5
nov-2001	4.621	± 97	328	± 76	12,6	12,8
<b>total</b>						

**BIJLAGE IV : CIJFERS UV-BELICHTING (UV)**

	(30) debiet doorheen UV-belichting	(31) werkingsuren UV-belichting	(32) aantal inschakelingen UV-belichting	(33) gemiddelde werkingstijd na inschakeling UV-belichting =(31)/(32)	(34) gemiddeld debiet bij werking UV-belichting =(30)/(31)
	m <sup>3</sup>	h	aantal	h	m <sup>3</sup> /h
dec-2000	5.562	276	65	4,2	20,1
jan-2001	4.212	239	73	3,3	17,6
feb-2001	244	10	7	1,5	23,6
mrt-2001	225	8	8	1,0	29,0
apr-2001	1.232	44	48	0,9	28,0
mei-2001	3.824	170	96	1,8	22,5
juni-2001	3.981	197	63	3,1	20,2
juli-2001	8.018	369	57	6,5	21,8
aug-2001	10.783	492	53	9,3	21,9
sept-2001	11.254	487	101	4,8	23,1
okt-2001	12.388	532	58	9,2	23,3
nov-2001	8.095	462	35	13,2	17,5
<b>total</b>	<b>69.819</b>	<b>3.287</b>	<b>664</b>	<b>5,0</b>	<b>21,2</b>

**BIJLAGE V : CIJFERS ELEKTRICITEITSVERBRUIK**

	(34) elektriciteits- verbruik UF + RO	(35) elektriciteits- verbruik UV-belichting	(36) totaal elektriciteits- verbruik	(37) kiemvrij proceswater	(38) elektriciteits- verbruik per m <sup>3</sup> kiemvrij proceswater
	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>
dec-2000	8.376	133	8.508	5.562	1,53
jan-2001	6.583	115	6.698	4.212	1,59
feb-2001	421	5	426	244	1,74
mrt-2001	276	4	280	225	1,24
apr-2001	1.593	21	1.614	1.232	1,31
mei-2001	5.618	82	5.699	3.824	1,49
juni-2001	5.385	95	5.480	3.981	1,38
juli-2001	9.421	177	9.598	8.018	1,20
aug-2001	11.665	236	11.901	10.783	1,10
sept-2001	12.646	234	12.880	11.254	1,14
okt-2001	14.227	255	14.482	12.388	1,17
nov-2001	10.555	222	10.777	8.095	1,33
<b>total</b>	<b>86.765</b>	<b>1.578</b>	<b>88.343</b>	<b>69.819</b>	<b>1,27</b>



## **BIJLAGE VI : REFERENTIE**

1. Bespreking tussen Vito (J. Van Bael), Pasfrost (P. Lafaut) en Hydros (André Demolder) op 17 juni 2002
2. Vorming Milieu & Textiel, Module 5: Wateranalyse en –zuivering, Sessie 2: Nieuwe waterzuiveringssystemen, indamping van afvalwater: case study Latexco n.v. (voordracht door Ir. Stefaan Deboosere (Trevi) op 21 maart 2002