

Energieverbruik nationaal en regionaal waterbeheer

WINN Energie uit Water

WINN is het Innovatieprogramma voor
Wateruitdagingen van Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat gaat in WINN, samen met
kennisinstituut Deltares en het bedrijfsleven
wateruitdagingen aan. WINN inspireert, pakt kansen
op en experimenteert. Zo werken we aan oplossingen
voor de toekomstige wateropgave. Denkt u mee?

www.rijkswaterstaat.nl/winn



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Deltares

PO Box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
T+31 (0)88 335 82 73
info@deltares.nl
www.deltares.nl



Waterinnovatie Rijkswaterstaat

Energieverbruik nationaal en regionaal waterbeheer

WINN Energie uit Water

Ruben Dahm
Marcel Bruggers

Trefwoorden

Energieverbruik, waterbeheer

Samenvatting

Dit rapport bevat het resultaat van een studie naar het energieverbruik in het nationale en regionale waterbeheer in opdracht van Rijkswaterstaat WINN.

Het eerste deel van deze rapportage is een samenvatting van Grontmij (2009) en aanvullend onderzoek uitgevoerd door Deltares. Het beschrijft het energieverbruik van Rijkswaterstaat om het nationale watersysteem te beheren en de hoeveelheid energie die provincies en waterschappen verbruiken in het regionale waterbeheer. Het energieverbruik van Rijkswaterstaat is door het beschikbaar komen van nieuwe informatie opnieuw door Deltares berekend. Om die reden is het eerste deel als samenvatting van beide onderzoeken geschreven. Hiermee vervangt het elke verwijzing naar een totaal energieverbruik in het tweede deel van dit rapport, het volledige Grontmij onderzoek, en vervangt in het bijzonder paragraaf 3.4. Het energieverbruik van zowel de provincies als waterschappen is afkomstig uit Grontmij (2009).

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1.0	12-11-2009	Ruben Dahm		Elgard van Leeuwen		A.G. Segeren	
2.0	01-12-2009	Ruben Dahm		Elgard van Leeuwen		A.G. Segeren	

Status

definitief

Memo

Aan
Rick Hoeksema

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
8 december 2009	1200339-005-VEB-0007	5
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Ruben Dahm / Marcel Bruggers	(088) 33 58 612	Ruben.Dahm@deltares.nl

Onderwerp
Energie neutraal nationaal en regionaal waterbeheer

AANLEIDING

Met het WINN thema Energie uit Water beoogt Rijkswaterstaat de ontwikkelingen en de implementatie van nieuwe technieken op het vlak van water en energie te stimuleren. Een van de projecten binnen dit thema is het in kaart brengen van het jaarlijkse energieverbruik van gemalen, stuwen en sluizen. Doel is vast te stellen hoeveel energie in Nederland wordt verbruikt om het watersysteem te beheren. Het gaat daarbij zowel om het energieverbruik van de natte objecten (gemalen, stuwen en sluizen) in het hoofdwatersysteem als om de regionale watersystemen. Deltares heeft Grontmij gevraagd dit onderzoek uit te voeren. De resultaten van dit onderzoek Grontmij (2009), dat juni 2009 beschikbaar kwam, zijn waardevol. Voor het in beeld brengen van het energieverbruik van Rijkswaterstaat was, door het beschikbaar komen van aanvullende informatie, een nadere uitwerking gewenst. Deltares heeft dat deel van het onderzoek uitgevoerd.

Dit deel van de rapportage vat alle resultaten samen. Het totale energieverbruik in het Nederlandse waterbeheer zoals beschreven in dit deel van de rapportage vervangt elke verwijzing in Grontmij (2009), vanwege het gebruik van aanvullende gegevens. Ook vervangt dit deel paragraaf 3.4. Voor een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de verbruikgegevens zijn verzameld, het gebruik van kentallen en de analyse zie Grontmij (2009).

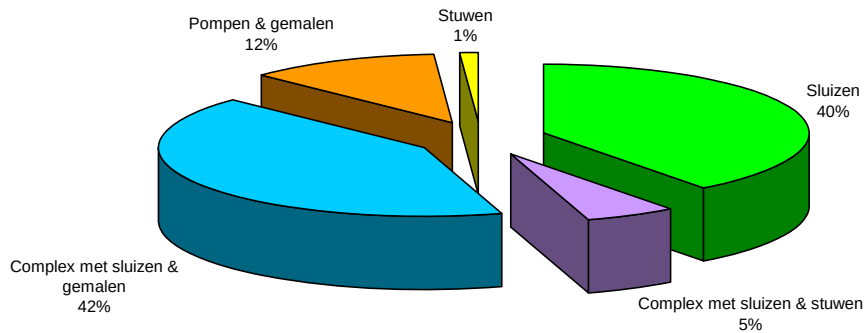
WERKWIJZE

Rijkswaterstaat is benaderd met het verzoek gegevens aan te leveren met betrekking tot het energieverbruik van natte objecten. Vanuit verschillende databases zijn gegevens over energieverbruik ontvangen en deze data zijn met elkaar vergeleken. De gegevens zijn onder andere afkomstig uit de DISK-database, het Digitaal InformatieSysteem Kunstwerken. Tevens is het verbruik van specifieke objecten opgevraagd bij de EAP'ers (Energie Aanspreek Punten) van Rijkswaterstaat. Daarna is het energieverbruik vergeleken met een database van RWS ZekerDuurzaam. Na het buiten beschouwing laten van het energieverbruik van objecten die behoren tot de hoofdcategorie 'Rijkswegennetwerk', is het totale energieverbruik in overeenstemming met het verbruik volgens de DISK-database en de EAP'ers. Dit alles heeft geleid tot een betrouwbare schatting van het energieverbruik om het nationale watersysteem te beheren.

Evenals Rijkswaterstaat zijn ook de provincies en waterschappen als regionale waterbeheerders benaderd om het energieverbruik van de natte objecten die zij in beheer hebben, aan te geven.

ENERGIEVERBRUIK RIJKSWATERSTAAT

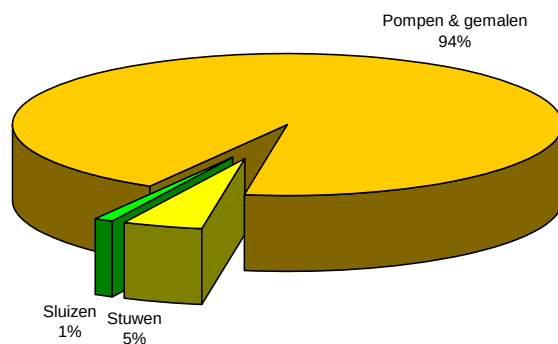
In totaal beheert Rijkswaterstaat 103 complexen waar 20 gemalen, 122 schutsluizen, 88 spuisluizen en 10 stuwen het watersysteem beheren. Het totale energieverbruik van deze Rijkswaterstaat complexen bedraagt 31,5 MWh/jaar. Dit is 18% van het totale energieverbruik om het Nederlandse watersysteem te beheren. Figuur 1 toont de verdeling over de objecten.



Figuur 1: Uitsplitsing jaarlijks energieverbruik hoofdsysteem (Rijkswaterstaat) naar type natte objecten

ENERGIEVERBRUIK WATERSCHAPPEN EN PROVINCIES

De waterschappen blijken veruit de grootste energieverbruiker in het Nederlandse waterbeheer. In totaal verbruiken de waterschappen circa 140,6 MWh/jaar om het regionale watersysteem te beheren. Figuur 2 toont de uitsplitsing naar het type natte objecten. Bijlage 1 toont het energieverbruik per waterschap en provincie.



Figuur 2: Verdeling jaarlijkse energieverbruik van 140,6 MWh over de natte objecten van de waterschappen

De provincies beheren slechts een klein deel van het Nederlandse watersysteem en verbruiken in vergelijking met Rijkswaterstaat en de waterschappen dan ook het minste energie. Alle provincies verbruiken samen circa 4,7 MWh/jaar. Deze energie wenden de provincies voornamelijk aan voor het bedienen van enkele sluizen.

VERGELIJKING MET INVENTARISATIE SENTERNOVEM

In 2005 heeft DHV in opdracht van Senternovem een studie uitgevoerd naar het energieverbruik in de GWW-sector. Tabel 1 toont de vergelijking van het energieverbruik dat met deze studie is bepaald met het energieverbruik volgens Senternovem. Waar mogelijk is in verband met de onzekerheid van de basisgegevens een bandbreedte voor het energieverbruik bepaald. In tabel 1 geven een minimum en maximum verbruik deze bandbreedte aan. De voornaamste conclusies die voortkomen uit de vergelijking zijn:

1. Het totale energieverbruik komt qua ordegrrootte overeen;
2. De betrouwbaarheid van de resultaten die deze samenvatting beschrijft, is groter dan de resultaten uit de inventarisatie van Senternovem. Vanwege extrapolatie van gegevens over energieverbruik en het gebruik van kentallen geeft Senternovem aan dat voor waterschappen en provincies de gemaakte schatting minder betrouwbaar is (Senternovem, 2005). Voor deze samenvatting is voornamelijk gebruik gemaakt van werkelijke verbruikgegevens.

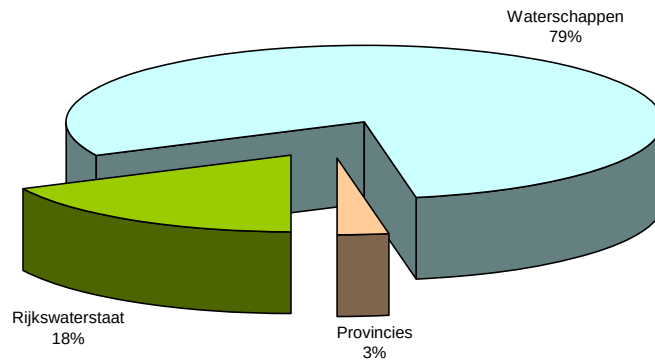
De kleuren in tabel 1 geven de mate van betrouwbaarheid van het energieverbruik aan. Rood betekent een lage betrouwbaarheid, oranje een matige en groen een hoge betrouwbaarheid. Het aantal objecten komt voor de waterschappen goed overeen. Rijkswaterstaat beheert volgens de telling in beide studies: 210 sluizen, 10 stuwen en 20 gemalen.

Tabel 1: Vergelijking resultaten inventarisatie met eerder uitgevoerde SenterNovem studie

		SenterNovem		Huidig onderzoek		
		Aantal	Verbruik (MWh/jr)	Aantal	Verbruik (MWh/jr)	
					Min	Max
Waterschappen	Pompen en gemalen	3.000	115.4	3.731	131.4	133.2
	Stuwen	3.500	19.0	3.114	2.1	11.6
	Sluizen	100	0.5	155	1.4	1.5
	Subtotaal		134.9		134.9	146.3
Provincies	Pompen en gemalen	65	1.6	-		-
	Stuwen	-	-	1		0.0
	Sluizen	30	1.2	75		4.7
	Subtotaal		2.8			4.7
Rijkswaterstaat	Pompen en gemalen	53	15.8	4		3.7
	Stuwen	8	0.1	2		0.3
	Sluizen	200	30.0	60	12.4	12.9
	Complex met sluizen & stuwen			8		1.7
	Complex met sluizen & gemalen			13		13.1
	Subtotaal		45.9		31.3	31.7
Totaal [met bandbreedte]			183.6		170.9	182.7
Totaal [gemiddeld]			183.6			176.8

CONCLUSIE ENERGIEVERBRUIK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat, de provincies en de waterschappen verbruiken jaarlijks samen circa 176,8 MWh om het Nederlandse watersysteem te beheren. Ongeveer 18% (circa 31,5 MWh) hiervan betreft het beheer van het hoofdwatersysteem. De beheerders van de regionale watersystemen, de provincie en de waterschappen, verbruiken samen 145,3 MWh/jaar. Figuur 3 toont de verdeling van het energieverbruik tussen de drie organisaties.



Figuur 3: Jaarlijks energieverbruik van Rijkswaterstaat, provincie en waterschappen in het waterbeheer

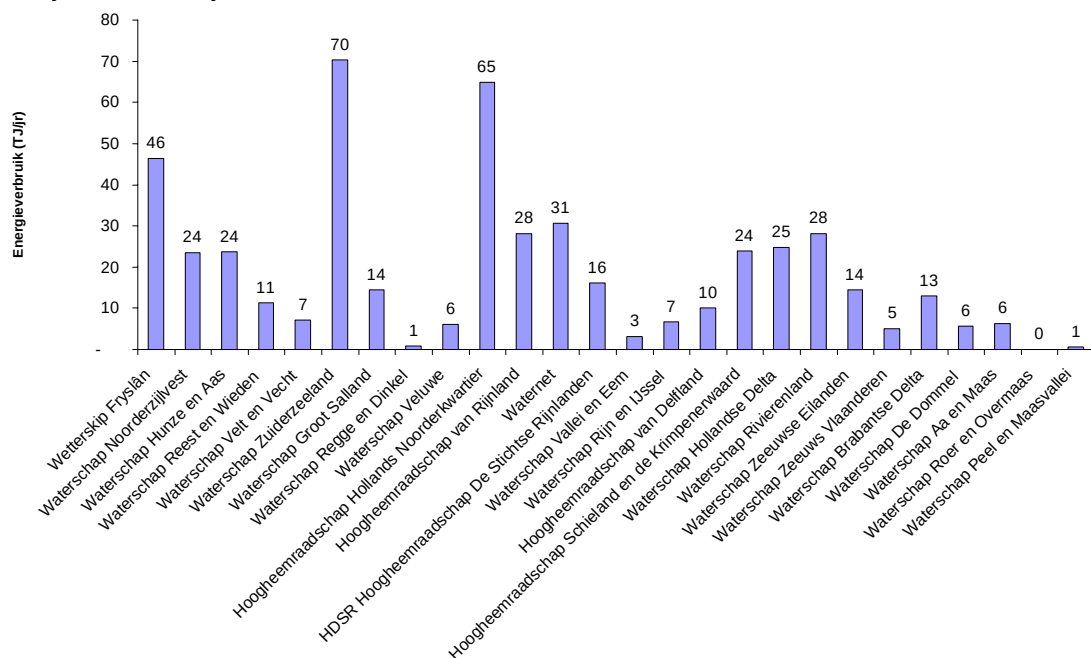
REFERENTIES

1. Deltares (2009). Interne memo 'ENRW_vergelijking-20090514.'
2. DISK (2009). Uitdraai data informatiesysteem kunstwerken met betrekking tot sluizen, gemalen en stuwen. Informatie verkregen via: www.rijkswaterstaat.nl/rws/bwd/home/www/cgi-bin/index.cgi?site=13.
3. Grontmij (2009). Inventarisatie energieverbruik waterwerken.
4. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterkunde (2007). Objectbeheerregime Kunstwerken. BON Waterbeheren en Vaarwegen.
5. Senternovem (2005). Bepaling energieverbruik en besparingspotentieel GWW-sector.
6. STOWA (2008). Op weg naar een klimaatneutrale waterketen.

BIJLAGE 1: ENERGIEVERBRUIK PER ORGANISATIE

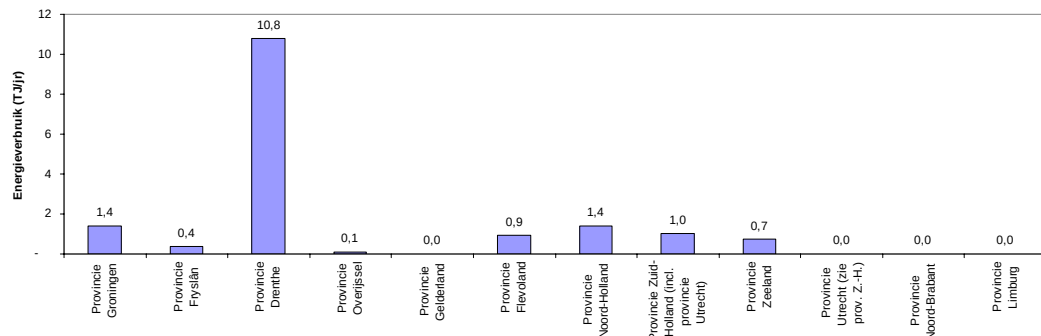
De informatie in deze bijlage is overgenomen uit de studie 'Inventarisatie energieverbruik waterwerken' (Grontmij, 2009).

In figuur B.1 is het energieverbruik in TJ per jaar voor elk waterschap gegeven. Bijlage 2 van Grontmij (2009) beschrijft bij welke waterschappen gebruik is gemaakt van werkelijke verbruikscijfers en bij welke met behulp van kentallen is gerekend. Het verbruik varieert per waterschap tussen 0 en 70 TJ/jr, gemiddeld verbruiken de waterschappen 18,7 TJ/jaar voor waterbeheer. Grote uitschieters zijn Waterschap Zuiderzeeland en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Van beide waterschappen is het energieverbruik gebaseerd op werkelijke verbruikscijfers.

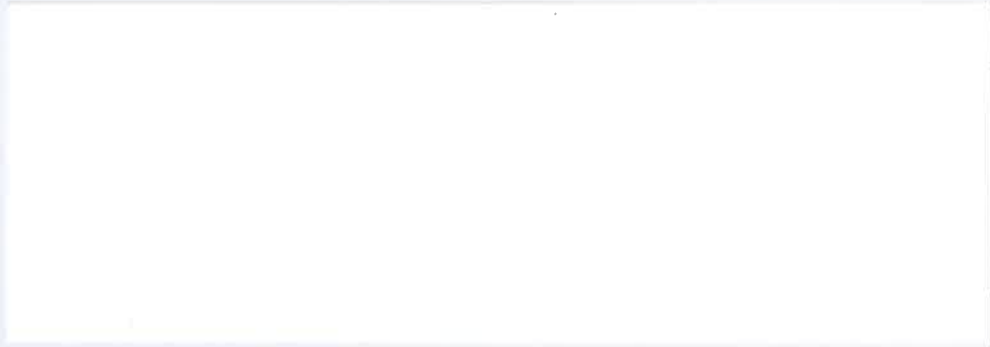


Figuur B.1: Energieverbruik per waterschap

In figuur B.2 is het totale energieverbruik per provincie weergegeven. Hieruit blijkt dat de provincie Drenthe met 10,8 TJ/jr relatief veel energie verbruikt in vergelijking tot de andere provincies (tussen 0 en 1,4 TJ/jr). Drenthe heeft meer sluizen in beheer dan de andere provincies en deze sluizen verbruiken per stuk relatief veel energie. Het verbruik is gebaseerd op de werkelijke verbruikscijfers over een half jaar en geëxtrapoleerd naar een volledig jaar. Er zijn provincies die geen objecten in beheer hebben; dit beheer ligt in die provincies volledig bij de waterschappen en/of Rijkswaterstaat.



Figuur B.2: Energieverbruik per provincie



Inventarisatie energieverbruik waterwerken

WINN Energie uit Water

Definitief

In opdracht van:
St. Deltares
Postbus 177
2600 MH DELFT

Grontmij Nederland bv
Infrastructuur & Milieu
De Bilt, 26 juni 2009

Verantwoording

Titel : Inventarisatie energieverbruik waterwerken
Subtitel : WINN Energie uit Water
Projectnummer : 267574
Referentienummer : I&M-1007258-PC/jj
Revisie : D2
Datum : 26 juni 2009

Auteur(s) : ir. P.G.M. Clevering, drs. J. Kamermans, ir. J. Horstman
E-mail adres : patricia.clevering-loeffen@grontmij.nl
Gecontroleerd door : J. Rodenburg
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door : ir. J.M. Kunst
Paraaf goedgekeurd :
Contact : De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 695 63 66
infraenmilieu@grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Waarom een onderzoek naar het energieverbruik?	5
1.2	Doelstelling.....	6
1.3	Inventarisatie energieverbruik.....	6
2	Aanpak inventarisatie.....	7
2.1	Verzamelen van gegevens	7
2.2	Verwerken van gegevens	7
2.3	Kentallen, uitgangspunten en aannamen	7
2.4	Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid	10
3	Resultaat en analyse energieverbruik	12
3.1	Werkelijk verbruik versus gebruik kentallen.....	12
3.2	Totaal energieverbruik	12
3.2.1	Groene stroom	15
3.3	Energieverbruik per organisatie	15
3.3.1	Waterschappen	15
3.3.1.1	Invloed van neerslag op verschillen in energieverbruik.....	17
3.3.1.2	Overige factoren die mogelijk van invloed zijn op verschillen in energieverbruik.....	17
3.3.2	Provincies.....	19
3.4	Vergelijking resultaten met eerdere en andere onderzoeken.....	22
4	Visie	23
4.1	Afwegingen om te komen tot een visie	23
4.2	Uitwerking van de afwegingen om te komen tot een visie.....	23
5	Energiebesparingsmaatregelen	27
5.1	Bestuurlijk.....	27
5.2	Organisatorisch	27
5.3	Technisch.....	27
5.3.1	Gemalen.....	28
5.3.2	Stuwen	28
5.3.3	Sluizen	28
6	Conclusie en aanbevelingen.....	29
6.1	In kaart brengen energieverbruik	29
6.2	Representeren verschillen regionale watersystemen.....	29
6.3	Visie verminderen energieverbruik	30
6.4	Maatregelen verminderen energieverbruik	30
7	Referentielijst	31
8	Verklaring der tekens	32

Bijlage 1: Vragenlijsten waterschappen en provincies

Bijlage 2: Herkomst energieverbruiken

Bijlage 3: Energiegegevens

Bijlage 4: Waterschappen en provincies van Nederland

Bijlage 5: Percentage stedelijk gebied en peilbeheer per waterschap en provincie

1 Inleiding

1.1 Waarom een onderzoek naar het energieverbruik?

Het wordt in de toekomst steeds belangrijker om energie op te kunnen wekken uit schone duurzame bronnen. Water kan een schone bron van energie zijn.

Energie uit Water is een thema binnen het programma Waterinnovatie Rijkswaterstaat (WINN). Met dit thema stimuleert WINN ontwikkelingen en de implementatie van nieuwe technieken om energie uit water op te wekken. Deltares is inhoudelijk en uitvoerend partner in het WINN-programma en betreft marktpartijen in de uitvoering van deze projecten.

Voorbeelden van nieuwe technieken zijn opwekking van energie uit getijdenverschillen, zoet-zoutgradiënten of door golfbewegingen. Het grote voordeel van energie uit water is dat er geen kolen, olie of gas voor nodig is. Deze fossiele brandstoffen worden meestal gebruikt om energie mee op te wekken, de verbranding, die hiervoor nodig is zorgt echter voor CO₂-uitstoot. En CO₂ draagt bij aan het broeikaseffect.

De regering en de internationale gemeenschap hebben afspraken gemaakt om minder CO₂ uit te stoten. Energie uit water kan helpen om die afspraken te realiseren. De Nederlandse regering wil dat in het jaar 2020 30 procent minder CO₂ dan in 1990 in de lucht terecht komt. Het is dan de bedoeling om 20 procent van alle stroom uit duurzame bronnen op te wekken.

Hoewel water een mogelijke energiebron is, verbruikt het beheren van water ook energie. Is het in de toekomst mogelijk om een energieneutraal waterbeheer te creëren? Is het mogelijk om uit het water de energie op te wekken die nodig is voor het beheer van de watersystemen? Deze studie inventariseert het energieverbruik van het Nederlandse waterbeheer, zowel op regionale schaal als op nationale schaal, en dient als basis voor het beantwoorden van deze vragen.



Figuur 1-1 Zeesluis IJmuiden, grootste energieverbruiker van het Nederlandse waterbeheer [1]

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is:

- het in kaart brengen van het jaarlijkse energieverbruik van de gemalen, stuwen en sluizen in Nederland;
- het representeren van het verschil in functioneren van regionale watersystemen;
- het geven van een visie op de mogelijkheid om het nationale en regionale energieverbruik te verminderen;
- het voorstellen van maatregelen om het nationale en regionale energieverbruik te verminderen.

1.3 Inventarisatie energieverbruik

Het directe energieverbruik is het verbruik van energie door objecten dat noodzakelijk is om de dagelijkse beheerfunctie van het watersysteem uit te voeren. In dit rapport is het jaarlijkse directe energieverbruik verzameld van de waterbeherende objecten. De objecten die in het onderzoek meegenomen worden, zijn de gemalen, stuwen en sluizen (waaronder ook hoogwaterkeringen).

Onder het nationale waterbeheer wordt het hoofdwatersysteem verstaan dat Rijkswaterstaat beheert: de grote rivieren, het IJsselmeer en de deltagebieden. Waterschappen zijn de regionale waterbeheerders. De waterketen (drinkwater, riolering en afvalwaterzuivering) vormt geen onderdeel van deze studie evenmin als het energieverbruik van het benodigde onderhoud om de dagelijkse beheerfunctie te kunnen uitvoeren.

Deltares heeft Grontmij gevraagd om dit onderzoek voor Rijkswaterstaat uit te voeren. Dit onderzoek is openbaar.

2 Aanpak inventarisatie

Dit hoofdstuk beschrijft in paragraaf 2.1 hoe de energiegegevens verzameld zijn. Daarna beschrijft paragraaf 2.2 de verwerking van de gegevens. Paragraaf 2.3 gaat in op de kentallen en aannamen die hiervoor nodig zijn geweest. Ten slotte behandelt paragraaf 2.4 de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de gegevens.

2.1 Verzamelen van gegevens

Voor de inventarisatie is het energieverbruik van gemalen, stuwen en sluizen in 2007 opgevraagd bij de waterschappen, de provincies en Rijkswaterstaat.

Elke organisatie is telefonisch benaderd. Daarna is per e-mail een vragenlijst in Excel met uitleg toegestuurd. Voor waterschappen en provincies zijn verschillende vragenlijsten gebruikt. Beide vragenlijsten zijn te vinden in Bijlage 1. Voor het verzamelen van de gegevens van Rijkswaterstaat is gebruik gemaakt van twee contactpersonen binnen Rijkswaterstaat die de gegevens hebben aangeleverd.

Tijdens het opvragen van de gegevens is het voorgekomen dat de gegevens van 2007 niet of deels bekend zijn. Per situatie is bekeken hoe hier het beste mee om kan worden gegaan. Eerst is gekeken of het energieverbruik van een ander jaar bekend is, met de voorkeur voor de jaren 2005 tot en met 2008. Vervolgens is gekeken of er basisgegevens van de objecten of het aantal objecten bekend zijn en zijn deze opgevraagd. Basisgegevens zijn bijvoorbeeld de capaciteit van een maal of het aantal schuttingen van een sluis.

2.2 Verwerken van gegevens

De gegevens uit de vragenlijsten zijn samengevoegd in één Exceldocument. Wanneer het werkelijke verbruik bekend is, is dat rechtstreeks overgenomen in het totaaloverzicht. Echter het is voorgekomen dat de energiegegevens deels of helemaal niet bekend zijn. In deze gevallen is met behulp van kentallen en aannamen een schatting gemaakt van het energieverbruik. In paragraaf 2.3 zijn deze kentallen en aannamen nader toegelicht.

In Bijlage 2 is van alle organisaties aangegeven of het energieverbruik op basis van werkelijke verbruikscijfers, een berekening op basis van kentallen, een combinatie van de twee voorgaande of een prognose is opgenomen in het totaaloverzicht (zie Bijlage 3). Indien gebruik is gemaakt van kentallen is aangegeven hoe en met welke kentallen is gerekend.

Het energieverbruik is opgegeven of geschat per energiedrager: elektriciteit, aardgas of diesel. Omdat elke energiedrager in een andere eenheid is opgegeven (kWh, m³ respectievelijk liter), zijn de hoeveelheden omgerekend naar Joule. Op die manier is het mogelijk het energieverbruik van verschillende energiedragers bij elkaar op te tellen.

2.3 Kentallen, uitgangspunten en aannamen

Een kental is een ervaringscijfer, gebaseerd op metingen uit het verleden, expert judgement of formules. Met behulp van kentallen zijn de onbekende energieverbruiken geschat.

In een aantal gevallen zijn ook aannamen gedaan over de basisgegevens. Hieronder staan de kentallen en aannamen uit het onderzoek kort beschreven. De gegevens die door Rijkswaterstaat zijn aangeleverd, zijn compleet, waardoor hier geen aannamen zijn gedaan en geen kentallen zijn gebruikt.

Uitgangspunten

- Wanneer de energiegegevens van de gemalen, stuwen en sluizen onbekend zijn, is het verbruik geschat op basis van kentallen. De kentallen voor de gemalen zijn weergegeven in Tabel 2-1, voor stuwen in Tabel 2-2 en voor sluizen in Tabel 2-3.
- Wanneer het verbruik van een stuw niet bekend is, is aangenomen dat dit een kleine stuw betreft met een energieverbruik van 400 kWh/jaar.
- Voor de omrekening van elektriciteit, aardgas en diesel naar Joule is gebruik gemaakt van de volgende omrekenfactoren:
 - Elektriciteit: 3,6 MJ/kWh;
 - Aardgas: 31,65 MJ per m³;
 - Diesel: 35,76 MJ per liter.

In overleg met de opdrachtgever is besloten om te kijken naar het energieverbruik zoals dat gemeten is. Er wordt dus niet teruggerekend naar primaire energie-inhoud van de verschillende energiebronnen. Ter toelichting: diesel en aardgas zijn primaire bronnen van energie. Voor deze energiedragers maakt het geen verschil of er wordt gekeken naar primaire energie-inhoud of naar het gemeten verbruik. Bovenstaande omrekenfactoren zijn daarom altijd van toepassing.

Elektriciteit is echter een secundaire bron van energie. Elektriciteit wordt opgewekt door omzetting van primaire energie uit bijvoorbeeld gas, kolen of olie naar secundaire energie: elektriciteit. Hierbij treedt een rendementsverlies op. De elektriciteit zoals deze wordt afgenomen van het elektriciteitsnet heeft een energie-inhoud van 3,6 MJ/kWh. De energie-inhoud van de primaire bronnen waar de elektriciteit uit opgewekt is, is hoger. Deze bedraagt 9 MJ/kWh bij een elektriciteitsopwekkingrendement van 40%, hetgeen gebruikelijk is voor een stoom- en gascentrales (STEG-centrales).

In dit onderzoek is het energieverbruik geïnventariseerd. Daarom wordt volstaan met het toepassen verbruiksgegevens (hoeveelheid energie aan de uitgang van het elektriciteitsnet). Voor een inventarisatie van de benodigde hoeveelheid primaire energie en/of de te besparen hoeveelheid, is het nodig om gegevens terug te rekenen naar de primaire energie-inhoud (hoeveelheid energie die benodigd is om energie in het elektriciteitsnet te krijgen). Dit is het geval wanneer het onderzoek zich niet richt op de hoeveelheid te besparen elektriciteit, maar op de hoeveelheid energiebesparing bij het opwekken van die elektriciteit.

- Niet meegenomen is het energieverbruik van de waterketen, bruggen, gebouwverwarming en transportbewegingen ten behoeve van waterbeheer. Inlaten, hevels, meetpunten en pompinstallaties zijn meegenomen in de berekening wanneer deze door de waterschappen als relevant zijn vermeld.

Tabel 2-1 Energieverbruik gemalen [2]

Typen gemalen	Capaciteit (m ³ /minuut)	Range energieverbruik (kWh/jaar)
Inlaatgemalen, oppervlaktegemalen en verversingsgemalen	1 – 10	100 – 20.000
Kleine poldergemalen	10 – 50	10.000 – 100.000
Middelgrote poldergemalen	50 – 500	50.000 – 1.000.000
Grote polder- of boezemgemalen	500 – 3.500	500.000 – 5.000.000

Tabel 2-2 Energieverbruik stuwen [3]

Stuw	Bepaling	Gemiddelde (kWh/Jaar)	Minimaal (kWh/jaar)	Maximaal (kWh/jaar)
Kleine stuw	Kental	400	200	600
Middelgrote stuw	Schatting	4.000	1.000	6.000
Grote stuw	Schatting	8.000	4.000	12.000

Tabel 2-3 Energieverbruik sluizen [2]

	Gemiddelde sluis	Beste gebruik sluis **	Nieuw ontworpen sluis **
Energie Formule *	$E = 0,124 * S * A$	$E = 0,102 * S * A$	$E = 0,088 * S * A$
Kenmerken referentiesluis	Deuroppervlak 120m ² Schuttingen 15.000 /jaar	Deuroppervlak 120m ² Schuttingen 15.000 /jaar	Deuroppervlak 120m ² Schuttingen 15.000 /jaar
Berekening referentiesluis	$E = 0,124 * 15.000 * 120$ $E = 223.200 \text{ kWh/jaar}$	$E = 0,102 * 15.000 * 120$ $E = 183.600 \text{ kWh/jaar}$	$E = 0,088 * 15.000 * 120$ $E = 158.400 \text{ kWh/jaar}$

* *Energieverbruik per jaar in kWh/jaar, waarbij 0,124; 0,102 en 0,088 wegingsfactoren energieverbruik, S: aantal schuttingen per jaar en A: deuroppervlak in m². Het energieverbruik van het bedieningsgebouw is niet meegeteld en verlichting is meegerekend voor een gemiddeld verlichtingsniveau op een beperkt terrein.*

** *Het verschil tussen 'beste gebruik' en 'gemiddeld' wordt met name veroorzaakt door besparingen op verlichting en signalering.*

Aannamen voor gegevens van waterschappen

- Een aantal waterschappen heeft aangegeven dat zij gebruik maken van zonnepanelen voor energieopwekking bij stuwen. Hoeveel energie de zonnepanelen opwekken is niet bekend. Deze eigen energieopwekking is niet meegenomen in het totale verbruik.
- Voor kleine gemalen zijn kentallen met een range van 100 tot 20.000 kWh per jaar bekend (zie Tabel 2-1). Wanneer het energieverbruik van een klein gemaal onbekend is, is hiervoor in deze studie het gemiddelde van de range, namelijk van 10.050 kWh/jaar, gebruikt.
- Wanneer alleen het aantal gemalen bekend is, is gebruik gemaakt van een gemiddeld energieverbruik van 25.000 kWh/jaar. Dit is alleen van toepassing bij de waterschappen. Ter vergelijking, het gemiddelde energieverbruik per gemaal van de waterschappen in deze studie is 23.625 kWh/jaar.
- De gegevens uit andere jaren dan 2007 zijn niet omgerekend naar het basisjaar. Een hoger of lager energieverbruik door bijvoorbeeld verschillende weersomstandigheden valt in dat geval niet uit te sluiten.
- Een aantal van de waterschappen weet niet hoeveel stuwen zij in beheer hebben. Aangenomen is dat dit niet-mechanische stuwen betreft en dat zij geen of een verwaarloosbare hoeveelheid energie verbruiken.
- Een enkel waterschap gaf op dat niet bekend is hoeveel energie een sluis verbruikte. In dat geval is nagegaan wat de reden hiervan is geweest. Waterschap Veluwe gaf aan het Apeldoorns kanaal niet bevaren wordt. Voor de sluizen in dit kanaal is aangenomen dat het energieverbruik verwaarloosbaar is.
- Bij sluizen van andere waterschappen waar het energieverbruik niet bekend van is, is na onderzoek aangenomen dat de desbetreffende sluizen handmatig bediend worden.
- Waterschap Zuiderzeeland heeft drie calamiteitsluizen in beheer. De benodigde energie voor het testen van deze sluizen is opgenomen in de jaarlijkse behoefte aan energie.
- Waterschap Roer en Overmaas geeft aan dat het een groot aantal mobiele dieselpompen in bezit heeft, die alleen ingezet worden bij hoogwater van de Maas. De exacte gegevens hiervan zijn onbekend en vanwege het sporadische karakter niet meegenomen in de berekening.
- Waterschap Peel en Maasvallei geeft aan dat het nog 10 kleine gemalen heeft voor onderbemaling. De door het waterschap ingeschatte hoeveelheid energie is meegerekend in het jaarlijkse energieverbruik.
- Waterschap Zuiderzeeland geeft op dat het gemaal Visseringen naast de dagelijkse beheerfunctie ook leverancier van elektra en warmte is. Bij het gemaal wordt 411.888 kWh elektra en 11.259 GJ warmte opgewekt. Deze energie wordt niet gebruikt voor de beheerfunctie van het gemaal en dus niet meegenomen in de het totaal overzicht.
- Het gasverbruik van Waterschap Zuiderzeeland voor 2007 is onbekend, hiervoor is uitgegaan van het verbruik van 2008. Aangenomen wordt dat het gasverbruik van 2008 vergelijkbaar is geweest met het verbruik van 2007.

Aannamen voor gegevens van provincies

- De 10 provincies die hun energieverbruik hebben doorgegeven, hebben samen slechts 1 stuw en geen gemalen in beheer. Vandaar dat aangenomen is dat de provincies waarvan geen gegevens beschikbaar zijn, deze objecten niet in beheer hebben.
- Voor de provincies Gelderland en Limburg is op basis van de gevoerde telefoongesprekken aangenomen dat zij geen waterbeheersobjecten in beheer hebben.
- Het gemiddelde energieverbruik van sluizen door de 10 provincies, die hun energieverbruik hebben doorgegeven, is 1,4 TJ/provincie. Vandaar dat aangenomen is dat de overige twee provincies hetzelfde verbruik voor sluizen hebben.
- Provincie Utrecht heeft één sluis in beheer (Vianen), waarvoor de beheertaken worden uitgevoerd door de provincie Zuid-Holland. Vandaar dat het energieverbruik hiervan in het verbruik van de provincie Zuid-Holland is opgenomen en geen energieverbruik van de provincie Utrecht is gegeven.
- Alleen door de provincies Zuid-Holland en Friesland is een elektriciteitsverbruik opgegeven voor pompen. Hierbij is aangegeven dat dit respectievelijk om pompen in pompkelders van viaducten en kunstwerken gaat en om pompen van tunnels die eigenlijk van de gemeente zijn. Omdat deze pompen niet tot het waterbeheer behoren, zijn deze verbruiken niet meegenomen in de inventarisatie.

Aannamen voor gegevens van Rijkswaterstaat

- Bij het verwerken van de aangeleverde verbruiken van Rijkswaterstaat zijn geen aannamen gedaan of kentallen gebruikt. De reden hiervoor is dat het energieverbruik volledig bekend is.

2.4 Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid

In dit onderzoek is gestreefd naar een “calculated guess” van het gemiddelde energieverbruik met een onzekerheid van 10-15%. De kwaliteit van de gegevens is afhankelijk van de kennis die beschikbaar is binnen de waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat.

Niet in elke organisatie is het bijhouden van het energieverbruik goed georganiseerd. In sommige gevallen kost het veel moeite om de juiste contactpersoon te vinden. Er is niet altijd een professioneel registratiesysteem dat meerdere jaren achtereen gebruikt kan worden. In sommige gevallen wordt het bijhouden van de energieverbruiksgegevens volledig aan het energiebedrijf overgelaten en is het lastig deze gegevens weer op te vragen. Voor diverse ontwikkelingen (bijvoorbeeld de MJA-3) is het van belang het eigen energieverbruik goed in beeld te hebben en goed toegankelijk te maken. Iets meer dan de helft van de organisaties heeft de registratie van het verbruik wel goed op orde (zie Tabel 3-1).

De betrouwbaarheid van deze gegevens is lastig in te schatten. Ook is de nauwkeurigheid van de gebruikte kentallen lastig in te schatten. Om toch een gevoel te krijgen van de betrouwbaarheid van de gepresenteerde gegevens in deze rapportage, is in deze paragraaf het aandeel werkelijk opgegeven energieverbruik afgezet tegen het totale energieverbruik.

Van twee waterschappen zijn weinig tot geen gegevens bekend. De verbruikgegevens zijn geschat door middel van basisgegevens en kentallen zoals in de vorige paragraaf beschreven. Van de andere 24 waterschappen zijn gegevens ontvangen en is niet, of voor enkele ontbrekende gegevens, gerekend met kentallen. Hierdoor bestaat 79% van het totale energieverbruik van de waterschappen uit werkelijke verbruiksgegevens. Hierbij is aangenomen dat de geprognosticeerde verbruiken voor 2009 van Wetterskip Fryslan gebaseerd zijn op werkelijk gemeten verbruiksgegevens en een vergelijkbare betrouwbaarheid hebben.

De gegevens van negen provincies zijn bekend. Van twee provincies, Noord-Holland en Groningen, is het verbruik onbekend. De verbruikgegevens van deze twee provincies zijn geschat op basis van het gemiddelde van de ontvangen gegevens van de provincies. Het verbruik van de provincie Drenthe is ongeveer 64% van het totale verbruik van de provincies samen en is erg hoog vergeleken met de andere provincies. Dit verbruik is gebaseerd op het werkelijke energieverbruik in het tweede half jaar van 2008. Er is vanuit gegaan dat het verbruik in een

heel jaar 2x zo groot is. De helft van het energieverbruik moet worden beschouwd als 'geschat' en heeft daarmee een bepaalde onnauwkeurigheid. Hierdoor bestaat slechts 51% van het totale energieverbruik van de provincies uit werkelijke verbruiksgegevens.

De gegevens van Rijkswaterstaat zijn bekend en ontvangen. 100% van het totale energieverbruik van Rijkswaterstaat bestaat uit werkelijke verbruiksgegevens. Op het totale energieverbruik van alle organisaties samen is 81,7 % door werkelijke verbruiksgegevens samengesteld.

3 Resultaat en analyse energieverbruik

Dit hoofdstuk geeft het energieverbruik weer. Het energieverbruik is ingedeeld naar organisatie- en objecttype en naar energiedrager. In de eerste paragraaf is weergegeven welke gegevens gebaseerd zijn op werkelijke verbruiken en welke gegevens zijn berekend met behulp van kentallen. De tweede paragraaf geeft een overzicht van het totale energieverbruik, waarbij het energieverbruik is ingedeeld naar energiedrager. In de derde paragraaf is het energieverbruik ingedeeld in organisatie- en energietype. De laatste paragraaf geeft een vergelijking met eerdere onderzoek.

3.1 Werkelijk verbruik versus gebruik kentallen

In Tabel 3-1 is aangegeven bij hoeveel organisaties gebruik is gemaakt van het gemeten energieverbruik (werkelijk verbruik), van kentallen, of een combinatie van beide. Eén waterschap (Fryslan) heeft een prognose voor 2009 opgegeven die opgesteld is door de netbeheerder op basis van het historische verbruik.

Daarnaast is in de tabel aangegeven uit welk jaar de energiegegevens afkomstig zijn. Omdat voor 4 organisaties volledig gebruik is gemaakt van kentallen, is hier geen jaartal van bekend. In totaal is van 21 organisaties het jaartal waarvan de energiegegevens zijn opgegeven gelijk aan het gevraagde jaar 2007.

Tabel 3-1 Werkelijk verbruik versus gebruik kentallen en gebruikt jaartal door de organisaties

	Werkelijk verbruik	Werkelijk verbruik en kentallen	Kentallen	Prognose	Jaartal energiegegevens					
					nvt ¹	95-99 ²	2006	2007 ³	2008 ³	2009
Waterschappen	13	10	2	1	2	1	3	16	3	1
Provincies	8	2	2	-	2		2	4	4	-
Rijkswaterstaat	1	-	-	-	-		-	1	-	-
totaal	22	12	4	1	4	1	5	21	7	1

¹ De organisaties waarbij volledig gebruik is gemaakt van kentallen worden in deze kolom vermeld

² Gemiddeld verbruik over 1995 tot en met 1999, exclusief 1996 voor Waterschap Regge en Dinkel

³ Waterschap Zuiderzeeland heeft het elektriciteits- en diesilverbruik uit 2007 opgegeven en het aardgasverbruik uit 2008

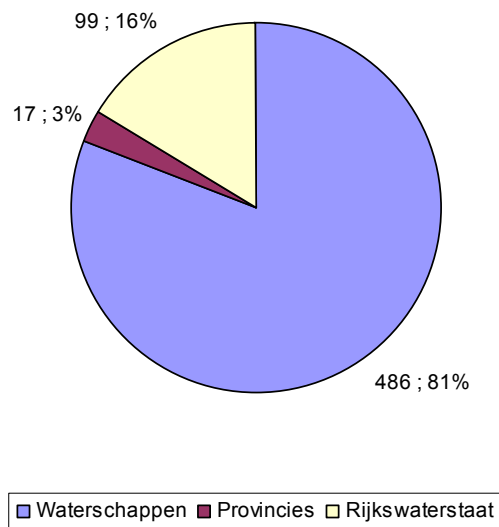
3.2 Totaal energieverbruik

Het totale energieverbruik van de objecten om de watersystemen in heel Nederland te beheren bedraagt 601 TJ per jaar. Tabel 3-2 toont deze gegevens.

Tabel 3-2 Totaal energieverbruik per jaar

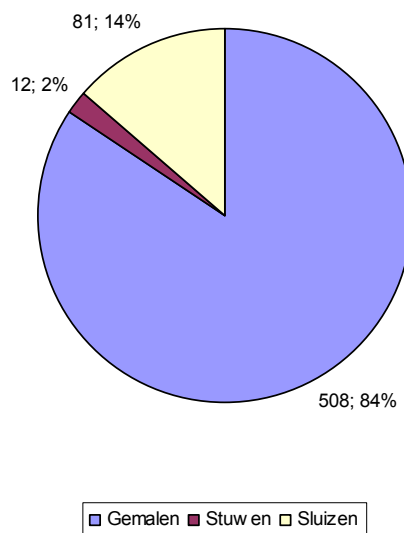
	# objecten	Elektriciteit [kWh/jr]	Gas [m3/jr]	Diesel [l/jr]	Totaal Energie [TJ/jr]
Waterschappen	7.000	114.629.043	1.390.332	1.899.411	486
Provincies	77	4.655.099	-	-	17
Rijkswaterstaat	76	27.498.543	-	-	99
totaal	7.153	146.782.685	1.390.332	1.899.411	601

In Figuur 3-1 is het energieverbruik ingedeeld naar type organisatie. De figuur laat zien dat de waterschappen samen het grootste gedeelte (81%) van de energiebehoefte voor hun rekening nemen, gevolgd door Rijkswaterstaat (16%) en de provincies (3%).



Figuur 3-1 Totaal energieverbruik in TJ/jr en het aandeel op het totale verbruik (in %)

Figuur 3-2 geeft het energieverbruik per objecttype weer. De figuur laat zien dat de gemalen de grootste hoeveelheid energie (84%) verbruiken. De sluizen zijn daarna de grootste verbruiker met een aandeel van 14%.

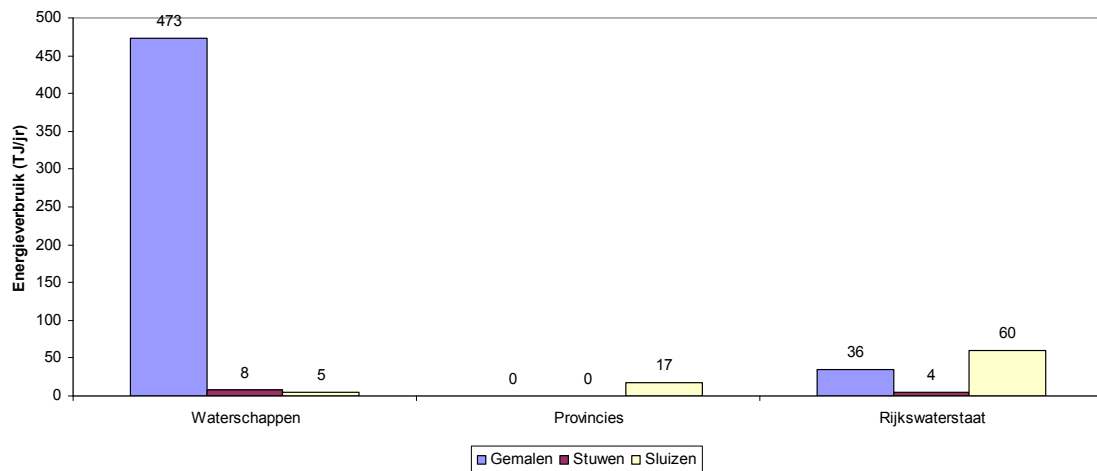


Figuur 3-2 Energieverbruik per objecttype (TJ/jaar)

Wanneer gekeken wordt naar het aantal objecten dat door een type organisatie wordt beheerd, blijkt dat de waterschappen het grootste deel van de objecten (97,8%) in hun beheer hebben. De provincies en Rijkswaterstaat hebben in vergelijking met de waterschappen slechts een klein aantal objecten in beheer (respectievelijk 1,1 en 1,1%).

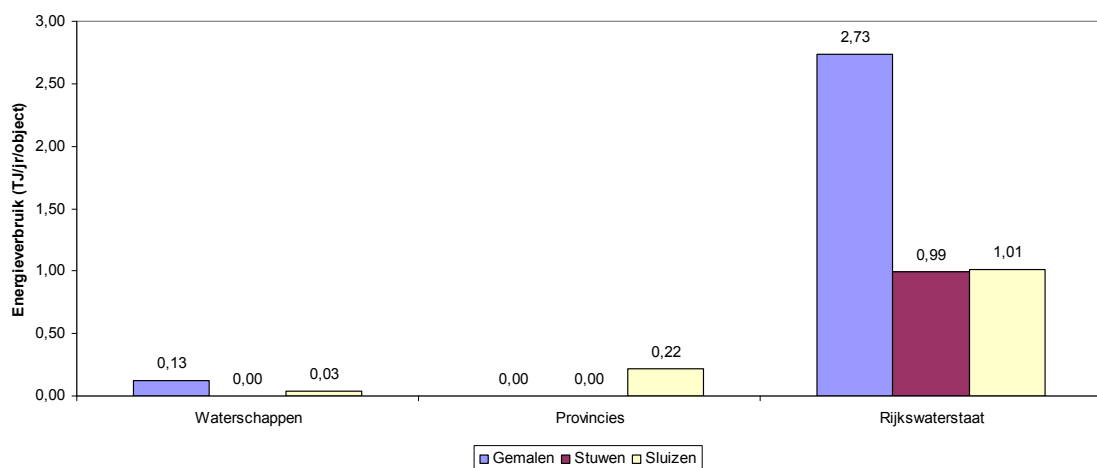
De gecombineerde resultaten uit Figuur 3-1 en Figuur 3-2 zijn weergegeven in Figuur 3-3. Hieruit blijkt dat de gemalen van de waterschappen samen veruit het meeste energie (473/601 = 79% van het totaal) verbruiken. Het verbruik van de sluizen van Rijkswaterstaat staat voor on-

geveer 10% en de gemalen van Rijkswaterstaat staan voor ongeveer 6% van het totale verbruik voor waterbeheer. Het verbruik van de sluizen van de provincies staat voor ongeveer 3% van het totaal verbruik. De overige objecten, met uitzondering van de gemalen en stuwen van de provincies, zijn elk goed voor ongeveer 0,8% van het totaal.



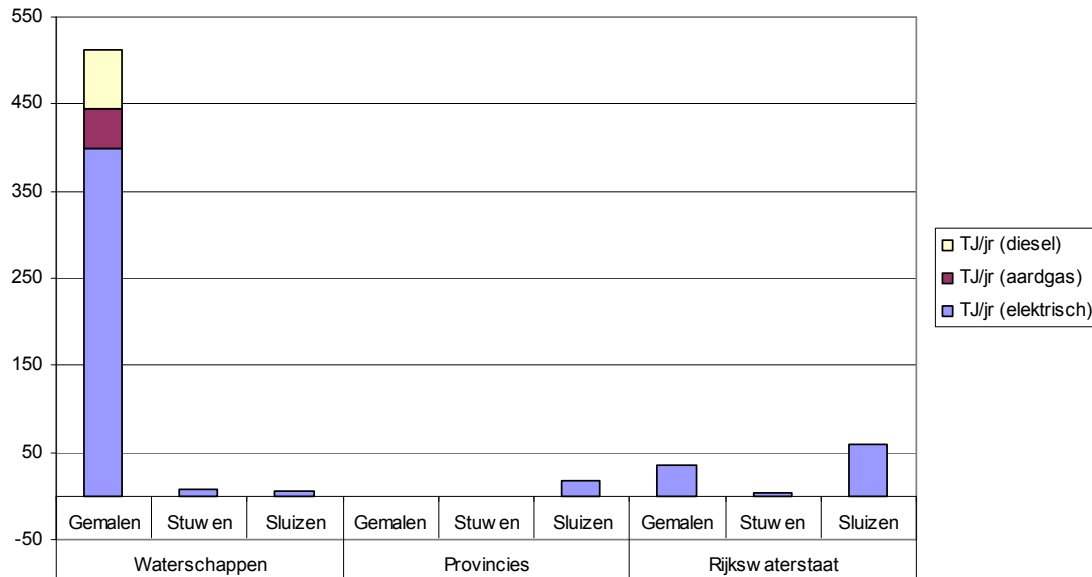
Figuur 3-3 Overzicht energieverbruik

Het gemiddelde energieverbruik per object is gegeven in Figuur 3-4. Dit zijn de gecombineerde resultaten uit Figuur 3-3 en het aantal objecten. Hieruit blijkt dat ondanks het feit dat het verbruik van Rijkswaterstaat 16% van het totale verbruik is, het verbruik per object ruimschoots het hoogst is. Het specifieke gemiddelde verbruik van Rijkswaterstaat is ongeveer 1 TJ/object/jaar voor stuwen en sluizen en 2,7 TJ/object/jaar voor gemalen. Het specifieke gemiddelde verbruik van de overige objecten is tussen de 0 en 0,2 TJ/object/jaar. Het ligt voor de hand om in geval van energiebesparing eerst te focussen op de grootste verbruikers, uit de figuur blijkt dat dit de objecten van Rijkswaterstaat zijn. In de visie wordt hier nader op ingegaan (zie hoofdstuk 4).



Figuur 3-4 Overzicht gemiddeld energieverbruik per object

Figuur 3-5 laat zien welk type energiedrager (elektriciteit, gas of diesel) in de energiebehoefte voorziet. Uit het figuur blijkt dat het grootste gedeelte (82%) van het verbruik bestaat uit elektriciteit, gevolgd door diesel (11%) en aardgas (7%).



Figuur 3-5 Energieverbruik onderverdeeld per energiebron, per organisatie en per objecttype)

3.2.1 Groene stroom

Steeds meer waterschappen en provincies kopen duurzame energie in. In de gehouden enquête is ter indicatie bij een aantal beheerders de vraag gesteld of, hoeveel en per wanneer ze duurzame energie inkopen.

Van acht waterschappen zijn deze gegevens bekend. Gemiddeld kopen deze waterschappen 43% van hun energie in in duurzame vorm (3x 100%; 3x 0%, 2x rond de 20%). Op basis van expert judgement (contacten met waterschappen) schatten wij in dat per 2009 ongeveer de helft van de waterschappen is overgeschakeld op groene stroom. In 2010 wordt duurzaam inkopen voor overheden verplicht. Niet elk organisatietype hoeft dan al volledig duurzaam in te kopen, er is nog keuzevrijheid. Het ligt in de lijn der verwachting dat deze verplichting voor veel organisaties leidt tot het inkopen van duurzame energie.

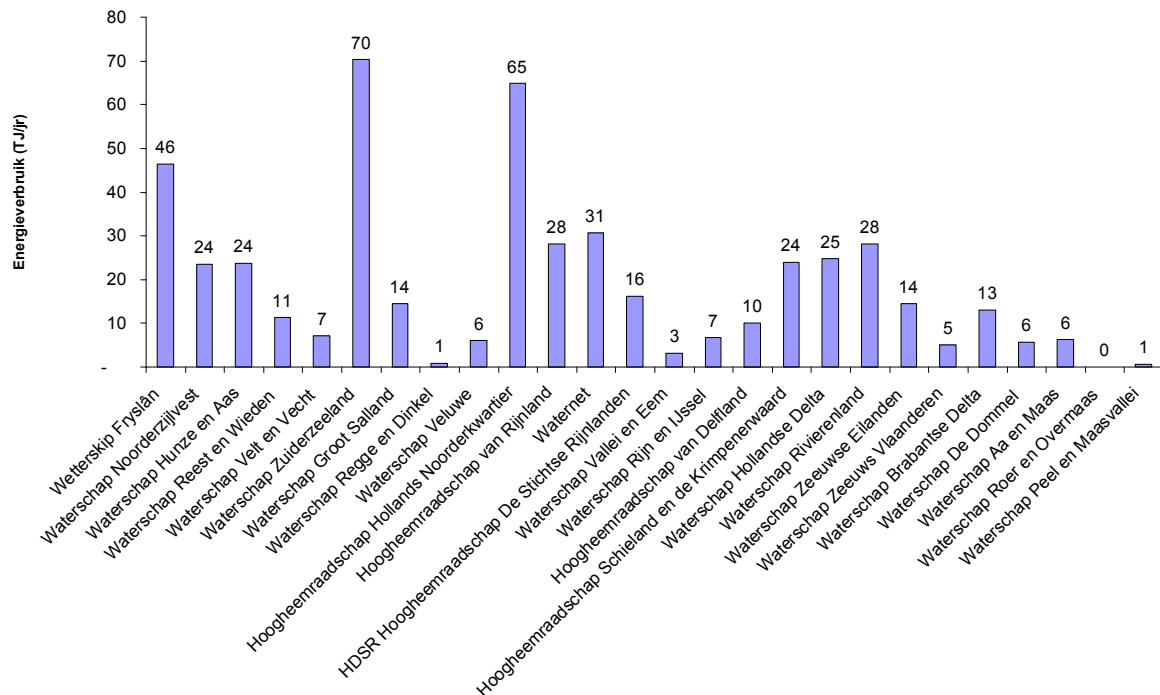
Van de provincies zijn geen gegevens bekend over het aandeel groene stroom. Rijkswaterstaat koopt voor 100% groene stroom in.

3.3 Energieverbruik per organisatie

In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt naar organisatietype. Voor Rijkswaterstaat, de waterschappen en provincies is het energieverbruik apart in beeld gebracht.

3.3.1 Waterschappen

In Figuur 3-6 is het energieverbruik in TJ per jaar voor elk waterschap gegeven. In Bijlage 2 is beschreven bij welke waterschappen gebruik is gemaakt van werkelijke verbruikscijfers en bij welke met behulp van kentallen is gerekend. Het verbruik varieert per waterschap tussen 0 en 70 TJ/jr, gemiddeld verbruiken de waterschappen 18,7 TJ/jaar voor waterbeheer. Grote uitschieters zijn Waterschap Zuiderzeeland en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Van beide waterschappen is het energieverbruik gebaseerd op werkelijke verbruikscijfers.



Figuur 3-6 Energieverbruik per waterschap

Het energieverbruik voor elk waterschap is ook in Figuur 3-7 weergegeven. Dit geeft een beeld van het energieverbruik per regio. De waterschappen verschillen van elkaar in onder andere grootte, ligging, aantal inwoners en kilometer watergang in beheer. Hierdoor zijn ze niet direct met elkaar te vergelijken.

Figuur 3-3 toont het energieverbruik per objectgroep voor alle waterschappen samen. Het figuur laat zien dat de gemalen veruit de grootste hoeveelheid energie binnen de waterschappen verbruiken, namelijk bijna 97,5% van het totale verbruik van de waterschappen. Het overige energieverbruik van de waterschappen is ongeveer gelijk verdeeld over stuwen en sluizen (zie Figuur 3-5).

Figuur 3-5 laat zien hoeveel elektriciteit, gas en diesel in verhouding is verbruikt door de waterschappen. Hieruit blijkt dat er, uitgaande de eenheid TJ, voornamelijk elektriciteit (79%) wordt gebruikt, gevolgd door diesel (13%) en dan door aardgas (8%).



Figuur 3-7 Regionaal energieverbruik per waterschap (TJ/jr) (zie Bijlage 4)

3.3.1.1 Invloed van neerslag op verschillen in energieverbruik

Een mogelijke oorzaak van verschillen in energieverbruik tussen waterschappen is het verschil in neerslag. In een periode of gebied waarin veel neerslag valt, is in de regel meer energie nodig om dit water af te voeren.

In Tabel 3-3 is de gemiddelde jaarsom aan neerslag weergegeven over 2006 tot en met 2008. Hieruit blijkt dat het gekozen basisjaar 2007 een relatief nat jaar is geweest met een lang droog tijdvak. Dit impliceert dat er in een relatief korte periode relatief veel neerslag is gevallen. Door enkele organisaties is het verbruik van andere jaren opgegeven, voornamelijk 2006 en 2008 (zie Bijlage 2). De jaarsom aan neerslag is in deze jaren ongeveer normaal, wat wil zeggen ongeveer gelijk aan het langjarig gemiddelde over 1971 tot en met 2000. Voor het gebruik van de verschillende jaren met verschillende neerslagsommen is niet gecorrigeerd.

Wanneer gekeken wordt naar de neerslag per gebied, blijkt er een ongelijke verdeling te zijn over Nederland. Op de Veluwe valt de meeste neerslag. Dit gebied valt samen met het beheersgebied van Waterschap Veluwe, dat in vergelijking tot de omliggende waterschappen een hoger energieverbruik heeft.

Tabel 3-3 Jaarlijkse neerslagsom over de jaren 2006 tot en met 2008 in mm [4]

	2006	2007	2008	normaal*
gemiddeld	765	920	828	797
minimaal	661	742	685	
maximaal	944	1.028	999	
beschrijvend	normaal	nat jaar met lang droog tijdvak van ± 1,5 maand	iets meer neerslag dan normaal	

* normaal = langjarig gemiddelde over tijdvak 1971-2000

3.3.1.2 Overige factoren die mogelijk van invloed zijn op verschillen in energieverbruik

Naast neerslag kan het energieverbruik beïnvloedt worden door de grootte van het beheergebied. Deze grootte kan worden uitgedrukt in het aantal objecten dat in beheer is, of in de oppervlakte. De oppervlakte bestaat uit een deel met stedelijk gebied en een deel met landelijk gebied. Niet in elk deel is peilbeheer noodzakelijk, ook hiervoor is verder verfijnd.

Het energieverbruik per waterschap is afgezet tegen het aantal objecten, de totale oppervlakte van het waterschap, de oppervlakte stedelijk gebied en de oppervlakte waar peilbeheer van toepassing is. In Tabel 3-6 is aangegeven wat het energieverbruik is, gerelateerd aan deze factoren. Deze informatie geeft inzicht in factoren die mogelijk van invloed zijn op verschillen in energieverbruik en uitschieters.

De getallen variëren sterk per waterschap en er is geen gemene deler te ontdekken. Dit kan te verklaren zijn doordat de waterbeheerstaken van elk waterschap anders zijn geregeld. Ook de lokale specifieke eigenschappen zoals bij voorbeeld percentage peilbeheer en percentage stedelijke oppervlakte zijn voor elk waterschap in een andere verhouding aanwezig, wat de vergelijking lastig maakt. Opvallendste uit de tabel is dat het energieverbruik per gemaal van Waterschap Zuiderzeeland veel hoger is dan van de gemalen van de overige waterschappen. Uit de ontvangen gegevens blijkt dat met name de 7 hoofdgemalen relatief zeer grote gemalen zijn in vergelijking tot die van de andere waterschappen.

Het verbruik per

- gemaal is rond 20 - 300 GJ/gemaal (uitgezonderd Zuiderzeeland);
- stuw is rond 0,2 - 21 GJ/stuw;
- sluis is rond 0 - 73 GJ/sluis (uitgezonderd Rijn en IJssel en Brabantse Delta);
- totale oppervlakte is rond de 0 - 33 GJ/km² (uitgezonderd Waternet en Schieland en de Krimpenerwaard);
- oppervlakte stedelijk gebied is rond 0,1 - 205 GJ/km² (uitgezonderd Zuiderzeeland);
- oppervlakte peilbeheer is rond 6,8 - 52 GJ/km² (uitgezonderd Schieland en de Krimpenerwaard en Aa en Maas).

Tabel 3-4 toont de uitschieters.

Tabel 3-4 Uitschieters Waterschappen

Organisatie	Uitschieter	
WS Zuiderzeeland	5.780	GJ/gemaal
	452	GJ/km ² stedelijk gebied
Waternet	44	GJ/km ² totaal
WS Rijn en IJssel	161	GJ/sluis
HS Schieland en de Krimpenerwaard	68	GJ/km ² totaal
	68	GJ/km ² peilbeheer
WS Brabantse Delta	360	GJ/sluis
WS Aa en Maas	79	GJ/km ² peilbeheer

Tabel 3-5 Totaal energieverbruik per waterschap afgezet tegen enkele parameters

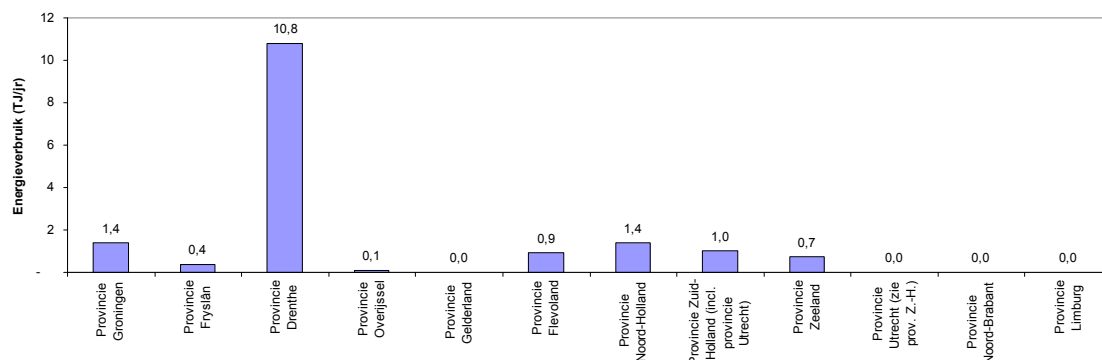
Energieverbruik Waterschap (WS) / Hoogheemraadschap (HS)	gemiddeld per gemaal	gemiddeld per stuw	gemiddeld per sluis	per totale oppervlakte	per oppervlakte stede- lijk gebied*	per oppervlakte peil- beheer*
Eenheid	GJ/object	GJ/object	GJ/object	GJ/km ²	GJ/km ²	GJ/km ²
WS Fryslân	63	1,8	7	13	185	13
WS Noorderzijlvest	178	0,2	11	16	189	19
WS Hunze en Aas	178	1,6	14	11	106	15
WS Reest en Wieden	89	1,5	24	8,3	125	28
WS Velt en Vecht	61	4,5	6	7,7	76	n.v.t.**
WS Zuiderzeeland	5.780	21	24	29	452	29
WS Groot Salland	97	11	44	12	131	14
WS Regge en Dinkel	21	1,1	n.v.t.	0,6	4,4	n.v.t.**
WS Veluwe	110	1,4	0	4,4	36	30
HS Hollands Noorderkwartier	176	4,5	23	33	211	35
HS van Rijnland	83	4,2	55	25	82	28
Waternet	136	8,4	73	44	140	52
HS De Stichtse Rijnlanden	90	1,4	29	19	90	22
WS Vallei en Eem	83	1,8	n.v.t.	3,0	18	30
WS Rijn en IJssel	124	16	161	3,4	33	23
HS van Delfland	48	2,9	47	25	55	26
HS Schieland en de Krimpenerwaard	246	n.v.t.	0	68	205	68
WS Hollandse Delta	87	1,4	35	25	97	28
WS Rivierenland	121	4,7	15	14	99	16
WS Zeeuwse Eilanden	198	0,5	18	13	124	13
WS Zeeuws Vlaanderen	188	3,2	n.v.t.	6,8	88	6,8
WS Brabantse Delta	300	1,8	360	7,6	45	38
WS De Dommel	90	1,4	n.v.t.	3,7	20	n.v.t.**
WS Aa en Maas	83	1,8	4	4,0	27	79
WS Roer en Overmaas	n.v.t.	1,9	n.v.t.	0,0	0,1	n.v.t.**
WS Peel en Maasvallei	26	2,2	n.v.t.	0,5	4,2	n.v.t.**

* Achtergrond van oppervlakte: zie Bijlage 5

** Het aandeel peilbeheer is bij deze waterschappen gelijk aan ongeveer 0 %

3.3.2 Provincies

In Figuur 3-8 is het totale energieverbruik per provincie weergegeven. Hieruit blijkt dat de provincie Drenthe met 10,8 TJ/jr relatief veel energie verbruikt in vergelijking tot de andere provincies (tussen 0 en 1,4 TJ/jr). Drenthe heeft meer sluizen in beheer dan de andere provincies en deze sluizen verbruiken per stuk relatief veel energie. Het verbruik is gebaseerd op de werkelijke verbruikscijfers over een half jaar en geëxtrapoleerd naar een volledig jaar. Er zijn provincies die geen objecten in beheer hebben; dit beheer ligt in die provincies volledig bij de waterschappen en/of Rijkswaterstaat.



Figuur 3-8 Energieverbruik per provincie



Figuur 3-9 Regionaal energieverbruik per provincie (zie Bijlage 4)

Figuur 3-3 geeft het energieverbruik aan per objectgroep voor de provincies. Alle energie wordt gebruikt voor sluizen. Het energieverbruik voor het waterbeheer van de provincies bestaat uitsluitend uit elektriciteit.

Het energieverbruik per provincie is afgezet tegen het aantal objecten, de totale oppervlakte van de provincie, de oppervlakte stedelijk gebied, de oppervlakte waar peilbeheer van toepassing is en de totale wateroppervlakte van de betreffende provincie. In Tabel 3-6 is aangegeven wat het energieverbruik is, gerelateerd aan deze factoren.

De getallen variëren sterk per provincie en er is geen gemene deler te ontdekken. Dit kan te verklaren zijn doordat de waterbeheerstaken van elke provincie anders zijn geregeld en klein zijn in relatie tot de waterschappen en Rijkswaterstaat.

Wel liggen de meeste getallen die gerelateerd zijn aan oppervlakten in dezelfde orde grootte wanneer de Provincie Drenthe buiten beschouwing wordt gelaten. Hiermee wordt bedoeld dat tussen het energieverbruik een factor 2 tot 5 verschil te ontdekken is. Naast Drenthe dat een relatief hoog verbruik heeft, hebben de provincies Fryslân en Overijssel een relatief laag verbruik wanneer dit wordt afgezet tegen de gebruikte parameters. Tabel 3-7 toont de uitschieters voor de provincies.

Het verbruik per

- sluis is rond 94 - 367 GJ/sluis (uitgezonderd Fryslân en Overijssel);
- totale oppervlakte is rond de 250-470 MJ/km² (uitgezonderd Fryslân en Overijssel);
- oppervlakte stedelijk gebied is rond 1.300 – 6.100 MJ/km² (uitgezonderd Overijssel);
- oppervlakte peilbeheer is rond 260 - 470 MJ/km² (uitgezonderd Fryslân en Overijssel);
- per totale wateroppervlakte is rond 650 – 2.200 MJ/km².

Tabel 3-6 Totaal energieverbruik per provincie afgezet tegen enkele parameters

Energieverbruik	gemiddeld verbruik per gemaal	gemiddeld verbruik per stuw	gemiddeld verbruik per sluis	per totale oppervlakte provincie*	per opper- vlakte stede- lijk gebied**	per opper- vlakte peil- beheer**	per totale water op- pervlakte*
Eenheid	GJ/object	GJ/object	GJ/object	MJ/km ²	MJ/km ²	MJ/km ²	MJ/km ²
Provincie Groningen	n.v.t.	n.v.t.	215	472	5.684	472	2.228
Provincie Fryslân	n.v.t.	n.v.t.	15	68	1.558	68	163
Provincie Drenthe	n.v.t.	n.v.t.	770	4.022	44.888	20.131	274.457
Provincie Overijssel	n.v.t.	1,4	11	27	254	67	960
Provincie Gelderland	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0	0
Provincie Flevoland	n.v.t.	n.v.t.	94	390	6.082	390	946
Provincie Noord-Holland	n.v.t.	n.v.t.	215	341	2.067	379	983
Provincie Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	n.v.t.	n.v.t.	205	300	1.311	316	1.699
Provincie Zeeland	n.v.t.	n.v.t.	367	251	4.058	264	641
Provincie Utrecht (zie prov. Z.-H.)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0	0
Provincie Noord-Brabant	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0	0
Provincie Limburg	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.	0

* Bron: [5]

** Achtergrond van oppervlakte: zie Bijlage 5

Tabel 3-7 Uitschieters Provincie

Organisatie	Uitschieter
Provincie Fryslân	15 GJ/sluis 68 MJ/km ² totaal 68 MJ/km ² peilbeheer
Provincie Drenthe	770 GJ/sluis 4.022 MJ/km ² totaal 44.888 MJ/km ² stedelijk gebied 20.131 MJ/km ² peilbeheer 247.457 MJ/km ² water
Provincie Overijssel	11 GJ/sluis 27 MJ/km ² totaal 254 MJ/km ² stedelijk gebied 67 MJ/km ² peilbeheer

Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat verbruikt 99 TJ per jaar. De verdeling in objectgroepen is in Figuur 3-3 te zien. Hieruit blijkt dat de sluizen de grootste verbruikers zijn met ongeveer 60% van het totale verbruik. Daarop volgen de gemalen met ongeveer 36% van het totaal en de stuwen met ongeveer 4%.

Het energieverbruik voor het waterbeheer van Rijkswaterstaat bestaat uitsluitend uit (duurzame) elektriciteit. De grootste verbruikers (aparte objecten) met een verbruik groter dan 1 MWh/jaar zijn in Tabel 3-8 opgesomd.

Tabel 3-8 Objecten RWS met hoogste energieverbruik

Directie	Plaats	Jaarverbruik [kWh]	Toepassing / nadere omschrijving
RWS NH	IJMUIDEN	5.938.113	gemaal
RWS ZL	ST. PHILIPSLAND	4.351.881	sluizen / stuwen
RWS ZL	RILLAND	3.660.773	pompen / gemalen
RWS ZL	TERNEUZEN	1.715.634	sluizen / stuwen
RWS ON	AMBT DELDEN / WIENE	1.508.550	sluizen / stuwen
RWS ZH	WILLEMSTAD	1.273.813	Volkeraksluizen
RWS ZL	RILLAND	1.118.294	sluizen / stuwen

3.4 Vergelijking resultaten met eerdere en andere onderzoeken

In 2005 is door SenterNovem het energieverbruik van de GWW-sector geïnventariseerd, waarbij onderscheid is gemaakt in gemalen, stuwen en sluizen [3]. Deze studie is in vergelijking met de huidige studie in grotere mate gebaseerd op kentallen. Tabel 3-9 bevat een vergelijking van de huidige resultaten en de resultaten van het SenterNovem-rapport. Hieruit blijkt dat het totale energieverbruik in het SenterNovem-rapport ongeveer 11% hoger is dan in de huidige inventarisatie is berekend, namelijk 666 TJ ten opzichte van 601 TJ. Grote verschillen op object- en organisatieniveau zijn, gelet op het energieverbruik:

- Waterschappen: stuwen;
- Waterschappen: sluizen;
- Provincie: sluizen;
- Rijkswaterstaat: gemalen;
- Rijkswaterstaat: stuwen;
- Rijkswaterstaat: sluizen.

Tabel 3-9 Vergelijking resultaten huidig onderzoek en rapportage SenterNovem [3]

		SenterNovem [3]		Huidig onderzoek		ten opzichte van huidig onderzoek	
		aantal*	verbruik (TJ)	aantal	verbruik (TJ)	aantal	verbruik (TJ)
Waterschappen	pompen en gemalen	nb	415	3.731	473	2.993%	-12%
	stuw	nb	68	3.114	8	510%	790%
	sluizen	nb	2	155	5	223%	-61%
	hoogwaterketen	nb	-	-	-	-	-
	alle objecten	nb	486	7.000	486	1.827%	0%
Provincies	pompen en gemalen	66	6	0	0	n.v.t.	n.v.t.
	stuw	-	-	1	0	n.v.t.	n.v.t.
	sluizen	30	4	76	17	-60%	-76%
	hoogwaterketen	-	-	-	-	-	-
	alle objecten	96	10	77	17	25%	-40%
Rijkswaterstaat	pompen en gemalen	53	57	13	36	308%	60%
	stuw	8	0	4	4	100%	-100%
	sluizen	200	108	59	60	239%	82%
	hoogwaterketen	5	5	-	-	-	-
	alle objecten	266	171	76	99	250%	73%
Totaal	pompen en gemalen	nb	478	3.744	508	2.985%	-6%
	stuw	nb	69	3.119	12	509%	494%
	sluizen	nb	114	290	81	152%	40%
	hoogwaterketen	nb	5	-	-	n.v.t.	n.v.t.
	alle objecten	nb	666	7.153	601	1.791%	11%

* Het aantal objecten bij de waterschappen is in de rapportage SenterNovem niet gegeven. Hierdoor is het voor deze rapportage ook niet mogelijk het totaal aantal objecten te berekenen

Wanneer gekeken wordt naar de aantallen objecten, dan zijn die voor alle objecten en organisaties afwijkend, waarbij de aantallen in het SenterNovem rapport (met uitzondering van de provincies) hoger zijn. Een reden hiervoor kan zijn, dat in deze rapportage ook de objecten zijn opgenomen die geen of een verwaarloosbaar energieverbruik hebben. Een voorbeeld hiervan is handmatig bediende stuwen.

4 Visie

In de voorgaande hoofdstukken is het energieverbruik gepresenteerd en hoe de verdeling van het verbruik over de verschillende organisaties, regio's en objecten. Het WINN-programma van Rijkswaterstaat zoekt naar mogelijkheden om het waterbeheer energieneutraal te maken. Omdat niet al het waterbeheer in één keer energieneutraal kan worden, is het nodig om te bepalen op welk energieverbruik maatregelen zich in eerste instantie richten. Dit hoofdstuk geeft de visie van Grontmij, op de manier waarop maatregelen kunnen worden toegepast.

Bij het bepalen van deze visie geven wij eerst weer welke keuzemogelijkheden er zijn. Vervolgens doen wij een voorstel voor keuzes die in onze ogen het meest voor de hand liggen. De visie geeft antwoord op de vraag:

“Hoe kan het energieverbruik van het waterbeheer in Nederland het beste ‘verduurzaamd’ worden?”

4.1 Afwegingen om te komen tot een visie

Om bovenstaande vraag te beantwoorden, kijken we naar de volgende onderwerpen:

Wat:

- Focus op energiebesparing, opwekken van duurzame energie, ‘schone’ fossiele energie of een combinatie van deze aspecten uit de ‘trias energetica’?

Waar

- Focus op grote energieverbruikers of aandacht verdelen over alle energieverbruikers?

Wie

- Focus op zaken waar Rijkswaterstaat rechtstreeks invloed op heeft, of richten op samenwerking met waterschappen en/of provincies?

Wanneer

- Focus op maatregelen die op korte termijn effect hebben, of ook op maatregelen die meer tijd, geld en moeite kosten, of een combinatie hiervan (en welke verhouding is hierbij gewenst?)?
- Wanneer ingrijpen: op ‘natuurlijke momenten’ (vervanging, renovatie etc.) of ook met terugwerkende kracht bij bestaande objecten toepassen?

Hoe

- Wat mag het kosten om maatregelen te treffen?
- Mogelijke maatregelen worden in het volgende hoofdstuk gepresenteerd.

4.2 Uitwerking van de afwegingen om te komen tot een visie

Trias Energetica

Volgens de trias energetica (zie Figuur 4-1) zijn er drie stappen om te komen tot een duurzame energievoorziening. De eerste stap is besparen, de tweede het gebruiken van duurzaam opgewekte energie en de derde is het zo duurzaam mogelijk toepassen van fossiele energie wanneer het onvermijdelijk is dat er toch nog fossiele energie wordt gebruikt. Daaronder kan worden verstaan ‘schoon fossiel’: energie zonder CO₂-emissie, of waarbij de CO₂-emissie wordt gecompenseerd.

Overheden zijn vanaf 2010 verplicht om (deels) duurzaam in te kopen, dit kan ook worden toegepast op de inkoop van energie. Daarmee is een groot deel van het energieverbruik al verduurzaamd. Omdat op deze manier de vraag naar groene stroom zal stijgen, is het maatschappelijk gezien een goede zet om ook het aanbod van groene stroom te verhogen. Dit kan gedaan worden door groene stroom niet alleen in te kopen maar ook zelf op te wekken.

Deltares heeft een inventarisatie gemaakt van diverse mogelijkheden om op een duurzame manier energie op te wekken uit water [6]. Deze inventarisatie is een goede basis voor het opwekken van duurzame energie uit water.

Daarnaast kan worden ingezet op het besparen van energie, hetgeen volgens de trias energetica eigenlijk de eerste toe te passen maatregel is. Om te bepalen waar energiebesparing mogelijk is, is nader onderzoek nodig. Enkele mogelijkheden hiervoor zijn het beter afregelen van installaties zodat zij alleen worden gebruikt wanneer dit nodig is, en het minder vaak gebruiken van objecten (bijvoorbeeld sluizen minder vaak openen maar per keer een grotere hoeveelheid water en schepen doorlaten).

Focus op opwekken duurzame energie en (onderzoek naar) energiebesparingsmogelijkheden



Figuur 4-1 Trias Energetica [7]

Welke energieverbruiker(s)

Er is wat voor te zeggen om geen keuze te maken en de maatregelen te richten op alle energieverbruikers. Op deze manier wordt op meerdere plaatsen in Nederland vooruitgang geboekt. Wanneer maatregelen overal worden toegepast, kunnen de kosten flink oplopen. Bij het gespreid uitvoeren van maatregelen, zonder focus, kan het zijn dat effecten niet goed meer meetbaar zijn. Wij adviseren daarom om de focus te richten op de grote energieverbruikers, bijvoorbeeld:

- specifieke objecten (bijvoorbeeld één bepaalde grote sluis);
- objectgroepen (bijvoorbeeld alle sluizen);
- specifieke organisaties (bijvoorbeeld een bepaald waterschap);
- organisatietypen (bijvoorbeeld alle waterschappen);
- elektriciteitsverbruikers, aardgasverbruikers of dieselverbruikers.

In hoofdstuk 3 is informatie gegeven over het energieverbruik van bovenstaande categorieën. Hieruit blijkt het volgende:

- 84% van het totale energieverbruik wordt veroorzaakt door de gemalen (sluizen 14%; stuwen 2%).
- 81% van het totale energieverbruik wordt veroorzaakt door de waterschappen (provincies 3%, RWS 16%).
- 97,9% van de objecten is in beheer bij waterschappen (provincies 1,1%, RWS 1,1%)
- Het energieverbruik van waterschappen wordt met name veroorzaakt door de gemalen (473 TJ/jr; stuwen 8 TJ/jr, sluizen 5 TJ/jr).

- Objecten in beheer bij RWS hebben het hoogste energieverbruik per object:
 - gemalen 2,73 TJ/jr*gemaal (waterschappen 0,13; provincies 0);
 - stuwen 0,99 TJ/jr*stuw (waterschappen 0; provincies 0);
 - sluizen 1,01 TJ/jr*sluis (waterschappen 0,03; provincies 0,22).
 In het algemeen verbruiken met name gemalen veel energie. De grootste verbruikers zijn opgenomen in Tabel 3-8.
- 82% van het energieverbruik bestaat uit het verbruik van elektriciteit (gas 7%, diesel 11%).
- Grootste energieverbruikers onder waterschappen:
 - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (65 TJ/jr);
 - Waterschap Zuiderzeeland (70 TJ/jr);
- Grootste energieverbruikers onder provincies:
 - Provincie Drenthe (10,8 TJ/jr).
- Ter vergelijking: Rijkswaterstaat verbruikt verspreid over de diverse regio's 99 TJ/jr.

Wanneer ervoor gekozen wordt om te focussen op de grote energieverbruikers, ligt het voor de hand om de maatregelen vooral te richten op objecten in beheer van Rijkswaterstaat (hoogste energieverbruik per object).

Waterschappen hebben een groot aandeel in het totale energieverbruik (81%). Het verbruik van de waterschappen wordt grotendeels veroorzaakt door de talloze gemalen. Dat betekent dat het energieverbruik erg versnipperd is over vele kleine objecten. Wanneer ervoor wordt gekozen om de gemalen van waterschappen aan te pakken, is het raadzaam dit gecoördineerd te doen, bijvoorbeeld door het voorstellen van maatregelen die altijd, overal en door iedereen eenvoudig kunnen worden toegepast.

De provincies verbruiken relatief weinig energie en hebben relatief weinig objecten in beheer. Er kan onderzocht worden of dit ook betekent dat deze objecten wat aan de aandacht ontsnappen, waardoor er nog niet geoptimaliseerd is voor energie-efficiëntie. Mogelijk valt hier nog winst te behalen. Wij stellen voor om hier niet op te focussen omdat het relatief veel tijd en moeite kost en het nog onduidelijk is of hier veel winst te behalen valt.

Focus op objecten in beheer van Rijkswaterstaat, objecten die elektriciteit verbruiken. Eventueel maatregelen die zich richten op de grote groep 'gemalen in beheer van waterschappen', mits goed gecoördineerd.

Welke organisatie(s)

Rijkswaterstaat heeft rechtstreeks invloed op de objecten die in eigen beheer zijn. Het ligt dan ook voor de hand om de maatregelen te richten op deze objecten.

Het is ook mogelijk om in overleg met provincies en waterschappen te treden en toe te werken naar bijvoorbeeld een convenant, ondertekend door deze organisaties, waarmee de organisaties toezeggen zich in te zullen spannen om de voorgestelde maatregelen toe te passen. Er moet dan worden nagedacht over de vraag hoe het voor deze organisaties mogelijk is om deze inspanning te leveren (tijd en geld), wanneer dit nog niet is opgenomen in de huidige jaarprogramma's en budgetten.

Wij adviseren om hier pragmatisch te werk te gaan. In het vorige onderdeel is aangegeven welke objecten/organisaties grootverbruiker zijn. Met de betreffende organisaties kan besproken worden of er een bereidheid is om het energieverbruik te verminderen en/of te verduurzamen. Sommige organisaties zijn hier uit zichzelf al mee bezig, zoals uiteengezet in paragraaf 3.2.1.

Richten op de eigen organisatie (RWS) omdat hier rechtstreeks invloed op is uit te oefenen. Daarnaast richten op organisaties die grote verbruikers beheren.

Termijn

Wij adviseren om te kiezen voor een mix van maatregelen die op korte termijn effect hebben en maatregelen die pas over iets langere tijd effectief worden. Kortetermijnmaatregelen maken ook op korte termijn zichtbaar dat er iets gedaan wordt, dit werkt motiverend. Langetermijnmaatregelen hebben de voorkeur wanneer deze maatregelen een groot effect hebben. Voor deze maatregelen is geld te reserveren.

De maatregelen kunnen het beste worden toegepast op 'natuurlijke momenten' zoals vervanging of renovatie van objecten. Objecten die nog prima functioneren moeten niet worden afgebroken, dat is kapitaalvernietiging en dat past niet in het principe van duurzaam omgaan met materialen.

Wanneer energiebesparingsmaatregelen zijn toe te passen op huidige objecten zonder dat er sprake is van kapitaalvernietiging, bijvoorbeeld beter afregelen of minder intensief gebruiken, kunnen maatregelen ook direct worden toegepast. Het is aan te raden om voor de grootverbruikers na te gaan of dit zinvol is.

Richten op mix van kortetermijnmaatregelen en langetermijnmaatregelen. Kapitaalvernietiging voorkomen.

Kosten

Het ambitieniveau, oftewel het bepalen hoe ver men kan gaan bij het toepassen van maatregelen, zal afhangen van het beschikbare budget en van de beschikbare capaciteit (mensen). Wij raden aan om een eerste grove selectie te maken van mogelijke maatregelen op basis van de hier geschetste visie. Eventueel kan zelfs een prioriteit worden aangebracht, waarbij maatregelen worden ingedeeld in de categorieën "zeker doen", "indien mogelijk ook doen" en "verlanglijstje". Vervolgens kan worden bepaald welke kosten daaraan verbonden zijn. Wanneer de kosten worden overschreden, kan vervolgens óf het budget worden bijgesteld, óf er moet verder worden geschrapt, óf sommige maatregelen kunnen worden uitgesteld.

Ambitieniveau en beschikbaar budget op elkaar afstemmen.

5 Energiebesparingsmaatregelen

Energiebesparingsmaatregelen kunnen op verschillende niveaus binnen organisaties worden genomen. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen bestuurlijke, organisatorische en technische maatregelen en activiteiten.

5.1 Bestuurlijk

In het licht van energiebesparing zijn het uitzetten van de beleidslijnen voor de organisatie en het nemen van beslissingen over investeringen belangrijke bestuurlijke taken. Zo wordt het mogelijk te sturen in plaats van energieverbruik te accepteren als een kostenpost die er nou eenmaal is.

Maatregelen die door het bestuur kunnen worden genomen ten behoeve van of ter bevordering van energiebesparing zijn:

- Opstellen van beleidslijn voor energiebesparing in de organisatie, waarbij vooral de randvoorwaarden vastgesteld worden, zoals ambitie en budget, en waarbij wordt aangesloten op het hoofdstuk visie in dit rapport.
- Integrale aanpak rond energiebesparing bevorderen, waarbij de coördinatie van verschillende initiatieven rondom energie verbeterd wordt.
- Samenwerking met andere organisaties in de waterbeheersector bevorderen, waarbij gezamenlijke initiatieven en het leren van elkaar centraal kunnen staan.

5.2 Organisatorisch

Organisatorische maatregelen vloeien grotendeels voort uit bestuurlijke besluiten. Op organisatorisch vlak zijn onder andere de volgende maatregelen te noemen:

- Implementeren van een energiezorgsysteem waardoor er binnen de organisatie een continue aandacht ontstaat voor het goed omgaan met energieverbruik.
- Monitoren van energieverbruiken en/of het beschikbaar krijgen van deze gegevens binnen de eigen organisatie. Wanneer de monitoring uitsluitend bij het energiebedrijf ligt en gegevens alleen geconsolideerd beschikbaar zijn via de factuur, kan overwogen worden om ook afspraken te maken over het verstrekken van de werkelijke verbruiksgegevens.
- Borgen van de verantwoordelijkheid voor energieverbruiksmonitoring in de functieomschrijving van bijvoorbeeld een energiecoördinator/-beheerder, eventueel als onderdeel van een bestaande functie.
- Gemeten energieverbruik koppelen aan stuurparameters, waardoor accenten voor verbetering ontstaan.

5.3 Technisch

De technische maatregelen om het energieverbruik te beperken zijn onder te verdelen in twee categorieën:

- Groot onderhoud aan installaties, waardoor bijvoorbeeld extra weerstand, ontstaan door slijtage, wordt verholpen en de installatie een gunstiger rendement heeft;
- Vernieuwen van installatie, nieuwbouw of renovatie, waardoor een gunstiger rendement gerealiseerd wordt door het gebruik van een energie-efficiënt ontwerp of de nieuwste techniek.

Dit hoofdstuk geeft per object een opsomming van de mogelijkheden voor energiebesparing op het vlak van nieuwbouw/renovatie en groot onderhoud.

Er is in dit hoofdstuk niet gekeken naar de mogelijkheden voor duurzame energieopwekking, aangezien dit al gedaan is in het rapport “Water als bron van duurzame energie, Inspiratieatlas van mogelijkheden” (Deltares, 2008). Op kleine schaal wordt op sommige locaties duurzame energie opgewekt. Zo is bij de bekeken objectgroepen het gebruik van zonnepanelen (vooral bij stuwen) en windturbines gangbaar. Kleinschalige energieopwekking kan onderhouds- en/of arbeidsintensief zijn.

5.3.1 Gemalen

De volgende besparingsmaatregelen in het kader van groot onderhoud zijn mogelijk:

- toepassen van energiezuinige verlichting, te denken valt aan:
 - energiezuinige lampen en armaturen bij kleine gemalen en daarnaast;
 - elektronische voorschakelapparaturen of LED-lampen bij grotere gemalen;
- reinigen inlaten/inlaatfilters van pompen.

Het tijdens groot onderhoud aanpassen van de instellingen (bijvoorbeeld in- en uitslagpeil) is erg riskant omdat hiermee ook het overstromingsrisico en de verdroging worden beïnvloed. In veel gevallen weegt dit hoger risico niet op tegen de geringe besparingen.

De volgende besparingsmaatregelen in het kader van nieuwbouw/renovatie zijn mogelijk:

- het toepassen van frequentieregelaars, met name bij middelgrote en grote gemalen;
- het toepassen van hoogrendementmotoren;
- betere anticipatie op weersomstandigheden zodat de pomp langer aangesloten kan draaien;
- vergroten van de bergingscapaciteit, zodat de pomp langer in zijn optimale werkpunt kan functioneren.

5.3.2 Stuwen

Voor stuwen zijn er geen voor de hand liggende energiebesparingsmaatregelen bekend. Wel kan de opwekking van energie met zonnepanelen interessant zijn.

5.3.3 Sluizen

De volgende besparingsmaatregelen in het kader van groot onderhoud zijn mogelijk:

- vervanging van de seinclampen door LED-verlichting, waarbij bij scheepvaartseinen grotere besparing mogelijk is dan bij landverkeersseinen gezien de bedrijfstijd;
- uitschakelen van standby-apparatuur (bijvoorbeeld video-systemen), vooral bij kleine sluizen die alleen in bepaalde seizoenen in werking zijn.

De volgende besparingsmaatregelen in het kader van nieuwbouw/renovatie zijn mogelijk:

- energiezuinige verlichting, veelal wel toegepast op grotere sluizen;
- beter isoleren van ruimten, apparaatverwarming en stilstandverwarming, met name bij kleinere sluizen is de procentuele besparingspotentieel hoger dan bij grotere sluizen;
- toepassen van toerentalregeling met frequentieregelaars op de hoofdmotoren van deuren (niet van toepassing op hydraulisch aangedreven sluisdeuren).

6 Conclusie en aanbevelingen

In paragraaf 1.2 is beschreven wat de doelstellingen zijn van dit rapport:

- het in kaart brengen van het jaarlijkse energieverbruik van de gemalen, stuwen en sluizen in Nederland;
- het representeren van het verschil in functioneren van regionale watersystemen;
- het geven van een visie op de mogelijkheid om het nationale en regionale energieverbruik te verminderen;
- het voorstellen van maatregelen om het nationale en regionale energieverbruik te verminderen.

Hieronder is kort weergegeven welk resultaat met dit onderzoek per doelstelling behaald is.

6.1 In kaart brengen energieverbruik

In hoofdstuk 3 is informatie gegeven over het energieverbruik van gemalen, stuwen en sluizen op het niveau van de waterschappen, de provincies en Rijkswaterstaat. Hieruit blijkt het volgende:

- 84% van het totale energieverbruik wordt veroorzaakt door de gemalen (sluizen 14%; stuwen 2%)
- 81% van het totale energieverbruik wordt veroorzaakt door de waterschappen (provincies 3%, RWS 16%)
- 97,9% van de objecten is in beheer bij waterschappen (provincies 1,1%, RWS 1,1%)
- Het energieverbruik van waterschappen wordt met name veroorzaakt door de gemalen (473 TJ/jr; stuwen 8 TJ/jr, sluizen 5 TJ/jr).
- Objecten in beheer bij RWS hebben het hoogste energieverbruik per object:
 - gemalen 2,73 TJ/jr*gemaal (waterschappen 0,13; provincies 0);
 - stuwen 0,99 TJ/jr*stuw (waterschappen 0; provincies 0);
 - sluizen 1,01 TJ/jr*sluis (waterschappen 0,03; provincies 0,22).In het algemeen verbruiken met name gemalen veel energie. De grootste verbruikers zijn opgenomen in Tabel 3-8.
- 82% van het energieverbruik bestaat uit het verbruik van elektriciteit (gas 7%, diesel 11%).
- Grootste energieverbruikers onder waterschappen:
 - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (65 TJ/jr);
 - Waterschap Zuiderzeeland (70 TJ/jr).
- Grootste energieverbruikers onder provincies:
 - Provincie Drenthe (10,8 TJ/jr).
- Ter vergelijking: Rijkswaterstaat verbruikt verspreid over de diverse regio's 99 TJ/jr.

6.2 Representeren verschillen regionale watersystemen

Regionale verschillen in energieverbruik doen zich voor. In het rapport is geanalyseerd welke verschillen er zijn en deze zijn afgezet tegen factoren die mogelijk van invloed zouden kunnen zijn, zoals neerslag, verstedelijking en relatieve hoeveelheid peilbeheer ten opzichte van de totale oppervlakte van het beheergebied. De getallen variëren sterk per waterschap en provincie, waardoor er geen gemene deler te ontdekken is. Wel zijn de globale ranges en de uitschieters in het rapport aangegeven. Het meest opvallende bij de waterschappen is het relatief hoge verbruik van de gemalen bij waterschap Zuiderzeeland en bij de provincies het relatief hoge verbruik van de sluizen in de provincie Drenthe.

6.3 Visie verminderen energieverbruik

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat de focus ligt op de volgende gebieden:

- Focus op zelf opwekken van duurzame energie en (onderzoek naar) energiebesparingsmogelijkheden.
- Focus op objecten in beheer van Rijkswaterstaat, objecten die elektriciteit verbruiken.
- Eventueel maatregelen die zich richten op de grote groep 'gemalen in beheer van waterschappen', mits goed gecoördineerd.
- Richten op de eigen organisatie (RWS) omdat hier rechtstreeks invloed op is uit te oefenen. Daarnaast richten op organisaties die grote verbruikers beheren.
- Richten op mix van kortetermijnmaatregelen en langetermijnmaatregelen. Kapitaalvernietiging voorkomen.
- Ambitieniveau en beschikbaar budget op elkaar afstemmen.

De in hoofdstuk 4 voorgestelde visie is gericht op energieverbruik. Het is ook mogelijk om breder te kijken, naar klimaataspecten. Een veranderend klimaat vraagt om adaptatie (aanpassing aan de veranderingen) en om mitigatie (tegengaan/verminderen van de effecten van de veranderingen). Energiebesparing is een onderdeel van mitigatie.

Door veranderingen als bodemdaling en zeespiegelstijging is het zeer waarschijnlijk dat de behoefte aan energie toeneemt. Eventuele energiebesparingen kunnen daardoor teniet gedaan worden. Ook door aardgaswinning zal in bepaalde gebieden de bodem verder kunnen dalen en wordt een hoger energieverbruik verwacht. Deze ontwikkelingen zijn in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten. Het is echter wel van belang ze in het achterhoofd te houden bij de keuze voor verdere maatregelen.

In het kader van adaptatie kan ook gedacht worden aan maatregelen in de sfeer van het vergroten van waterbergingsmogelijkheden, waardoor gemalen minder intensief gebruikt hoeven te worden (bespaart energie). Hier hangt mee samen dat er door klimaatverandering waarschijnlijk een hogere piekbelasting zal zijn, de seizoensverschillen zullen nog duidelijker merkbaar worden. Het kan zinvol zijn om te zoeken naar maatregelen die hierop inspelen.

6.4 Maatregelen verminderen energieverbruik

Maatregelen kunnen worden getroffen op bestuurlijk, organisatorisch en technisch niveau. Bestuurlijk is het van belang beleidslijnen uit te zetten die erop gericht zijn het energieverbruik in kaart te brengen en te beheersen. Zo wordt het mogelijk erop te sturen in plaats van het te accepteren als een kostenpost die er nou eenmaal is. Maatregelen op organisatorisch vlak zijn gericht op het (duidelijker) aanwijzen van een energiecoördinator en het zelf kunnen monitoren van energieverbruiksgegevens. Maatregelen op technisch vlak gaan in op de mogelijkheden die er zijn om objecten (sluizen, stuwen, gemalen) aan te passen of het gebruik hiervan aan te passen om energiebesparing te realiseren.

7 Referentielijst

- [1] www.haven-amsterdam.nl. Maart 2009
- [2] SenterNovem (2007). Kompas Energiebewust wonen en werken, Cijfers en tabellen.
- [3] DHV (2005). Bepaling energieverbruik en besparingspotentieel GWW-sector.
- [4] www.knmi.nl. April 2009
- [5] CBS statline. statline.cbs.nl/statweb/. April 2009.
- [6] Deltares (2008). Water als bron van duurzame energie, Inspiratieatlas van mogelijkheden.
- [7] www.ecn.nl. Maart 2009
- [8] www.nhi.nu. April 2009
- [9] LGN5

8 Verklaring der tekens

-	= nihil
W	= Watt (1 J/s)
kW	= 1 kiloWatt (1.000 J/s)
Wh	= Wattuur (3.600 J)
J	= Joule
ton	= 1.000 kg
M	= Mega (10^6)
G	= Giga (10^9)
T	= Tera (10^{12})
P	= Penta (10^{15})
mln	= miljoen

In geval van afronding kan het voorkomen, dat de totalen niet geheel overeenstemmen met de som der opgetelde getallen.

Bijlage 1

Vragenlijsten waterschappen en provincies

Vragenlijst energieverbruik oppervlaktewater - werkelijke gegevens

geel vak invullen; wanneer een onderdeel niet van toepassing is dan a.u.b. invullen: 'n.v.t.'

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Waterschap

[Naam invullen]

Aandeel duurzame energie (schatting)

Is de gebruikte energie duurzaam opgewekt?

Zo ja, hoe groot is het aandeel duurzame energie?

Zo nee, is uw organisatie van plan om t.z.t. duurzame energie in te kopen?

Vanaf wanneer zal dat (ongeveer) zijn?

kies uit menu

%

kies uit menu

kies uit menu

Poldergemalen

totaal

	2007	eenheid
Aantal poldergemalen in beheer		poldergemalen
Aantal poldergemalen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		poldergemalen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		m ³ /jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Poldergemalen waarvan het energieverbruik NIET bekend is

	capaciteit (m ³ /minuut)	2007	
Aantal inlaatgemalen, oppervlaktegemalen en verversingsgemalen	1 - 10		stuks
Aantal kleine poldergemalen	10 - 50		stuks
Aantal middelgrote poldergemalen	50 - 500		stuks
Aantal grote polder- of boezemgemalen	500 - 3.500		stuks

Stuwen, die energie verbruiken

totaal

	2007	eenheid
Aantal stuwen in beheer		stuwen
Aantal stuwen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		stuwen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		m ³ /jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Stuwen, die energie verbruiken, waarvan het energieverbruik NIET bekend is

	opgesteld vermogen (kW)	2007	
Aantal kleine stuwen	0-5		stuks
Aantal middelgrote stuwen	5-15		stuks
Aantal grote stuwen	≥15		stuks

Sluizen

totaal

	2007	eenheid
Aantal sluizen in beheer		sluizen
Aantal sluizen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		sluizen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		m ³ /jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Sluizen waarvan het energieverbruik NIET bekend is

naam sluis	naam sluis	naam sluis	naam sluis	
Aantal schuttingen per sluis per jaar				schuttingen
Totaal deuropervlak per sluis				m ²
Eigenschap energiebeheer	weet niet	gemiddeld energieverbruik	gemiddeld energieverbruik	

Opmerkingen

Vragenlijst energieverbruik oppervlaktewater

geel vak invullen; wanneer een onderdeel niet van toepassing is dan a.u.b. invullen: 'n.v.t.'



Provincie
(Naam invullen)

Aandeel duurzame energie (schatting)		
Is de gebruikte energie duurzaam opgevekt?		kies uit menu
Zo ja, hoe groot is het aandeel duurzame energie?		%
Zo nee, is uw organisatie van plan om t.z.t. duurzame energie in te kopen?		kies uit menu
Vanaf wanneer zal dat (ongeveer) zijn?		kies uit menu

Poldergemalen	totaal	
	2007	eenheid
Aantal poldergemalen in beheer		poldergemalen
Aantal poldergemalen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		poldergemalen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		kWh/jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Poldergemalen waarvan het energieverbruik NIET bekend is		
	capaciteit (m3/minuut)	2007
Aantal inlaatgemalen, oppervlaktegemalen en verversingsgemalen	1 - 10	stuk/s
Aantal kleine poldergemalen	10 - 50	stuk/s
Aantal middelgrote poldergemalen	50 - 500	stuk/s
Aantal grote polder- of boezemgemalen	500 - 3.500	stuk/s

Stuwen die energie verbruiken	totaal	
	2007	eenheid
Aantal stuwen in beheer		stuwen
Aantal stuwen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		stuwen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		kWh/jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Stuwen waarvan het energieverbruik NIET bekend is		
	capaciteit (eenheid)	2007
Aantal kleine stuwen	pm	stuk/s
Aantal middelgrote stuwen	pm	stuk/s
Aantal grote stuwen	pm	stuk/s

Sluizen	totaal	
	2007	eenheid
Aantal sluizen in beheer		sluizen
Aantal sluizen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		sluizen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		kWh/jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Sluizen waarvan het energieverbruik NIET bekend is		
naam sluis	naam sluis	naam sluis
Aantal schuttingen per sluis per jaar		schuttingen
Totaal deuropervlak per sluis		m2
Eigenschap energiebeheer	energiebeheer	nieuwsluis

Hoogwaterkering	totaal	
	2007	eenheid
Aantal waterkeringen in beheer		waterkeringen
Aantal waterkeringen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		waterkeringen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		kWh/jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Pompen (NIET polder- en/of rioolgemaalpompen)	totaal	
	2007	eenheid
Aantal overige pompen in beheer		pompen
Aantal overige pompen waarvan energieverbruik bekend is en in deze tabel is ingevuld		pompen
Elektriciteitsverbruik		kWh/jr
Aardgasverbruik		kWh/jr
Dieselverbruik		l/jr
Verbruik overig (graag aangeven wat er verbruikt wordt)		eenheid invullen

Pompen waarvan het energieverbruik NIET bekend is		
	capaciteit (m3/minuut)	2007
Aantal zeer kleine pompen	1 - 10	stuk/s
Aantal kleine pompen	10 - 50	stuk/s
Aantal middelgrote pompen	50 - 500	stuk/s
Aantal grote pompen	500 - 3.500	stuk/s

Opmerkingen

Bijlage 2

Herkomst energieverbruiken

Waterschap (WS) / Hoogheemraadschap (HS)	werkelijk verbruik	werkelijk + kentallen	kentallen	prognose	afwijkend jaartal	
WS Fryslân				x	2009	alleen prognose voor 2009 ontvangen
WS Noorderzijlvest		x				12 sluizen onbekend verbruik: 5 kleine x 500 kWh/jr, 2 met 0 schuttingen en overige 5 berekend op basis van formule voor gemiddelde sluis, $E=0,124 \cdot \text{aantal schuttingen} \cdot \text{oppervlakte van de sluisdeuren}$
WS Hunze en Aas	x					
WS Reest en Wieden		x				Uit het ontvangen spreadsheet zijn de aantallen en verbruiken voor de objecten gefilterd. Omdat uit de naamgeving van de gemalen en stuwen niet altijd duidelijk is, welk type object het betreft, zijn degenen met 'stuw' of 'inlaat' in de naamgeving deze als stuw geclassificeerd. Hierdoor komen 167 objecten als gemaal naar voren, terwijl de internetsite van het waterschap slechts 126 gemalen opgeeft. Van het verschil (41 stuks) is aangenomen dat dit stuwen betreft met een verbruik van 400 kWh/jr, dit verbruik is van het berekende verbruik voor gemalen afgetrokken.
WS Velt en Vecht	x					
WS Zuiderzeeland	x				gas: 2008	Op gemaal Visseringen wordt elektriciteit opgewekt en teruggeleverd aan het net, de kWh-inkoop is verminderd met deze kWh-opgewekt. De warmtelevering bespaart 600.000 m ³ aardgas voor het nabijgelegen industrieterrein. Hier is geen rekening mee gehouden. In 2008 zijn enkele dieselmotoren vervangen door elektrische, waardoor het elektriciteitsverbruik in 2008 hoger en het dieselverbruik lager is dan in 2007 (het gebruikte jaar).
WS Groot Salland	x				2006	
WS Regge en Dinkel	x				gem. 1995, 1997, 1998 en 1999	
WS Veluwe		x				46 gemalen onbekend (van totaal 55) x 25.000 kWh/jr en totaal aantal stuwen x 400 kWh/jr, 6 sluizen waar niet wordt gevaren dus 0 kWh/jr
HS Hollands Noorderkwartier	x				2006	
HS van Rijnland		x				52 gemalen onbekend (van totaal 336) x 10.050 kWh/jr
Waternet	x					
HS De Stichtse Rijnlanden		x				totaal aantal gemalen x 25.000 kWh/jr en totaal aantal stuwen x 400 kWh/jr, verbruik 2 sluizen bekend geëxtrapoleerd naar overige 9
WS Vallei en Eem		x				25 gemalen onbekend (van totaal 37) x 10.050 kWh/jr en 67 stuwen onbekend (van totaal 70) x 400 kWh/jr
WS Rijn en IJssel	x					
HS van Delfland		x			2008	44 kleine gemalen onbekend (van totaal 160) x 10.050 kWh/jr

Waterschap (WS) / Hoogheemraadschap (HS)	werkelijk verbruik	werkelijk + kentallen	kentallen	prognose	afwijkend jaartal	
HS Schieland en de Krimpenerwaard	x					
WS Hollandse Delta			x			279 gemalen in beheer waarvan 10 op diesel, 269 x 25.000 kWh (=90.000 MJ/jr) en 10 x 2.517 m ³ /jr (=90.000 MJ/jr). Op basis van lijst met kunstwerken, aantal regelbare automatische stuwen ingeschat op 121 stuks x 400 kWh/jr en aantal sluizen ingeschat op 13 x 9.800 kWh/jr
WS Rivierenland		x			2008	1 kleine sluis onbekend (van totaal 3) x 500 kWh/jr
WS Zeeuwse Eilanden	x				2006	
WS Zeeuws Vlaanderen		x				2 kleine gemalen onbekend (van totaal 27) x 10.050 kWh/jr
WS Brabantse Delta	x					
WS De Dommel			x			totaal aantal gemalen x 25000 kWh/jr en totaal aantal stuwen x 400 kWh/jr
WS Aa en Maas	x					
WS Roer en Overmaas		x				2 stuwen onbekend (van totaal 14) x 400 kWh/jr
WS Peel en Maasvallei	x					
Provincie	werkelijk verbruik	werkelijk + kentallen	kentallen	prognose	afwijkend jaartal	
Groningen			x			Gemiddeld verbruik voor sluizen van alle provincies (excl Groningen en Noord Holland) opgenomen
Fryslân	x					Door provincie aangegeven dat 22 (van totaal 24) sluizen nauwelijks tot geen energie verbruiken, deze zijn op 0 kWh/jr gezet
Drenthe		x			2008	van alle sluizen halfjaarverbruik bekend x 2
Overijssel		x				1 stuw onbekend (van totaal 1) x 400 kWh/jr
Gelderland	x					niets in beheer
Flevoland	x				2008	
Noord-Holland			x			Gemiddeld verbruik voor sluizen van alle provincies (excl Groningen en Noord Holland) opgenomen
Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	x				2006	
Zeeland	x				2008	
Utrecht (zie provincie Zuid-Holland)	x				2006	Enige verbruiker van Utrecht (grote sluis bij Vianen) zit in cijfers Zuid Holland
Noord-Brabant	x				2008	niets in beheer
Limburg	x					niets in beheer

Rijkswaterstaat	werkelijk verbruik	werkelijk + kentallen	kentallen	prognose	afwijkend jaartal
Rijkswaterstaat	x				

Bijlage 3

Energiegegevens

Energiegegevens alle objecten

Alle objecten waterschappen	#	kWh/jr	MJ/jr (elektrisch)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Waterschappen	7.000	114.629.043	412.664.553	1.390.332	44.004.008	1.899.411	67.922.930	485.653.364	486
Wetterskip Fryslân	808	12.870.669	46.334.408	-	-	-	-	46.334.408	46
Waterschap Noorderzijlvest	583	3.526.747	12.696.289	-	-	305.000	10.906.800	23.603.089	24
Waterschap Hunze en Aas	390	6.616.528	23.819.501	-	-	-	-	23.819.501	24
Waterschap Reest en Wieden	179	3.093.655	11.137.158	9.063	286.844	-	-	11.424.002	11
Waterschap Velt en Vecht	184	1.963.247	7.067.689	-	-	-	-	7.067.689	7
Waterschap Zuiderzeeland	55	9.316.776	33.540.394	1.160.000	36.714.000	606.245	21.679.321	70.254.394	70
Waterschap Groot Salland	237	3.907.976	14.068.714	12.999	411.418	-	-	14.480.132	14
Waterschap Regge en Dinkel	135	230.446	829.607	-	-	-	-	829.607	1
Waterschap Veluwe	99	1.696.865	6.108.715	-	-	-	-	6.108.715	6
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	470	18.022.668	64.881.605	-	-	-	-	64.881.605	65
Hoogheemraadschap van Rijnland	364	3.055.698	11.000.513	43.251	1.368.894	438.100	15.666.456	28.035.863	28
Waternet	240	7.986.374	28.750.946	62.000	1.962.300	-	-	30.713.246	31
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	343	4.476.600	16.115.760	-	-	-	-	16.115.760	16
Waterschap Vallei en Eem	107	885.850	3.189.060	-	-	-	-	3.189.060	3
Waterschap Rijn en IJssel	106	1.782.046	6.415.366	6.476	204.965	-	-	6.620.331	7
Hoogheemraadschap van Delfland	232	2.804.321	10.095.556	-	-	-	-	10.095.556	10
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	99	5.790.375	20.845.350	20.055	634.741	67.437	2.411.547	23.891.638	24
Waterschap Hollandse Delta	413	6.900.800	24.842.880	-	-	25.168	900.000	24.842.880	25
Waterschap Rivierenland	348	7.377.065	26.557.434	50.000	1.582.500	315.000	11.264.400	28.139.934	28
Waterschap Zeeuwse Eilanden	218	3.824.654	13.768.754	21.705	686.963	-	-	14.455.718	14
Waterschap Zeeuws Vlaanderen	47	1.382.809	4.978.112	4.783	151.382	142.461	5.094.405	5.129.494	5
Waterschap Brabantse Delta	241	3.600.000	12.960.000	-	-	-	-	12.960.000	13
Waterschap De Dommel	874	1.555.000	5.598.000	-	-	-	-	5.598.000	6
Waterschap Aa en Maas	148	1.770.973	6.375.503	-	-	-	-	6.375.503	6
Waterschap Roer en Overmaas	14	7.500	27.000	-	-	-	-	27.000	0
Waterschap Peel en Maasvallei	66	183.400	660.240	-	-	-	-	660.240	1
Alle objecten RWS/prov	#	kWh/jr	MJ/jr (el.)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Provincies	77	4.655.099	16.758.357	-	-	-	-	16.758.357	17
Provincie Groningen	6	387.892	1.396.410	-	-	-	-	1.396.410	1
Provincie Fryslân	24	108.785	391.626	-	-	-	-	391.626	0
Provincie Drenthe	14	2.994.632	10.780.675	-	-	-	-	10.780.675	11
Provincie Overijssel	9	25.400	91.440	-	-	-	-	91.440	0
Provincie Gelderland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Flevoland	10	261.376	940.954	-	-	-	-	940.954	1
Provincie Noord-Holland	6	387.892	1.396.410	-	-	-	-	1.396.410	1
Provincie Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	5	284.970	1.025.892	-	-	-	-	1.025.892	1
Provincie Zeeland	2	204.153	734.951	-	-	-	-	734.951	1
Provincie Utrecht (zie prov. Z.-H.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Brabant	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Limburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal Rijkswaterstaat	76	27.498.543	98.994.757	-	-	-	-	98.994.757	99

Energiegegevens gemalen

Gemalen waterschappen	#	kWh/jr	MJ/jr (elektrisch)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Waterschappen	3.731	111.087.333	399.914.400	1.388.743	43.953.716	1.899.411	67.922.930	472.852.919	473
Wetterskip Fryslân	734	12.811.623	46.121.843	-	-	-	-	46.121.843	46
Waterschap Noorderzijlvest	131	3.460.379	12.457.364	-	-	305.000	10.906.800	23.364.164	23
Waterschap Hunze en Aas	130	6.435.089	23.166.320	-	-	-	-	23.166.320	23
Waterschap Reest en Wieden	126	3.041.228	10.948.421	9.063	286.844	-	-	11.235.265	11
Waterschap Velt en Vecht	109	1.861.300	6.700.679	-	-	-	-	6.700.679	7
Waterschap Zuiderzeeland	12	9.066.776	32.640.394	1.160.000	36.714.000	606.245	21.679.321	69.354.394	69
Waterschap Groot Salland	137	3.584.063	12.902.627	12.999	411.418	-	-	13.314.045	13
Waterschap Regge en Dinkel	35	200.446	721.607	-	-	-	-	721.607	1
Waterschap Veluwe	55	1.681.665	6.053.995	-	-	-	-	6.053.995	6
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	363	17.788.503	64.038.611	-	-	-	-	64.038.611	64
Hoogheemraadschap van Rijnland	336	2.994.967	10.781.881	41.662	1.318.602	438.100	15.666.456	27.766.940	28
Waternet	220	7.795.474	28.063.706	62.000	1.962.300	-	-	30.026.006	30
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	173	4.325.000	15.570.000	-	-	-	-	15.570.000	16
Waterschap Vallei en Eem	37	851.250	3.064.500	-	-	-	-	3.064.500	3
Waterschap Rijn en IJssel	44	1.461.570	5.261.652	6.476	204.965	-	-	5.466.617	5
Hoogheemraadschap van Delfland	204	2.744.296	9.879.466	-	-	-	-	9.879.466	10
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	97	5.790.375	20.845.350	20.055	634.741	67.437	2.411.547	23.891.638	24
Waterschap Hollandse Delta	279	6.725.000	24.210.000	-	-	25.168	900.000	24.210.000	24
Waterschap Rivierenland	228	7.210.606	25.958.182	50.000	1.582.500	315.000	11.264.400	27.540.682	28
Waterschap Zeeuwse Eilanden	72	3.776.450	13.595.220	21.705	686.963	-	-	14.282.183	14
Waterschap Zeeuws Vlaanderen	27	1.364.945	4.913.802	4.783	151.382	142.461	5.094.405	5.065.184	5
Waterschap Brabantse Delta	36	3.000.000	10.800.000	-	-	-	-	10.800.000	11
Waterschap De Dommel	49	1.225.000	4.410.000	-	-	-	-	4.410.000	4
Waterschap Aa en Maas	75	1.734.328	6.243.581	-	-	-	-	6.243.581	6
Waterschap Roer en Overmaas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Peel en Maasvallei	22	157.000	565.200	-	-	-	-	565.200	1
Gemalen RWS/prov	#	kWh/jr	MJ/jr (el.)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Provincies	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Groningen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Fryslân	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Drenthe	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Overijssel	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Gelderland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Flevoland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Holland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Zeeland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Utrecht (zie prov. Z.-H.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Brabant	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Limburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal Rijkswaterstaat	13	9.868.291	35.525.847	-	-	-	-	35.525.847	36

Energiegegevens Stuwen

Stuwen waterschappen	#	kWh/jr	MJ/jr (elektrisch)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Waterschappen	3.114	2.122.236	7.640.048	-	-	-	-	7.640.048	8
Wetterskip Fryslân	58	28.840	103.824	-	-	-	-	103.824	0
Waterschap Noorderzijlvest	439	26.634	95.882	-	-	-	-	95.882	0
Waterschap Hunze en Aas	242	110.798	398.873	-	-	-	-	398.873	0
Waterschap Reest en Wieden	48	19.574	70.466	-	-	-	-	70.466	0
Waterschap Velt en Vecht	60	74.898	269.631	-	-	-	-	269.631	0
Waterschap Zuiderzeeland	40	230.000	828.000	-	-	-	-	828.000	1
Waterschap Groot Salland	97	287.341	1.034.428	-	-	-	-	1.034.428	1
Waterschap Regge en Dinkel	100	30.000	108.000	-	-	-	-	108.000	0
Waterschap Veluwe	38	15.200	54.720	-	-	-	-	54.720	0
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	87	109.064	392.630	-	-	-	-	392.630	0
Hoogheemraadschap van Rijnland	25	29.008	104.429	-	-	-	-	104.429	0
Waternet	12	28.098	101.153	-	-	-	-	101.153	0
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	159	63.600	228.960	-	-	-	-	228.960	0
Waterschap Vallei en Eem	70	34.600	124.560	-	-	-	-	124.560	0
Waterschap Rijn en IJssel	61	275.795	992.862	-	-	-	-	992.862	1
Hoogheemraadschap van Delfland	25	20.464	73.670	-	-	-	-	73.670	0
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Hollandse Delta	121	48.400	174.240	-	-	-	-	174.240	0
Waterschap Rivierenland	117	154.113	554.807	-	-	-	-	554.807	1
Waterschap Zeeuwse Eilanden	140	18.400	66.240	-	-	-	-	66.240	0
Waterschap Zeeuws Vlaanderen	20	17.864	64.310	-	-	-	-	64.310	0
Waterschap Brabantse Delta	200	100.000	360.000	-	-	-	-	360.000	0
Waterschap De Dommel	825	330.000	1.188.000	-	-	-	-	1.188.000	1
Waterschap Aa en Maas	72	35.645	128.322	-	-	-	-	128.322	0
Waterschap Roer en Overmaas	14	7.500	27.000	-	-	-	-	27.000	0
Waterschap Peel en Maasvallei	44	26.400	95.040	-	-	-	-	95.040	0
Stuwen RWS/prov	#	kWh/jr	MJ/jr (el.)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Provincies	1	400	1.440	-	-	-	-	1.440	0
Provincie Groningen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Fryslân	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Drenthe	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Overijssel	1	400	1.440	-	-	-	-	1.440	0
Provincie Gelderland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Flevoland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Holland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Zeeland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Utrecht (zie prov. Z.-H.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Brabant	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Limburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal Rijkswaterstaat	4	1.101.891	3.966.807	-	-	-	-	3.966.807	4

Energiegegevens sluizen

Sluizen waterschappen	#	kWh/jr	MJ/jr (elektrisch)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Waterschappen	155	1.419.474	5.110.105	1.589	50.292	-	-	5.160.397	5
Wetterskip Fryslân	16	30.206	108.742	-	-	-	-	108.742	0
Waterschap Noorderzijlvest	13	39.734	143.042	-	-	-	-	143.042	0
Waterschap Hunze en Aas	18	70.641	254.308	-	-	-	-	254.308	0
Waterschap Reest en Wieden	5	32.853	118.271	-	-	-	-	118.271	0
Waterschap Velt en Vecht	15	27.050	97.379	-	-	-	-	97.379	0
Waterschap Zuiderzeeland	3	20.000	72.000	-	-	-	-	72.000	0
Waterschap Groot Salland	3	36.572	131.659	-	-	-	-	131.659	0
Waterschap Regge en Dinkel	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Veluwe	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	20	125.101	450.364	-	-	-	-	450.364	0
Hoogheemraadschap van Rijnland	3	31.723	114.203	1.589	50.292	-	-	164.495	0
Waternet	8	162.802	586.087	-	-	-	-	586.087	1
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	11	88.000	316.800	-	-	-	-	316.800	0
Waterschap Vallei en Eem	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Rijn en IJssel	1	44.681	160.852	-	-	-	-	160.852	0
Hoogheemraadschap van Delfland	3	39.561	142.420	-	-	-	-	142.420	0
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Hollandse Delta	13	127.400	458.640	-	-	-	-	458.640	0
Waterschap Rivierenland	3	12.346	44.446	-	-	-	-	44.446	0
Waterschap Zeeuwse Eilanden	6	29.804	107.294	-	-	-	-	107.294	0
Waterschap Zeeuws Vlaanderen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Brabantse Delta	5	500.000	1.800.000	-	-	-	-	1.800.000	2
Waterschap De Dommel	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Aa en Maas	1	1.000	3.600	-	-	-	-	3.600	0
Waterschap Roer en Overmaas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Waterschap Peel en Maasvallei	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sluizen RWS/prov	#	kWh/jr	MJ/jr (el.)	m3/jr	MJ/jr (gas)	l/jr	MJ/jr (diesel)	MJ/jr (tot.)	TJ/jr (tot.)
Totaal Provincies	76	4.654.699	16.756.917	-	-	-	-	16.756.917	17
Provincie Groningen	6	387.892	1.396.410	-	-	-	-	1.396.410	1
Provincie Fryslân	24	108.785	391.626	-	-	-	-	391.626	0
Provincie Drenthe	14	2.994.632	10.780.675	-	-	-	-	10.780.675	11
Provincie Overijssel	8	25.000	90.000	-	-	-	-	90.000	0
Provincie Gelderland	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Flevoland	10	261.376	940.954	-	-	-	-	940.954	1
Provincie Noord-Holland	6	387.892	1.396.410	-	-	-	-	1.396.410	1
Provincie Zuid-Holland (incl. provincie Utrecht)	5	284.970	1.025.892	-	-	-	-	1.025.892	1
Provincie Zeeland	2	204.153	734.951	-	-	-	-	734.951	1
Provincie Utrecht (zie prov. Z.-H.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Noord-Brabant	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Provincie Limburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal Rijkswaterstaat	59	16.528.362	59.502.103	-	-	-	-	59.502.103	60

Bijlage 4

Waterschappen en provincies van Nederland





Bijlage 5

Percentage stedelijk gebied en peilbeheer per waterschap en provincie

	Peilbeheer*	Vrij afwaterend*	Bebouwing
	[8]	[8]	stedelijk gebied [9]
Wetterskip Fryslân	100%	0%	7%
Waterschap Noorderzijlvest	85%	15%	9%
Waterschap Hunze en Aas	75%	25%	11%
Waterschap Reest en Wieden	30%	70%	7%
Waterschap Velt en Vecht	0%	100%	10%
Waterschap Zuiderzeeland	100%	0%	6%
Waterschap Groot Salland	90%	10%	9%
Waterschap Regge en Dinkel	0%	100%	14%
Waterschap Veluwe	15%	85%	12%
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	95%	5%	16%
Hoogheemraadschap van Rijnland	90%	10%	31%
Waternet	85%	15%	31%
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	90%	10%	22%
Waterschap Vallei en Eem	10%	90%	17%
Waterschap Rijn en IJssel	15%	85%	10%
Hoogheemraadschap van Delfland	95%	5%	45%
Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	100%	0%	33%
Waterschap Hollandse Delta	90%	10%	26%
Waterschap Rivierenland	90%	10%	14%
Waterschap Zeeuwse Eilanden	95%	5%	10%
Waterschap Zeeuws Vlaanderen	100%	0%	8%
Waterschap Brabantse Delta	20%	80%	17%
Waterschap De Dommel	0%	100%	19%
Waterschap Aa en Maas	5%	95%	15%
Waterschap Roer en Overmaas	0%	100%	27%
Waterschap Peel en Maasvallei	0%	100%	12%

* Afgerond naar 5-tallen

	Peilbeheer*	Vrij afwaterend*	Bebouwing
	[8]	[8]	stedelijk gebied [9]
Provincie Groningen	100%	0%	8%
Provincie Fryslân	100%	0%	4%
Provincie Drenthe	20%	80%	9%
Provincie Overijssel	40%	60%	11%
Provincie Gelderland	30%	70%	13%
Provincie Flevoland	100%	0%	6%
Provincie Noord-Holland	90%	10%	17%
Provincie Zuid-Holland	95%	5%	23%
Provincie Zeeland	95%	5%	6%
Provincie Utrecht	70%	30%	21%
Provincie Noord-Brabant	10%	90%	16%
Provincie Limburg	0%	100%	19%

* Afgerond naar 5-tallen