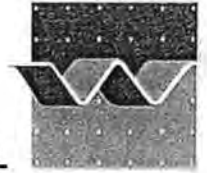
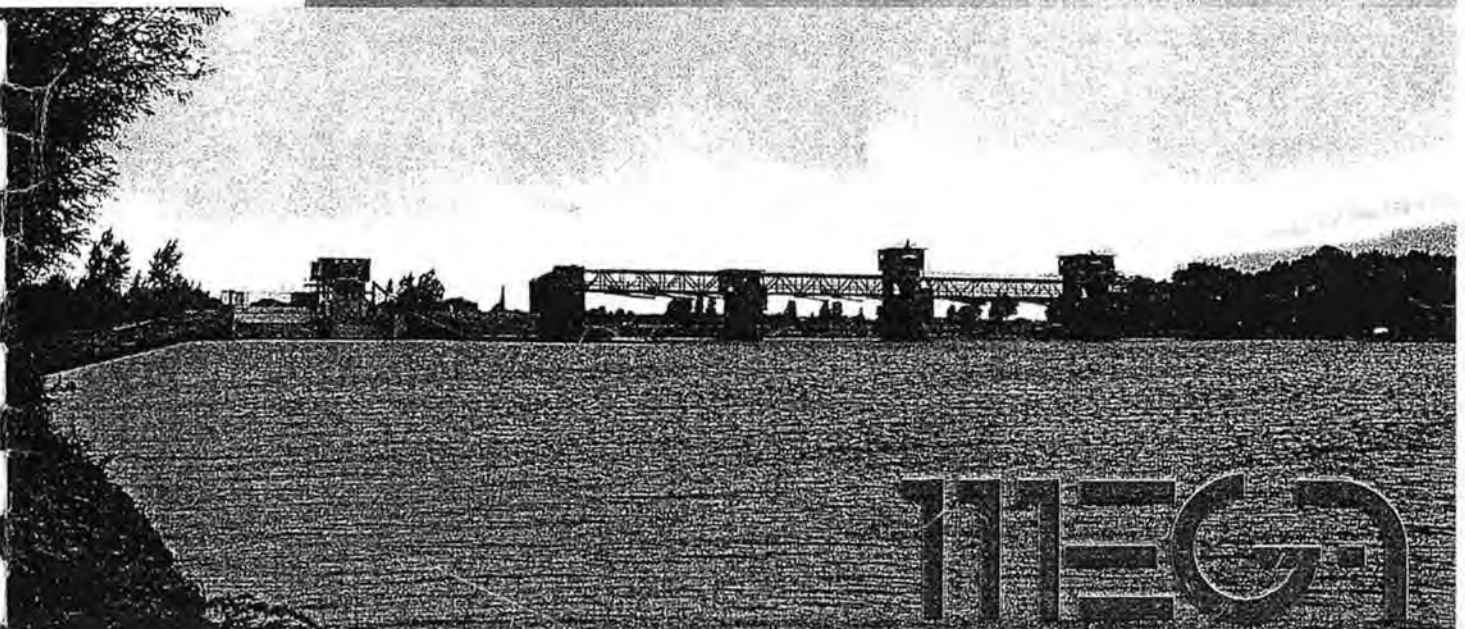
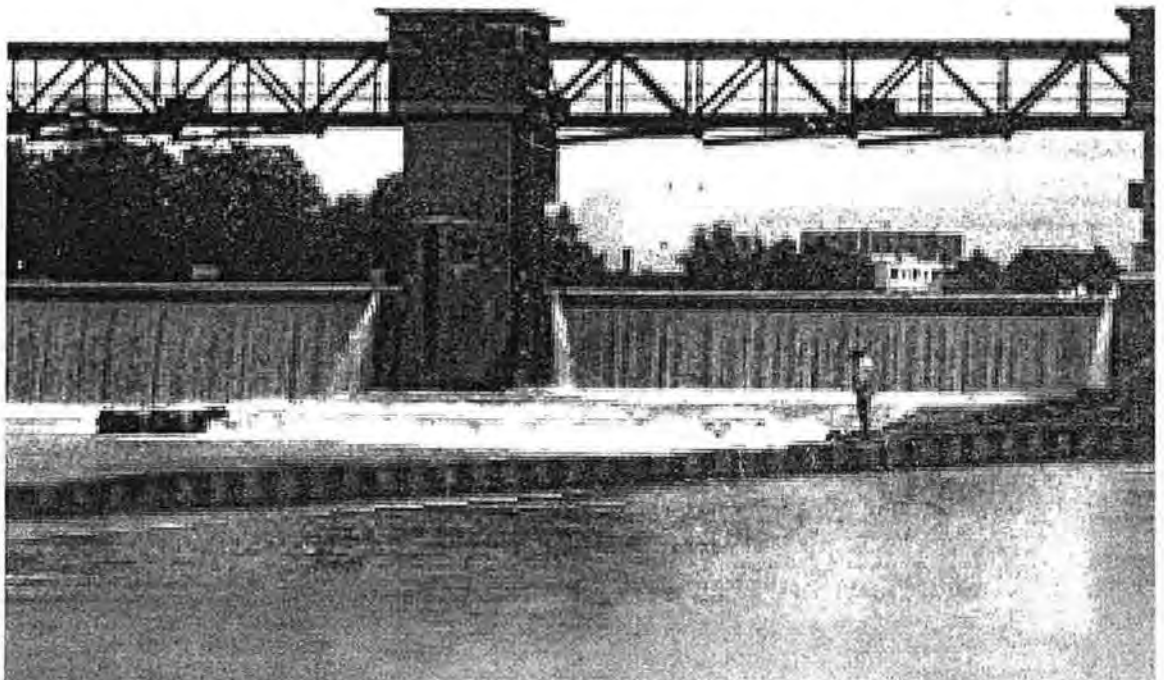


786-38

waterloopkundig laboratorium|wl



# Milieu-effectrapport Waterkrachtcentrale Borgharen



**MEGA**  
L I M B U R G

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1 – 1</b>
	1.1 Algemeen .....	1 – 1
	1.2 Reikwijdte en procedure .....	1 – 2
	1.3 Inhoud MER .....	1 – 3
<b>2</b>	<b>Probleemstelling en doel</b> .....	<b>2 – 1</b>
	2.1 Algemeen .....	2 – 1
	2.2 Probleemschets .....	2 – 1
	2.3 Locatieselectie .....	2 – 5
	2.4 Doel .....	2 – 8
	2.5 De relevante wet- en regelgeving .....	2 – 8
	2.6 Randvoorwaarden en afwegingscriteria .....	2 – 10
	2.6.1    Beleidskader .....	2 – 10
	2.6.2    Randvoorwaarden initiatiefnemer .....	2 – 11
	2.7 Vergelijking alternatieven .....	2 – 11
<b>3</b>	<b>Voorgenomen activiteit en alternatieven</b> .....	<b>3 – 1</b>
	3.1 Inleiding .....	3 – 1
	3.2 Beschrijving van de Voorgenomen Activiteit .....	3 – 1
	3.2.1    Ligging van de waterkrachtcentrale .....	3 – 1
	3.2.2    Overzicht terrein en installaties .....	3 – 3
	3.2.3    Werking van de centrale .....	3 – 3
	3.2.4    Beschrijving van de hulpsystemen .....	3 – 3
	3.3 De aanleg .....	3 – 4
	3.3.1    Bouwmethodiek .....	3 – 4
	3.3.2    Civiele technieken .....	3 – 5
	3.3.3    Ontgronding en bemaling .....	3 – 7
	3.3.4    Ontsluiting .....	3 – 11
	3.3.5    Aansluiting op het electriciteitsnet .....	3 – 12
	3.3.6    Geluid .....	3 – 12
	3.3.7    Uitvoeringsvolgorde .....	3 – 12
	3.3.8    Beschrijving civiele constructie .....	3 – 13
	3.4 Het gebruiksproces .....	3 – 14
	3.4.1    Opgewekt vermogen .....	3 – 14
	3.4.2    Turbine-typen .....	3 – 14
	3.4.3    Ontwerp van de waterkrachtcentrale .....	3 – 14
	3.5 De bedrijfsvoering .....	3 – 16
	3.5.1    Procesbewaking/-controle .....	3 – 16
	3.5.2    Hoeveelheid verwerkt water .....	3 – 16
	3.5.3    Randvoorwaarden voor inwerkingstelling .....	3 – 17
	3.5.4    Maatregelen ter afvlakking van afvoerfluctuaties door waterkrachtcentrale	

	Lixhe (België) . . . . .	3 – 17
3.5.5	Onderhoud en revisie . . . . .	3 – 17
3.5.6	Geluid . . . . .	3 – 18
3.5.7	Lozing van huishoudelijk en bedrijfsafvalwater naar de rivier de Maas . . . . .	3 – 19
3.5.8	Calamiteiten . . . . .	3 – 19
3.6	De beëindigingsfase . . . . .	3 – 19
3.7	Uitvoeringsvarianten . . . . .	3 – 20
3.7.1	Ligging van de waterkrachtcentrale . . . . .	3 – 20
3.7.2	Zuurstofhuishouding in de Maas . . . . .	3 – 20
3.7.3	Mechanische schade aan stroomafwaarts migrerende vis . . . . .	3 – 21
3.7.4	Afvlakking afvoerfluctuaties Maas . . . . .	3 – 25
3.7.5	Wijze van aanleg . . . . .	3 – 26
3.7.6	Conclusie . . . . .	3 – 27
3.8	Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) . . . . .	3 – 29
3.8.1	Eisen aan het MMA . . . . .	3 – 29
3.8.2	Milieuwinst en natuureffecten: het MMA <sub>natuur</sub> . . . . .	3 – 29
3.8.3	MMA <sub>natuur</sub> : Verder minimaliseren visschade door aanpassing turbineregime . . . . .	3 – 29
3.9	Nulalternatief . . . . .	3 – 30
<b>4</b>	<b>Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling . . . . .</b>	<b>4 – 1</b>
4.1	Inleiding . . . . .	4 – 1
4.2	Huidige situatie . . . . .	4 – 2
4.2.1	Beheer van de stuw Borgharen . . . . .	4 – 2
4.2.2	Waterafvoer, stroombeelden, translatiegolven . . . . .	4 – 5
4.2.3	Morfologie . . . . .	4 – 9
4.2.4	Oppervlaktewaterkwaliteit . . . . .	4 – 15
4.2.5	Huidige natuurwaarden . . . . .	4 – 18
4.2.6	Visstand . . . . .	4 – 19
4.2.7	Geluid . . . . .	4 – 21
4.2.8	Ruimtegebruik . . . . .	4 – 22
4.2.9	Vervoerssituatie . . . . .	4 – 24
4.2.10	Landschappelijke waarden . . . . .	4 – 25
4.2.11	Archeologische waarden . . . . .	4 – 25
4.3	Autonome ontwikkeling bij ongewijzigd beleid . . . . .	4 – 25
4.3.1	Algemeen . . . . .	4 – 25
4.3.2	Water en bodem . . . . .	4 – 26
4.3.3	Kwaliteit oppervlaktewater . . . . .	4 – 26
4.3.4	Natuurwaarden . . . . .	4 – 27
4.3.5	Geluid . . . . .	4 – 29
4.3.6	Ruimtegebruik . . . . .	4 – 29
4.3.7	Vervoerssituatie . . . . .	4 – 29
4.3.8	Landschap . . . . .	4 – 29
4.4	Ontwikkeling bij doorgaan Grensmaasplannen (Autonome Ontwikkeling 2) . . . . .	4 – 30

4.4.1	Algemeen . . . . .	4 – 30
4.4.2	Water en bodem . . . . .	4 – 30
4.4.3	Kwaliteit oppervlaktewater . . . . .	4 – 32
4.4.4	Natuurwaarden . . . . .	4 – 32
4.4.5	Geluid . . . . .	4 – 32
4.4.6	Ruimtegebruik . . . . .	4 – 33
4.4.7	Verkeersinfrastructuur . . . . .	4 – 33
4.4.8	Landschap . . . . .	4 – 33
<b>5</b>	<b>Gevolgen voor het milieu . . . . .</b>	<b>5 – 1</b>
5.1	Inleiding . . . . .	5 – 1
5.2	Water en Bodem . . . . .	5 – 1
5.2.1	Beheer van de stuw . . . . .	5 – 1
5.2.2	Waterafvoer, stroombeelden en translatiegolven . . . . .	5 – 2
5.2.3	Riviermorfologie . . . . .	5 – 8
5.2.4	Centrale in bedrijf . . . . .	5 – 9
5.2.5	Effect van de waterkrachtcentrale op de afvoer door het winterbed . . . . .	5 – 10
5.2.6	Grondwaterhuishouding . . . . .	5 – 11
5.2.7	Bodemkwaliteit	
5.2.8	Conclusies . . . . .	5 – 12
5.3	Kwaliteit oppervlaktewater . . . . .	5 – 13
5.3.1	Inleiding . . . . .	5 – 13
5.3.2	Uitgangspunten . . . . .	5 – 13
5.3.3	Effecten . . . . .	5 – 14
5.3.4	Conclusies . . . . .	5 – 21
5.4	Natuurwaarden . . . . .	5 – 23
5.5	Visstand . . . . .	5 – 23
5.5.1	Algemeen . . . . .	5 – 23
5.5.2	Mortaliteit . . . . .	5 – 24
5.5.3	Zuurstofbehoefte . . . . .	5 – 31
5.5.4	Stroomopwaartse migratie van vis . . . . .	5 – 32
5.5.5	Conclusies . . . . .	5 – 32
5.6	Wateroverlast en externe veiligheid . . . . .	5 – 33
5.7	Geluid . . . . .	5 – 33
5.8	Ruimtegebruik . . . . .	5 – 35
5.9	Verkeer . . . . .	5 – 35
5.10	Landschappelijke waarden . . . . .	5 – 39
5.11	Emissies energie-opwekking . . . . .	5 – 39

<b>6</b>	<b>Vergelijking alternatieven</b> .....	<b>6 – 1</b>
	6.1 Algemeen .....	6 – 1
	6.2 Beschrijving van de alternatieven .....	6 – 1
	6.3 Vergelijking van de alternatieven .....	6 – 2
	6.3.1 Tijdelijke effecten .....	6 – 2
	6.3.2 Effecten gebruik .....	6 – 5
	6.3.3 Conclusie .....	6 – 7
<b>7</b>	<b>Leemten in kennis en evaluatie</b> .....	<b>7 – 1</b>
	7.1 Leemten in kennis .....	7 – 1
	7.2 Evaluatie .....	7 – 1

## BIJLAGEN

Bijlage I	Literatuurlijst
Bijlage II	Lijst van definitie's
Bijlage III	Besluitvormingskader
Bijlage IV	Hydraulische aspecten
Bijlage V	Berekening visschade
Bijlage VI	Methodiek waterkwaliteit

## **Samenvatting**

# 1 Inleiding

Waterkracht wordt al sinds de Middeleeuwen benut voor het opwekken van energie. Langs vele beken en kleine rivieren stonden vroeger watermolens. Toen de energie eenmaal omgezet kon worden in electriciteit, en daardoor gemakkelijk vervoerbaar werd, ontstonden ook plannen om aan de grotere rivieren energie te onttrekken. Al in 1916 werden de eerste plannen gemaakt voor een waterkrachtcentrale in de Maas bij Linne. Hoewel in Nederland het opwekken van energie uit waterkracht geen hoge rendementen geeft, zijn inmiddels verschillende projecten, mede op basis van een groeiend milieubewustzijn, doorgezet: langs de Nederrijn bij Maurik, en langs de Maas bij Linne en bij Alphen.

De N.V. Maatschappij voor Elektriciteit en Gas Limburg (MEGA Limburg) heeft nu het voornemen een derde waterkrachtcentrale te bouwen in de rivier de Maas, naast de stuw bij Borgharen. De waterkrachtcentrale zal twee turbine/generatorinstallaties omvatten en zich grotendeels onder de grond bevinden. De dimensionering van de installatie wordt afgestemd op een nominale doorstroming van 200 m<sup>3</sup>/s rivierwater. Het nominale vermogen zal 6 à 7 MWE bedragen.

Het gebied rond de stuw van Borgharen maakt deel uit van het gebied waarvoor in het kader van het zogenaamde Grensmaasproject plannen voor rivierverruiming en natuurontwikkeling bestaan. Een waterkrachtcentrale is, gezien het milieuvriendelijke karakter van deze vorm van energie-opwekking, niet strijdig met deze plannen. Daarnaast past dit initiatief in het beleid zoals verwoord in de Derde Energienota, het Tweede Nationaal Milieubeleidsplan en de Derde Nota Waterhuishouding.

Ter realisatie van het voornemen zijn vergunningen vereist in het kader van de Wet milieubeheer, de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, de Ontgrondingenwet, de Grondwaterwet en de Rivierenwet. Voorts is een bouw-/aanlegvergunning vereist.

De voorgenomen activiteit valt onder de zgn. m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten. Het is mogelijk voor deze activiteiten vrijwillig een MER op te stellen. MEGA Limburg maakt van deze mogelijkheid gebruik. Het voornemen is daardoor m.e.r.-plichtig geworden, betreffende een uitvoerings-MER. B&W van de gemeente Maastricht zullen de diverse vergunningprocedures en de m.e.r.-procedure coördineren.

Het voornemen is op 28 mei 1996 gepubliceerd in de vorm van een startnotitie. De Commissie voor de milieu-effectrapportage (Cmer) heeft op 25 juli 1996 advies over de richtlijnen uitgebracht. Vervolgens hebben B&W van Maastricht, in overleg met Gedeputeerde Staten van de Provincie Limburg en Rijkswaterstaat Directie Limburg, op 27 augustus 1996 de richtlijnen vastgesteld.

## 2 Probleemstelling en doel

### Probleemschets

Doelstellingen van het energiebeleid zijn, blijkens de Derde Energienota, om binnen 25 jaar:

- de energie-efficiency met éénderde te verbeteren;
- voor minstens 10% in de energie te voorzien door gebruik te maken van duurzame bronnen; en
- 3 PJ aan fossiele brandstof te besparen door realisatie van 50 MWe waterkrachtvermogen.

Binnen de distributiesector bestaat al tientallen jaren belangstelling voor energie-opwekking door middel van waterkracht. Mogelijkheden voor nieuwe waterkrachtcentrales zijn er bij de stuwen van Borgharen, Roermond, Belfeld, Sambeek, Grave in de Maas en voorts bij de schutsluizen in het Julianakanaal bij Born en Maasbracht. Voor slechts één van deze locaties, te weten Borgharen, waren er plannen in voorbereiding. Dit gegeven maakte het uiterst twijfelachtig of de doelstelling geformuleerd in de nota Energiebesparing gehaald zou kunnen worden. Tegen die achtergrond heeft het ministerie van Economische Zaken in 1992 aan Novem opdracht verleend tot uitvoering van het Programma Waterkracht. Dit programma heeft de volgende driedelige doelstelling:

- Identificatie van knelpunten die realisering van het voorgestane waterkrachtpotentieel in de weg staan gekoppeld met aanbevelingen om deze knelpunten te elimineren.
- Ondersteuning bij de realisering van het waterkrachtpotentieel, o.m. door het doen opnemen van concrete voornemens in de milieu-actieplannen van de distributiesector.
- Een actueel beeld geven van de haalbaarheid van het waterkrachtpotentieel, te gebruiken enerzijds voor onderbouwing en anderzijds voor aanpassing van de doelstelling van de overheid.

Naast het energiebeleid is ook het beleid op het gebied van de waterhuishouding van belang. In de 3e Nota Waterhuishouding wordt als één van de specifieke functies van de Grensmaas genoemd:

- Waterkrachtcentrales (toenemend belang).

### Locatieselectie

De potentiële lokaties voor energie-opwekking met behulp van waterkracht zijn met elkaar vergeleken. Uit deze vergelijking blijkt het volgende:

- Rendabele exploitatie is, zonder Regulerende Energiebelasting, mogelijk op de locaties Maasbracht en Born; rendabele exploitatie is voorts, met Regulerende Energiebelasting, mogelijk op de locaties Borgharen en Roermond. Op basis hiervan kunnen beide eerstgenoemde locaties als perspectiefrijk en beide laatst genoemde locaties als redelijk perspectiefrijk worden gekwalificeerd. De overige locaties worden vooralsnog minder perspectiefrijk geacht.
- Qua milieu, in de zin van besparing op primaire energie en vermeden uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, en SO<sub>2</sub> scoort Borgharen het best; Maasbracht en Born blijven echter niet ver achter.



Op basis hiervan is besloten het Waterkrachtprogramma primair te richten op de locaties Born, Maasbracht en Borgharen. Vervolgens werd duidelijk dat vanuit waterbeheersoptiek tegen beide eerstgenoemde locaties onder meer om navigatie-technische redenen overwegende bezwaren bestaan. Een waterkrachtcentrale in Borgharen blijkt vanuit het waterbeheer gezien geen bijzondere problemen op te leveren.

### **Doel**

Het doel van de voorgenomen activiteit is het bouwen, bedrijven en exploiteren van een milieuvriendelijke waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen met een elektrisch vermogen van 6 à 7 MW.

Het voornemen speelt in op de volgende doelstellingen uit de Derde Energienota:

- Beperking van het energieverbruik.
- Vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen.
- Terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Zo veel mogelijk gebruik maken van duurzame energie.
- Uitbouw energie-opwekking via waterkracht ("eco-stroom").

### **Toetsingscriteria**

Wat betreft de realisatie gelden voor MEGA Limburg de volgende randvoorwaarden:

- Blijvende/groeiende vraag naar "ecostroom".
- Een positief projectresultaat, bepaald op basis van investeringen en beheerskosten.
- Voldoen aan de relevante milieuwet- en regelgeving.

Door de overheid wordt het voornemen voorts aan de volgende criteria getoetst:

- Niet strijdig zijn met het vigerend bestemmingsplan.
- Combineerbaar zijn met natuurontwikkeling.
- Aantonen van noodzaak de waterkrachtcentrale in winterbed rivier te realiseren.
- Vergroten gebruik duurzame energie.
- Voldoen aan de zuurstofnorm voor zalmachtigen.
- Toepassen best beschikbare methodieken ter voorkoming van milieuschade.
- Milieu-belangen integraal afwegen.

### 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

#### Inrichting en aanleg

Waterkracht is een vorm van energie-opwekking, waarbij een schoepenwiel door water in beweging wordt gebracht. De bekendste vorm is de watermolen met zijn waterrad. Technisch gezien is dit een ouderwetse toepassing: het rendement is laag en bovendien is permanent toezicht nodig. Tegenwoordig wordt gebruik gemaakt van waterturbines die voornoemde bezwaren niet hebben. De bekendste turbintypen zijn: de Pelton-, de Francis- en de Kaplan-turbine. Van deze 3 typen leent de Kaplan-turbine (horizontaal dan wel vertikaal opgesteld) zich het beste voor de toepassing van waterkrachtcentrales met een beperkte valhoogte, zoals in de rivier de Maas. De horizontaal opgestelde Kaplan-turbine veroorzaakt de minste schade aan de visstand.

De turbine is op een as gekoppeld via een tandwielkast met de generator. Dit geheel bevindt zich in een gesloten turbinehuis dat bulb wordt genoemd. Het water stroomt om de bulb heen en brengt daardoor het schoepenwiel tot draaien. In de bulb bevindt zich een tandwielkast en de generator. De tandwielkast is nodig omdat het toerental van de turbine laag is. Dit lage toerental van de turbine houdt verband met de lage valhoogte in de Maas bij Borgharen. Dankzij de tandwielkast draait de generator met een hoog toerental en kunnen de afmetingen van de generator beperkt blijven. De generator levert het opgewekt elektrisch vermogen aan het 10 kV-elektriciteitsnet via "inlissing" in de bestaande verbinding Limmel-Borgharen.

De regeling van het opgewekt vermogen is gebaseerd op de beschikbare hoeveelheid water die door de waterkrachtcentrale kan/mag worden afgevoerd. Door het verstellen van de leid- en loopschoepen (dubbel-geregeld) kan de hoeveelheid water die via de centrale wordt afgevoerd, worden geregeld.

Een waterkrachtcentrale in een rivier wordt altijd gebouwd naast een stuw of sluis. De reden hiervan is dat op deze plaatsen altijd een verschil in waterhoogte aanwezig is. Water dat normaliter via stuw of sluis wordt afgevoerd kan dan via de turbines van de waterkrachtcentrale worden geleid. Dusdoende wordt bereikt dat het waterpeil aan de bovenstroomse zijde van stuw/sluis toch binnen bepaalde grenzen blijft. Bij een wateraanbod dat boven de maximale verwerkingscapaciteit van de waterkrachtcentrale uitgaat, wordt het overschot aan water alsnog via de stuw afgevoerd.

De waterkrachtcentrale in de Maas nabij Borgharen zal bestaan uit 2 bulbturbines. De keuze voor twee turbines is ingegeven door:

1. zo beperkt mogelijke visschade, en
2. zo beperkt mogelijke opstuwing bij hoogwaterstanden (smal gebouw).

Het ontwerp van de centrale staat in principe vast. Globaal geldt het volgende:

- RWS zal aangeven welke waterhoeveelheden door de waterkrachtcentrale zullen kunnen worden verwerkt. Hierdoor wordt koppeling met de stuwregeling mogelijk.
- De minimale valhoogte waarbij de turbines in bedrijf zijn is 1,2 meter. De gemiddelde valhoogte over de stuw is ongeveer 4 meter.
- Het ontwerpdebiet voor de waterkrachtcentrale bedraagt 200 m<sup>3</sup>/s.

- Eén turbine kan bij een afvoer van 30 m<sup>3</sup>/s door de centrale worden ingezet.
- De turbines zijn van het "dubbelgeregelde" type. Dit houdt in dat de afvoer van de turbines heel geleidelijk kan worden geregeld. Bij normaal bedrijf zullen dus nooit grote fluctuaties optreden.
- Naast de waterkrachtcentrale komt een vistrap. Bovendien zijn er plannen voor een waterpark ten westen van de stuw. Het geschat debiet voor deze beide voorzieningen die onafhankelijk van de waterkrachtcentrale worden ontwikkeld (autonome ontwikkeling), samen, is 10 à 25 m<sup>3</sup>/s, afhankelijk van de Maasafvoer.

Het centrale-gebouw wordt ca. 40 meter lang, 25 meter breed en 20 meter hoog. Voor de bovenkant van het gebouw wordt een hoogwatervrij niveau aangehouden van 47,1 m + NAP. Het gebouw kan op de aanwezige kalksteen worden gefundeerd. Funderingspalen zijn hierbij niet nodig. Het centrale-gebouw wordt uitgevoerd als een ter plaatse gestorte betonconstructie. Het centrale-gebouw van de waterkrachtcentrale steekt slechts 1,5 m boven maaiveld uit. De verdiepte ligging is nodig omdat de uitloop van het afvoerkanaal beneden de laagst voorkomende waterstand moet liggen. De waterkrachtcentrale wordt gebouwd in een bouwkuip met als zijwanden damwandprofielen en de aanwezige kalksteen als bodem. De binnen deze open kuip aanwezige grond (grind en kalksteen) wordt verwijderd in den droge met behulp van bemaling. Bronbemaling is niet nodig.

Om het in- en uitstromen van de waterkrachtcentrale rustig en gelijkmatig over de twee turbines te doen verlopen wordt het aan- en afvoerkanaal zo aangelegd, dat de waterstroom in het aanvoerkanaal wordt versneld en in het afvoerkanaal daarentegen juist wordt vertraagd.

De bestaande weg naar het bouwterrein is niet geschikt voor bouwverkeer. Het bouwterrein zal in de bouwfase bereikbaar worden gemaakt door het aanleggen van 2 nieuwe weggedeelten aansluitend bij de bestaande brug nabij de overlaat in het afleidingskanaal. Nagegaan wordt of deze brug, via renovatie, bruikbaar gemaakt kan worden voor bouwverkeer. Eventueel wordt in de bouwfase een nieuwe tijdelijke brug aangelegd. Bijzondere transporten zullen over het water plaatsvinden.

### **Bedrijfsvoering**

Het vermogen van de waterkrachtcentrale komt naar verwachting uit op 6 à 7 MWe. Rekening houdend met stilstand tijdens perioden van droogte en hoogwaterafvoer leidt dat tot een elektriciteitsproductie van gemiddeld 31,7 GWh per jaar. Gegeven het feit dat het vermogen van de waterkrachtcentrale niet continu beschikbaar is kan het elders opgestelde vermogen niet worden verminderd. Dat vermogen moet in stand blijven om in de vraag naar elektriciteit te kunnen voorzien als de waterkrachtcentrale geen elektriciteit levert. Consequentie van de in bedrijfstelling van de waterkrachtcentrale is verminderde elektriciteitsproductie elders en als gevolg daarvan verminderde inzet van fossiele brandstoffen.

De turbines kunnen in werking worden gesteld zodra de af te voeren waterhoeveelheid via de Grensmaas - en afgezien van de voor vistrap en waterpark benodigde hoeveelheid water - de minimaal benodigde waterhoeveelheid voor de waterkrachtcentrale overschrijdt (30 m<sup>3</sup>/s + 4 m<sup>3</sup>/s voor vistrap, en evt. enkele m<sup>3</sup>/s voor het waterpark). Voorwaarde daarbij is dat de bedrijfsvoering op een stabiele wijze kan plaatsvinden.

In de geautomatiseerde procesbesturing van de stuw wordt rekening gehouden met randvoorwaarden wat betreft het bovenstrooms waterpeil, af te voeren waterhoeveelheid door Grensmaas, maximale verandering van de afvoer via Grensmaas, invloed van de waterkrachtcentrale te Lixhe (België), etc. De via de Grensmaas af te voeren waterhoeveelheid, bepaald op basis van deze randvoorwaarden, kan in de toekomst geheel of gedeeltelijk via de waterkrachtcentrale worden verwerkt.

De verwachte levensduur van de waterkrachtcentrale is 50 jaar. Bij de keuze van materialen en constructies zullen naast technische en financiële ook milieu-overwegingen een belangrijke rol spelen. De turbines van de waterkrachtcentrale worden zodanig ontworpen dat de centrale te allen tijde uit bedrijf genomen kan worden. Besturing en controle van de centrale vindt plaats vanuit het regionaal coördinatiecentrum van MEGA in Roermond. Onderhoud van de waterkrachtcentrale vindt één maal per week plaats. De turbine-units krijgen één maal in de vier jaar een revisiebeurt. Hulpsystemen zullen via een apart revisie-schema worden gecontroleerd en onderhouden. Controle, onderhoud en revisie beïnvloeden de bedrijfsvoering niet.

De lozing van huishoudelijk afvalwater is verwaarloosbaar. Bedrijfsafvalwater wordt alleen geloosd in de vorm van water afkomstig van een lekwatersysteem met een olie-afscheider; het lekwater bestaat uit zuiver Maaswater. Koeling vindt plaats, gebruikmakend van Maaswater, via een gesloten circuit; hieruit resulteert een verwaarloosbare temperatuurstijging van het Maaswater.

### **Maatregelen ter beperking van milieuschade**

In het basialternatief van de voorgenomen activiteit zijn de volgende maatregelen genomen ter beperking van de milieuschade, met name in het kader van het internationale rivierherstelprogramma Zalm-2000, zoals verwoord in de Nota "Zalm terug in onze rivieren" (1992):

- horizontaal geplaatste Kaplan turbines, het type turbine dat het minste schade aan vis oplevert;
- twee turbines (in plaats van 3 of 4) waardoor een hoger debiet per turbine dan bij 3 of 4 turbines, een grotere diameter van de turbine en een lagere rotatiesnelheid, resulterend in minder schade aan de visstand;
- een uitgekiend ontwerp van de toeleidingskanalen en turbines, met zo weinig mogelijk uitsteeksels, eveneens met het oog op schade aan de visstand;
- een geringe afmeting van het centrale-gebouwtje (2 in plaats van 3 of 4 turbines), waardoor minimale invloed op de hoogwatersstanden; en
- een landschappelijke inpassing.

Door deze maatregelen kan met behoud van een optimaal energie-rendement een minimale milieuschade gerealiseerd worden.

Voorts wordt in gezamenlijk overleg met Rijkswaterstaat en het Ministerie van Landbouw gewerkt aan een optimale vormgeving van de vistrap langs de stuw Borgharen, zodat de lokstroom die nodig is om de stroomopwaarts migrerende vis aan te trekken, steeds gericht is op de plaatsen waar de grootste stroomsnelheden in de Maas bestaan.

## Uitvoeringsvarianten

Onderzocht is een aantal mogelijke varianten van de voorgenomen activiteit.

- Een ligging van de waterkrachtcentrale buiten het winterbed van de rivier is onderzocht en niet mogelijk gebleken. Deze activiteit moet worden aangemerkt als een functie die redelijkerwijs gebonden is aan het winterbed, en wel aan de nabijheid van de stuw en de daarbij behorende valhoogte van het Maaswater.
- Mogelijkheden van kunstmatige beluchting, om de verminderde extra beluchting die optreedt als water over de stuw stroomt te compenseren, blijken volgens de literatuur niet effectief, ingrijpend en kostbaar en derhalve niet realistisch.
- Maatregelen die voorkomen dat vis in de turbines terecht komt, zoals schermen, visuele, elektrische of akoestische seinen, zijn eveneens volgens de literatuur en praktijkervaringen nog niet effectief en betrouwbaar genoeg gebleken in de omstandigheden als in Borgharen, om toepassing in de voorgenomen activiteit voor te stellen. Zodra bewezen technieken beschikbaar komen valt het zeker te overwegen deze alsnog in te zetten. Het is evenwel de moeite waard een aantal mogelijkheden nader te onderzoeken, zoals het "modular inclined screen" (geschikt voor alle vissoorten) en een lichtscherm voor paling. De haalbaarheid van deze methoden zal afhangen van de informatie uit deze onderzoeken. Voorts is het zinvol praktijkexperimenten met geluid in Engeland en de USA kritisch te volgen en eventueel actie te nemen richting Borgharen bij positieve ontwikkelingen bij deze methode.
- Door aanpassingen in het turbineregime kan schade aan vis eveneens worden voorkomen, bijvoorbeeld door pas bij hogere afvoeren de centrale in werking te stellen, of door de centrale in migratieperioden van prioritaire vissoorten buiten werking te stellen. Deze aanpassingen worden onder het MMA in beschouwing genomen.
- In de voorgenomen activiteit wordt voorzien in een zeer geleidelijke regeling van de debieten door de turbines. Hierdoor worden variaties in de waterstanden en afvoeren die veroorzaakt worden door de waterkrachtcentrale bij Lixhe (België) afgevlakt. Een verdere afvlakking van de afvoerfluctuaties is niet mogelijk zonder aanzienlijke (en voor de rivierbeheerder onacceptabele) variaties in de waterstanden in het stuwpland van de stuw Borgharen te veroorzaken.

Geconcludeerd wordt dat er geen aanleiding is om in de wijze van aanleg of het gebruiksproces van de waterkrachtcentrale nog uitvoeringsvarianten van de voorgenomen activiteit in dit MER in beschouwing te nemen, omdat het basisalternatief reeds ontworpen is met het oog op een optimale milieuwinst en een - bij de huidige stand van kennis en methodieken - zo gering mogelijke milieuschade. Wel worden verschillende varianten van het turbineregime bij de effectbepaling van de voorgenomen activiteit in beschouwing genomen.

## Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)

In het geval van een kleinschalige waterkrachtcentrale ontstaat bij de vaststelling van wat milieuvriendelijk is een probleem. Immers, doel van de waterkrachtcentrale is milieuvriendelijke energie op te wekken, zodat hiermee verdere emissies en milieuschade door de conventionele elektriciteitscentrales kunnen worden voorkomen of vermeden. Aangezien ook overigens de voorgenomen activiteit reeds op minimalisering van milieu-effecten is ontworpen, blijven vooral de natuur-effecten (met name schade aan vis), die onvermijdelijk met een dergelijke

ingreep samengaan, over als te minimaliseren effecten. Vrijwel de enige mogelijkheid om de schade aan vis te verminderen ligt in het beperken van de door de centrale te voeren hoeveelheid water, hetzij om meer beluchting door de stuw mogelijk te maken, hetzij om in tijden van grote vistrek en lage afvoer in de Maas visschade in de turbines te voorkomen.

*Milieuwinst en natuureffecten: het MMA<sub>natuur</sub>*

Meer water door de centrale levert dus milieu-winst, minder water door de centrale voorkomt natuurschade. Om deze reden, en ten behoeve van het beleid zoals verwoord in de Nota "Zalm terug in onze rivieren" is er voor gekozen om het MMA in dit geval als een MMA<sub>natuur</sub> te beschouwen. In het basisalternatief van de voorgenomen activiteit is het elektrisch vermogen binnen de gegeven randvoorwaarden zo groot mogelijk gehouden en zijn overige milieueffecten reeds geminimaliseerd. Doel van het MMA<sub>natuur</sub> is minimalisering van visschade.

*MMA<sub>natuur</sub>: Verder minimaliseren visschade door aanpassen turbineregime*

Schade aan de visstand op de Maas kan, behalve door het ontwerp van de toe- en afleidingskanalen en de turbine, verder voorkomen worden door bij lage zuurstofgehalten in de Maas de afvoerverdeling tussen stuw en waterkrachtcentrale te wijzigen. Hierdoor zal het door de centrale opgewekte vermogen verminderen. De effecten van deze aanpassingen worden in dit MER beschouwd onder het MMA. Hoewel de tijden van grote vistrek voor de diverse vissoorten aanzienlijk verschillen, en bovendien moeilijk in korte tijdsperioden zijn te karakteriseren, is hiermee rekening gehouden in het MMA door uit te gaan van afschakeling van de waterkrachtcentrale gedurende 6 weken in het najaar tijdens de trek van de aal en eventueel te zijner tijd ook in de trekperiode van smolts. Tevens is een variant onderzocht waarbij de turbines eerste bij een beschikbare afvoer van 50 m<sup>3</sup> worden ingeschakeld.

## Nulalternatief

Het nul-alternatief bestaat uit het voortzetten van de bestaande energievoorziening zonder realisatie van het voornemen. Van belang is in dit verband enerzijds de besparing op de electriciteitsproductie in andere centrales en anderzijds de huidige situatie bij de stuw te Borgharen wat betreft waterstanden, afvoer, lokale stroombeelden, lokale riviermorfologie, stuwbeheer en de effecten van de stuwbediening (translatiegolven).

Momenteel wordt in Nederland per jaar gemiddeld 45% van de elektriciteit in centrales opgewekt met steenkool, 49% met aardgas en 6% met kernergie. Deze cijfers kunnen per jaar overigens aanzienlijk variëren.

In dit MER wordt, conform de basisstudie waterkracht van de Novem, uitgegaan van een vervangende inzet van 56% steenkool (20,8 GWh), 33% aardgas (12,2 GWh); en 11% overig (4,1 GWh). De belangrijkste hieruit voortvloeiende emissies zijn weergegeven in tabel 1.

<i>stof</i>	<i>emissie bij steenkool (ton)</i>	<i>emissie bij aardgas (ton)</i>	<i>totale emissie (ton)</i>
naar lucht: CO <sub>2</sub>	14.800	5.200	20.000
NO <sub>x</sub>	11,1	5,3	16,4
SO <sub>2</sub>	15,6	-	15,6
vliegias	0,8	-	0,8
naar water: warmte <sup>1,2</sup>	78.000	46.000	124.000

Tabel 1 Emissies bij opwekking van 31,7 GWh aan elektriciteit in conventionele centrales

- <sup>1</sup> In GJ, uitgaande van een rendement van 41% elektrisch, 50% afvoer van warmte naar water, 5 % naar de lucht en 4% gebruik in eigen bedrijf.
- <sup>2</sup> De warmte-emissie naar het water neemt af als de warmte wordt benut, bijvoorbeeld voor kasuinbouw of stadsverwarming. Daarmee is geen rekening gehouden.

## 4 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling

### 4.1 Huidige situatie

#### Hydraulische omstandigheden

De Maas is een regenrivier met een afvoer die vrijwel geheel door de neerslag in het stroomgebied, door de seizoensgebonden verdamping en door wateronttrekking wordt bepaald. Aan de Belgisch-Nederlandse grens varieert de afvoer van ca 25 m<sup>3</sup>/s (en lager) in droge zomerperiodes tot bijna 4000 m<sup>3</sup>/s in extreem natte omstandigheden. De langjarig gemiddelde afvoer bij Borgharen bedraagt 236 m<sup>3</sup>/s. De afvoer is gemiddeld 8 dagen per jaar boven 1000 m<sup>3</sup>/s.

Ten behoeve van de bevaarbaarheid wordt de Maas gestuwd. De stuw te Borgharen, de eerste stuw in het Nederlandse traject van de Maas, heeft vier doorstroomopeningen die met hefschuiven kunnen worden afgesloten. Achter elke doorstroomopening bevindt zich benedenstrooms een korte woelbak. Westelijk van de stuw Borgharen, in de aftakking naar de Zuid-Willemsvaart, is een overlaatconstructie aanwezig; deze overlaat Bosscherveld functioneert als een by-pass van de stuw.

De eerstvolgende stuw bovenstrooms bevindt zich juist over de Belgische grens te Lixhe. Bij deze stuw is in 1980 een waterkrachtcentrale gebouwd die, in tegenstelling tot de stuw bij Borgharen, vrijwel bij alle afvoeren van De Maas gebruikt kan worden, door bij lage afvoeren tijdelijk af te schakelen en water op te laten stuwen. Het aan- of afschakelen van één of meerdere turbines van deze centrale geeft aanleiding tot afvoervariaties, die bij de stuw Borgharen als translatiegolven merkbaar zijn. De eerstvolgende stuw in benedenstroomse richting bevindt zich te Linne/Heel. Hier is sinds 1989 een waterkrachtcentrale in bedrijf.

Het beheer van de stuw te Borgharen is geautomatiseerd. In de gestuwde situatie is het beheer er allereerst op gericht om de waterstand bovenstrooms van de stuw Borgharen te handhaven op een peil tussen 43,90 m en 44,15 m + NAP. Variaties in de aanvoer kunnen ontstaan door het aan- of afschakelen van turbines in de waterkrachtcentrale in Lixhe en door scheepsschuttingen in bovenstrooms aftakkende kanalen. Daarnaast is het beheer er op gericht om in tijden van zeer geringe Maasafvoer de watertoevoer naar de Grensmaas niet onder 10 m<sup>3</sup>/s te laten zakken; dit om schade aan natuurwaarden op de Grensmaas te voorkomen. In droge tijden tenslotte, is het beheer er tevens op gericht om de kosten van terugpompen van water op het Julianakanaal zo laag mogelijk te laten zijn. Dit houdt in dat het stuwpeil in droge tijden hoger wordt opgezet om zo een buffervoorraad water te vormen. Het beheersysteem is derhalve een complex waterkwantiteitssysteem. De waterkwaliteit speelt daarin vooralsnog geen rol.

De regeling van de stuw Borgharen is grotendeels gebaseerd op meting van de afvoer te St. Pieter. Tot een afvoer van 270 m<sup>3</sup>/s wordt water over de stuw afgelaten. Deze situatie doet zich gedurende een groot deel van het jaar (ca 250 dagen) voor. Boven de 270 m<sup>3</sup>/s worden de schuiven deels getrokken, zodat ook water onder de schuiven door afgevoerd wordt. Bij een afvoer groter dan 1250 m<sup>3</sup>/s en bij ijsgang worden de schuiven geheel boven water getrokken.



In navolgende tabel is de regeling samenvattend weergegeven. Hierbij moet aangetekend worden dat in de praktijk onder invloed van wijzigende inzichten ook wel van deze regeling wordt afgeweken.

	<i>Afvoer bij St Pieter (m<sup>3</sup>/s)</i>			
	<i>0 - 40</i>	<i>40 - 65</i>	<i>65 - 270</i>	<i>270 - 1250</i>
Soort besturing	Klepbesturing op waterstand bovenstrooms		Klepbesturing op afvoer	Schuifbesturing op waterstanden boven- en benedenstrooms
Streefpeil bovenstrooms (m t.o.v. NAP)	+44,15	lineair verlopend tussen +44,15 en +44,05	+44,05	

Tabel 2 Regeling overstortkleppen en schuiven

Bij een afvoer groter dan 1250 m<sup>3</sup>/s worden de schuiven geheel getrokken en kan het bovenstroomse peil niet meer met de stuw worden geregeld. Er zal zich een evenwichtswaterdiepte instellen die correspondeert met het debiet en de weerstand die het water in de rivier ondervindt. De sluis te Limmel bij de ingang naar het Julianakanaal komt dan in gebruik om te hoge waterstanden in het Julianakanaal te voorkomen.

Bij afvoeren van minder dan 800 m<sup>3</sup>/s stroomt het water geheel of gedeeltelijk over de overstortkleppen van de schuiven van de stuw. Dit leidt tot hoge turbulentie en is gunstig voor de zuurstofopname: de stuw functioneert in deze situatie als een beluchter van het water. Bij gedeeltelijk geheven schuiven stroomt het water als gevolg van de opstuwning met grote snelheid onder de schuiven door. Door de aangebrachte woelbakken wordt deze energie zoveel mogelijk omgezet in turbulentie.

### **Bodemmateriaal en sedimenttransport**

Bovenstrooms van de stuw wordt het bodemmateriaal gevormd door een dunne laag korrelig, grindachtig materiaal bestaande uit een mengsel van grof grind, zand en wat slib. Deze loskorrelige alluviale laag zal bij zeer hoge Maasafvoeren waarschijnlijk gedeeltelijk in beweging zijn. De bodemligging bovenstrooms van de stuw is echter vrijwel stabiel.

Benedenstrooms van de stuw (Grensmaas) neemt de dikte van de los-korrelige laag vrij snel toe. De rivierbodem benedenstrooms van de stuw is bij lagere afvoeren over het algemeen afgepleisterd. Dit betekent dat het oorspronkelijke bodemmateriaal wordt afgeschermd door een dunne grovere sedimentlaag (afpleisteringslaag). Hierdoor wordt de grootte van het transport van het onderliggende sediment aanzienlijk gereduceerd. Slechts bij hoge afvoeren kan de afpleisteringslaag instabiel worden waardoor het onderliggende materiaal niet meer tegen erosie wordt beschermd. Dergelijke hoge afvoeren treden slechts enkele dagen per jaar op. Tijdens daarop volgende lagere afvoeren wordt de afpleisteringslaag relatief snel weer opgebouwd.

De afvoer waarbij de afpleisteringslaag benedenstrooms van de stuw instabiel kan worden is circa 1200 m<sup>3</sup>/s. Aangenomen wordt dat bij afvoeren groter dan 1200 m<sup>3</sup>/s de omvang van het sedimenttransport sterk toeneemt. Dit betekent dat, hoewel deze afvoeren slechts enkele dagen per jaar voorkomen, een aanzienlijk deel van het jaarlijks sedimenttransporten gedurende de hogere afvoeren plaats vindt.

### **Ligging van het rivierbed**

De morfologische activiteit van de Maas bij Borgharen is gering. De bodemligging rond de stuw is de laatste tijd zeer stabiel. Vóór de stuw treedt bij lage afvoeren enige sedimentatie van fijn materiaal op, door afname van de stroomsnelheden. Aangenomen mag worden dat bij afvoeren hoger dan 1300 m<sup>3</sup>/s, waarbij de gehele stuw getrokken is, al het resterende fijne materiaal wegspoelt.

In het Julianakanaal van Limmel tot de bocht van Elsloo zijn momenteel geen problemen voor wat betreft sedimentatie. Pas in de bocht van Elsloo, ca. 10 kilometer ten noorden van Limmel, vindt voor de scheepvaart wel hinderlijke sedimentatie plaats.

### **Bodemkwaliteit in het winterbed**

Op basis van de resultaten van een onderzoek door de Grontmij wordt geconcludeerd dat de grond ter plaatse van de locatie van de aan te leggen waterkrachtcentrale verhoogde gehalten aan metalen en PAK bevat. Het betreft licht tot sterk verhoogde gehalten aan zware metalen en (overwegend) licht verhoogde gehalten aan PAK. Maatgevend voor het verontreinigingsniveau zijn zware metalen c.q. zink.

Verhoogde gehalten aan de onderzochte stoffen zijn in het gehele onderzochte bodemtraject (tot aan het grindpakket) aangetroffen. De locatie maakt onderdeel uit van een omvangrijke diffuse verontreiniging van het winterbed van de Maas.

### **Verkeer te water**

Invarende en uitvarende schepen ondervinden hinder van de dwarsstroming bij de mond van het Julianakanaal en van een "neer" in de mond van het kanaal.

In het verlengde van de westelijke kanaaloever staat een geleidewerk ter bescherming van de stuw. De stroom trekt onder dit geleidewerk door en kan voor schepen die dit geleidewerk niet goed "vrijvaren" problemen opleveren.

## Oppervlaktewaterkwaliteit

De voorgenomen activiteit en alternatieven zullen, voorzover ze betrekking hebben op de waterkwaliteit, voornamelijk gevolg hebben voor de zuurstofhuishouding benedenstrooms van stuw Borgharen. De beschrijving van de huidige waterkwaliteit en de te verwachten ontwikkeling hiervan spitst zich daarom toe op de zuurstofproblematiek.

Nabij de onderzoekslokatie werd gedurende de afgelopen 15 jaar, met name tijdens lage afvoer in de zomer, de geldende zuurstofnorm voor zalm-achtigen van 7 mg/l regelmatig niet gehaald. De geconstateerde onderschrijding van het vereiste zuurstofgehalte vindt nagenoeg uitsluitend bovenstrooms plaats en is voornamelijk het gevolg van lozingen van zuurstofbindende stoffen in Wallonië. Benedenstrooms doet onderschrijding van de norm zich nauwelijks voor. Primair moet dit toegeschreven worden aan zuurstofinslag bij passage van de stuw. Daarnaast wordt dit bewerkstelligd door herbeluchting vanwege oppervlakkige afstroming over grindbanken en toestroming van schoon kwelwater.

## Visstand

De Grensmaas is een belangrijke verbindingsas tussen de grote Nederlandse rivieren en het deltagebied enerzijds en de Noord-Franse rivieren anderzijds. Diverse soorten organismen maken daar gebruik van. Het betreft zowel dieren die de stroom opkomen als dieren en planten die stroomafwaarts worden afgevoerd. Voor de vissen betreft het m.n. rheofiele vissoorten als Barbeel, Sneep en Kopvoorn. Trekvissen als zeeforel, rivierprik en zalm zijn echter nog zeldzaam.

## Ruimtegebruik, verkeer, natuur en landschap

Het studiegebied heeft momenteel een agrarische bestemming; een waterkrachtcentrale past daar formeel niet in. Een bestemmingsplan-wijziging is in verband met het Natuurontwikkelingsplan Grensmaas, inmiddels in voorbereiding.

Het gebied vormt de overgang tussen de stedelijke randzone van Maastricht en het dorp Borgharen aan de andere zijde van de Maas. Kenmerkende landschappelijke elementen zijn de stuw en stroomopwaarts daarvan gelegen bosschages, met industriële activiteiten rond de Beatrixhaven waarneembaar op de achtergrond. Waardevolle plante- en diersoorten komen in het gebied nauwelijks voor. De dichtstbij zijnde woning ligt ca. 225 meter van de grens van de beoogde installatie. Op een afstand van ca. 400 meter ligt een concentratie woonboten. De meest nabije woningbouwconcentratie bevindt zich op een afstand van ca. 700 meter.

Het gebied is alleen bereikbaar via een smalle brug en een smalle, niet op zwaar verkeer berekende, weg die in matige staat van onderhoud verkeert.

## Geluid

Het referentieniveau van het omgevingsgeluid in de directe omgeving van de beoogde locatie van de waterkrachtcentrale wordt grotendeels bepaald door de stuw en is afhankelijk van het doorstromingsdebiet over de stuw.

Omschrijving meetpositie	Gemeten $L_{95}$ in dB(A) (nachtperiode)	
	ca. 300 m <sup>3</sup> /s (1991)	ca. 150 m <sup>3</sup> /s (1996)
West van stuw (lokatie waterkrachtcentrale)	70	-
ca. 100 m afstand westzijde stuw	49	44
nabij kanaal, ca. 400 m afstand westzijde stuw	47	46
nabij stuw, oostzijde	55	56
ca. 550 m ten zuidwesten van stuw	-	40
rand dorpskern Borgharen	-	47

Tabel 3 Overzicht  $L_{95}$ -niveaus bij een debiet van ca. 300 m<sup>3</sup>/s (1991) en ca. 150 m<sup>3</sup>/s (1996) over de stuw.

Het geluidsniveau rond de stuw is gemeten bij debieten van circa 150 m<sup>3</sup>/s en 300 m<sup>3</sup>/s. Op de meetpunten worden de geluidsniveaus geheel of goeddeels bepaald door de stuw en in mindere mate door andere geluidsbronnen in de omgeving. De resultaten van de uitgevoerde meting zijn weergegeven in Tabel 3.

## 4.2 Autonome ontwikkeling bij ongewijzigd beleid (Autonome Ontwikkeling 1)

### Inrichting Bosscherveld

Bij de beschrijving van de autonome ontwikkeling van het milieu c.q. de ontwikkeling van het milieu bij ongewijzigd beleid wordt rekening gehouden met het volgende:

- Nog lopende of niet voltooide activiteiten in het studiegebied.
- Voornemens waarvan redelijk zeker is dat zij zullen worden uitgevoerd, zoals plannen voor de aanleg van een vispassage in het kader van het Programma Zalm-2000.
- Voorzienbare, voor dit project relevante veranderingen in België.

Bij ongewijzigd beleid zijn weinig tot geen veranderingen te verwachten wat betreft de volgende aspecten:

- hydraulische omstandigheden,
- ruimtegebruik, vervoer, natuur en landschap.

Ook plannen om eventueel nog andere waterkrachtcentrales in de Maas bij Grave en Sambeek aan te leggen, worden niet als autonome ontwikkeling aangemerkt, gezien het vooralsnog ontbreken van eenduidige planvorming in deze richting.

### **Kwaliteit oppervlaktewater**

De zuurstofconcentraties bovenstrooms zullen hoger worden naarmate de belasting van het Maaswater met zuurstofbindende stoffen afneemt. Momenteel wordt in Wallonië aan een "inhaalslag" gewerkt, die er vermoedelijk toe zal leiden dat rond 2010 het zuurstoftekort aanzienlijk zal zijn afgenomen. Aangenomen wordt dat de reductie in de orde van grootte van 40% zal liggen. Indien dit bewaarheid wordt zal de gemiddelde norm bovenstrooms, in plaats van gemiddeld 4 maanden per jaar, nog maar gedurende circa 1 maand per jaar overschreden worden. Benedenstrooms van de stuw zullen de zuurstofgehalten dan oplopen gemiddeld tot direct onder de verzadigingswaarde.

Voor de in het kader van de Nota "Zalm terug in onze rivieren" voorziene vistrap is een debiet nodig in de orde van grootte van 4 à 5 m<sup>3</sup>/s. De zuurstofconcentratie in dit deel van de afvoer zal onder invloed van de extra beluchting worden aangevuld tot de verzadigingswaarde.

### **4.3 Autonome ontwikkeling bij doorgaan Grensmaasplannen (Autonome Ontwikkeling 2)**

In het gebied rond de stuw van Borgharen is een aantal ontwikkelingen gaande die als autonome ontwikkelingen aangemerkt zouden kunnen worden. Hierbij wordt bedoeld op het plan Grensmaas en het plan tot aanpassing van de Maasroute. Beide plannen kunnen grote invloed hebben op aspecten als het verval over de stuw, de waterkwaliteit en aquatische levensgemeenschappen. Op dit moment zijn deze plannen onderhevig aan eigen MER-procedures. Strikt genomen vallen ze daarom niet onder het vigerend beleid.

Op de uitdrukkelijk in de richtlijnen geuite wens om deze ontwikkeling wel als extra referentie in beschouwing te nemen, wordt onder de benaming autonome ontwikkeling 2, de situatie beschreven die ontstaat als het Grensmaasplan uitgevoerd wordt. Daarbij wordt uitgegaan van een variant met de volgende 2 hoofdkenmerken:

- zomerbedverbreding onmiddellijk benedenstrooms van de stuw Borgharen;
- een weerdverlaging met kleischerm in Bosscherveld (het zogenaamde waterpark Boscherveld, waartoe een extra debiet wordt vereist van ca 6 m<sup>3</sup>/s bij kleine Maasafvoeren).

### **Hydraulische omstandigheden**

In het kader van het uit te voeren natuurontwikkelingsproject zal de Grensmaas direct benedenstrooms van de stuw Borgharen verbreed worden. Hierdoor zullen de waterstanden beneden de stuw lager zijn en dientengevolge het verval over de stuw groter. In de gestuwde situatie met flinke afvoer zal ook meer turbulentie ontstaan en de stabiliteit van rivierbed en -oevers afnemen.

### **Kwaliteit oppervlaktewater**

In het Grensmaasgebied benedenstrooms van de stuw Borgharen zal door betere beluchting in het bredere zomerbed een sterk herstel van de zuurstofhuishouding optreden.

### **Bodemkwaliteit winterbed**

Er wordt van uitgegaan dat door een combinatie met de uitvoering van de Grensmaasplannen in sanering van de vervuilde bovengrond die vrijkomt bij het graven van de bouwput, de toe- en afleidingskanalen en de vistrap kan worden voorzien. Hierover is inmiddels vruchtbaar overleg gaande.

### **Ruimtegebruik verkeer, natuur en landschap**

Het Bosscherveld wordt in het Plan Grensmaas een natuurreserveat, met mogelijk een belangrijke recreatieve functie (waterpark). Na weerdverlaging ontstaat een natuurgebied, mogelijk bestaande uit een grindige vlakte met stroompjes water met daartussen wilgen- en struweelopslag.

Het bestaande open cultuurlandschap wijzigt hierdoor in een coulissenlandschap met vele bosschages en doorkijkjes. Deze ontwikkeling maakt het gebied geschikt voor veel aquatische organismen, vogelsoorten (o.m. IJsvogel) en mogelijk ook zoogdieren (Otter).

Na uitvoering van Plan Grensmaas is Bosscherveld slechts voor voetgangers toegankelijk. Mogelijk wordt een fietsroute gepland langs de zuidkant van het gebied, leidend over de stuw.

### **Geluid**

Het geluidsniveau zal door de natuurontwikkeling afnemen of in het uiterste geval gelijk blijven ten opzicht van de huidige situatie.

## 5 Gevolgen voor het milieu

### Hydraulische omstandigheden

Na realisatie van de waterkrachtcentrale zal het beheer van de stuw worden aangepast. Het af te voeren water zal nu niet meer alleen via de stuw worden afgelaten maar ook via de waterkrachtcentrale. In onderstaande tabel is de nieuwe situatie aangegeven.

<i>Afvoer Maas (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Duur (dagen per jaar)</i>	<i>Gebruik stuw Borgharen na realisatie waterkrachtcentrale</i>
$Q \leq 40$	50	Waterkrachtcentrale buiten gebruik; alle afvoer over de stuw
$40 \leq Q \leq 200$	180	Geen afvoer over de stuw; alle water door waterkrachtcentrale
$200 < Q < 800$	120	Afvoer over stuw en waterkrachtcentrale; waterkrachtcentrale werkt op vol vermogen.
$800 < Q < 1250$	10	Onderafvoer stuw en afvoer door centrale; waterkrachtcentrale werkt op vol vermogen.
$1250 \leq Q$	5	Afvoer door rivier; stuw gestreken en waterkrachtcentrale buiten gebruik.

Tabel 4 Relatie tussen afvoer en gebruik van stuw en waterkrachtcentrale, uitgaande van een afvoer van 5 m<sup>3</sup>/s over de vistrap.

Uit de tabel blijkt het volgende:

- de stuw zal de helft van de tijd geen water meer afvoeren;
- gedurende het grootste deel van de resterende tijd zal de stuw minder afvoer hebben;
- gedurende ca 5 dagen per jaar wordt de stuw gestreken en is er vrije afstroming.

De vistrap zal ook water onttrekken. Bij de watertoekenning zal de vistrap waarschijnlijk prioriteit krijgen boven de waterkrachtcentrale. Daardoor kan de gebruiksperiode van de waterkrachtcentrale met ca 5 dagen per jaar afnemen.

Na realisatie van de waterkrachtcentrale zal het debiet over de stuw kleiner zijn dan of ten hoogste gelijk aan het huidige debiet over de stuw. Waterkrachtcentrale, vistrap en waterpark voeren het verschil af. Benedenstrooms van de stuw verandert er evenwel weinig. De eerstvolgende stuw benedenstrooms bij Linne ligt op een dermate grote afstand en zoveel lager dat er direct benedenstrooms van de stuw Borgharen geen opstuwning te verwachten is. Wanneer het Grensmaasplan doorgang vindt zal de Grensmaas een geringere hydraulische weerstand krijgen. De waterstanden in de Grensmaas zullen daardoor lager zijn. Direct benedenstrooms van de stuw zal het waterstandsverlagend effect bij afvoeren tot de jaargemiddelde waarde (236 m<sup>3</sup>/s) mogelijk zeer beperkt zijn; bij hogere afvoeren mag een toenemend effect worden verwacht. Voor de waterkrachtcentrale is dit gunstig (grotere

valhoogte). De waterstand bovenstrooms van de waterkrachtcentrale en de stuw zal in de toekomst mogelijk ook een verandering ondergaan. Er wordt een peilverhoging van zo'n 10 cm voorzien. Dit komt eveneens ten goede aan de valhoogte over de waterkrachtcentrale.

### **Stroombeelden**

De invloed van de waterkrachtcentrale op stationaire stroombeelden is tweërlei:

- De stationaire stroming verandert doordat de rivier zich verbreedt bij de toeleiding naar de centrale. Door het veel bredere profiel is het debiet anders verdeeld en zijn de stroomsnelheden bij de mond van het Julianakanaal beduidend lager. Al met al leidt dat tot een stroombeeld dat veel overeenkomst vertoont met het huidige stroombeeld zonder waterkrachtcentrale.
- Door de centrale kunnen translatiegolven worden opgewekt die mogelijk het stroombeeld beïnvloeden. De sterkste translatiegolf ontstaat als de gehele centrale abrupt wordt afgeschakeld; de kans daarop is waarschijnlijk zeer klein. In dat geval ontstaat een golf die zich vanuit de centrale radiaal verspreidt en binnen circa 30 seconden bij de kanaalmond arriveert. Door de radiale verspreiding neemt de hoogte snel af tot minder dan 0,1 m. De golf loopt ook het Julianakanaal in en heeft daar een steilheid die groter is dan gewoonlijk toegelaten in schutsluizen. De sluis bij Limmel is echter niet in gebruik als de waterkrachtcentrale in bedrijf is. Schepen meren daar alleen af bij zeer hoge afvoeren; de waterkrachtcentrale is dan niet in bedrijf.

### **Verkeer te water**

Een wezenlijke eis voor het goed functioneren van de waterkrachtcentrale is dat de watertoeleiding zodanig is dat de stroom langs de westelijke oever blijft aanliggen. Indien voor deze vormgeving wordt gekozen leidt de waterkrachtcentrale voor de scheepvaart niet tot meer hinder dan in de huidige situatie zonder waterkrachtcentrale. De waterkrachtcentrale heeft een, voor de scheepvaart, gunstige invloed op het stationaire stroombeeld terwijl de invloed van mogelijke translatiegolven voor de scheepvaart gering is; schepen die op dat moment de sluis van Limmel invaren kunnen mogelijk enige last ondervinden van de steilheid van de translatiegolf; dit geldt mogelijk ook voor grotere schepen die op dat moment onder de spoorbrug van Maastricht afvarig zijn.

### **Morfologie**

Het morfologisch karakter van de Maas bij Borgharen is rustig. Dit is het gevolg van de grove samenstelling van de bodem bovenstrooms van de stuw en de aanwezigheid van de afpleisteringslaag benedenstrooms daarvan. Deze afpleisteringslaag wordt slechts bij afvoeren groter dan 1200 m<sup>3</sup>/s instabiel. Bij lagere afvoeren wordt het sediment, dat bestaat uit fijner materiaal dan het bodemmateriaal, voornamelijk van bovenstrooms aangevoerd.



De waterkrachtcentrale zal de geschetste situatie in een aantal opzichten beïnvloeden doch alleen marginale, in de tijd beperkte effecten hebben. De verwachtingen zijn als volgt:

- Tijdens perioden met hoge afvoeren met de centrale buiten werking, zijn de sedimenttransporten relatief groot. In het bovenstroomse aantakkanaal kan dan enig zand en slib terecht komen; dit materiaal wordt waarschijnlijk tijdens perioden waarin de centrale werkt, zonder problemen voor de turbines, afgevoerd. Ook in het benedenstroomse aantakkanaal zal slib neerslaan; waarschijnlijk ontstaat er zand- en grindrempel in de monding. Dit slib wordt tijdens minder hoge afvoeren, waarbij de centrale weer in werking is, snel afgevoerd. Uitgebreid onderhoudsbaggerwerk in de aantakkanalen is daarom vermoedelijk niet nodig.
- Erosie van de tegenoverliggende rivieroever benedenstrooms van de centrale is onwaarschijnlijk. Het stroombeeld in de rivier benedenstrooms van de centrale zal naar verwachting na korte afstand gelijk worden aan het stroombeeld in de huidige situatie.
- Bij het in bedrijf zijn van de centrale zal enig zand- en slibtransport door de turbines plaatsvinden. De korreldiameters en concentraties zullen echter niet zodanig zijn dat er problemen voor de turbines verwacht mogen worden.
- De morfologische en hydrologische gevolgen van de centrale voor Grensmaas en Julianakanaal worden nihil geacht.

### **Grondwaterhuishouding**

De grondwaterhuishouding zal door de onttrekkingen ten behoeve van de bouwput en de aanleg van de toe- en afvoerkanalen, niet noemenswaard beïnvloed worden, aangezien de grondwaterstanden ter plaatse vrijwel uitsluitend bepaald worden door de waterstanden in de Maas. Het te onttrekken water zal dus slechts zeer lokaal een grondwaterstandsverlaging tot gevolg hebben.

### **Bodemkwaliteit winterbed**

Op basis van de resultaten van een onderzoek door de Grontmij wordt geconcludeerd dat de grond ter plaatse van de locatie verhoogde gehalten aan metalen en PAK bevat. Het betreft licht tot sterk verhoogde gehalten aan zware metalen en (overwegend) licht verhoogde gehalten aan PAK. Maatgevend voor het verontreinigingsniveau zijn zware metalen c.q. zink. Verhoogde gehalten aan de onderzochte stoffen zijn in het gehele onderzochte bodemtraject (tot aan het grindpakket) aangetroffen. De locatie maakt onderdeel uit van een omvangrijke diffuse verontreiniging van het winterbed van de Maas.

Aangezien er formeel sprake is van een "geval van ernstige verontreiniging" in de zin van de Wet Bodembescherming, zal in het kader van de bouw van de waterkrachtcentrale een saneringsplan worden opgesteld, waarin de verwijdering of reiniging van de aanwezige vervuilde bovengrond wordt beschreven. Voor het opstellen van een saneringsplan wordt inmiddels overleg gevoerd met het bevoegd gezag en Projectbureau De Maaswerken.

## Wateroverlast en externe veiligheid

De waterkrachtcentrale vormt mogelijk in geringe mate een element dat het waterbergend vermogen van het winterbed van de Maas beïnvloedt. De verwachting is dat deze invloed door de geringe afmetingen van het centrale-gebouw zeer beperkt is, en deels gecompenseerd wordt door het bergend vermogen van de toe- en afvoerkanalen. Wanneer de natuurontwikkelingsplannen voor de Grensmaas worden gerealiseerd, zakt de waterstand benedenstrooms van de stuw Borgharen. Bij grote afvoeren zal de waterstand in het Bosscherveld dan ook lager zijn, zodat een eventuele beïnvloeding van het waterbergend vermogen door het centrale-gebouwtje hiermee volledig teniet gedaan wordt.

De invloed van de waterkrachtcentrale op de waterstanden is in een apart onderzoek in details bestudeerd. Een grotere wateroverlast ten gevolge van de aanleg van de waterkrachtcentrale zal niet optreden. De verwachting is dat de veiligheid van de scheepvaart niet noemenswaard door de WKC in bedrijf zal worden beïnvloed. Het onderhoud van oevers en beschoeiingen in de directe nabijheid van de waterkrachtcentrale zal onder invloed van de werking van de waterkrachtcentrale mogelijk groter moeten zijn dan thans. Hiermee wordt in het ontwerp van de constructies rekening gehouden.

## Kwaliteit oppervlaktewater

Momenteel wordt het water van de Maas gedurende circa 230 dagen per jaar over de bovenrand van de stuw afgevoerd. Bovenafvoer geeft een goede beluchting, hetgeen gunstig is voor de zuurstofopname. Bij realisatie van de waterkrachtcentrale wordt de bovenafvoer bijna gehalveerd. Het water zal nadien gedurende een groot deel van het jaar minder belucht worden en daardoor benedenstrooms van de stuw minder zuurstof bevatten. De consequenties hiervan laten zich in grote lijnen als volgt schetsen:

- Indien het voornemen wordt uitgevoerd bij de huidige waterkwaliteit zal in de zomer bij afvoeren boven de 30 m<sup>3</sup>/s (waterkrachtcentrale in werking, geen bovenafvoer over de stuw), normonderschrijding van de benedenstroomse waterkwaliteit optreden. Verandering in de afvoerverdeling centrale-stuw kan in dit geval uitkomst bieden.
- Ondanks het feit dat door de waterkrachtcentrale de zuurstofconcentraties benedenstrooms achteruit zullen gaan en meer fluctueren worden bij ongewijzigd beleid (autonome ontwikkeling 1) benedenstrooms geen normonderschrijdingen verwacht.

## De visstand

De totale schade aan vis door waterkrachtcentrales neemt toe met het aantal centrales. De cumulatieve schade veroorzaakt door de aanleg van een derde waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen bedraagt: aal 20%, schubvis algemeen 14% en zeeforelsmolts 12%. De waterkrachtcentrale te Borgharen neemt hiervan 5% van de aalschade voor haar rekening, 5% van de schubvischade en 4% van de smoltsschade. Schade aan standvis bedraagt 5%.

In het MMA wordt de aalschade door de buitenwerkingstelling gedurende 6 weken van de centrale tijdens de stroomafwaartse trek gereduceerd tot 2 à 3 %. Opstarten van de centrale bij beschikbare afvoer van 50 m<sup>3</sup>/s in plaats van bij 30 m<sup>3</sup>/s heeft betrekkelijk weinig effect. Ook de aanleg van visgeleidingsmaatregelen kan mogelijk de visschade significant verminderen. Bij de huidige stand van kennis en techniek is echter nog onvoldoende duidelijk welk systeem hiertoe voor de prioritaire vissoorten effectief en redelijkerwijs betaalbaar is (zie boven, blz 7).

Onderschrijding van de zuurstofnorm hoeft niet te betekenen dat er direct sterfte onder de waterorganismen optreedt. De tijdsduur en de mate van onderschrijding is bepalend voor het effect. Bovendien is de gevoeligheid voor lage zuurstofconcentraties niet voor elk organisme gelijk. Uit onderzoek naar de zuurstofbehoefte kan worden afgeleid dat een onderschrijding tot 5 mg/l voor enkele dagen geen grote vissterfte tot gevolg heeft. Wordt het zuurstofgehalte onverwacht lager dan 5 mg/l of duurt een onderschrijding tussen 5 en 7 mg/l langer dan circa 5 dagen, dan is het aan te bevelen maatregelen te treffen ten behoeve van afvoer over de stuw en daarmee extra aëratie van het water.

Aangezien de populatiedynamiek in de Maas van enkele belangrijke prioritaire vissoorten zoals zalm en zeeforel niet bekend is, gezien het geringe huidige voorkomen van deze soorten, kan nog geen uitspraak gedaan worden over de mate waarin de ontwikkeling van zelfstandige levensvatbare populaties van deze soorten door de migratiebeperkende werking van de waterkrachtcentrale wordt belemmerd. Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk. Dergelijk onderzoek zou tevens zicht kunnen geven op de effectiviteit van eventuele compenserende maatregelen om de populatie-ontwikkeling van deze vissoorten te bevorderen, zoals het aanleggen van paaibedden en opgroeiplaatsen. Het is mogelijk zinvoller de werking van het grote aantal in de Maas aanwezige vistrappen te verbeteren.

### **Ruimtegebruik, verkeer, natuur en landschap**

De invloed van de waterkrachtcentrale in bedrijf op het ruimtegebruik is beperkt tot de oppervlakte van het bedrijfsterrein van de waterkrachtcentrale, en bedraagt ca 3 ha. Bedreiging van terrestrische natuurwaarden c.q. doelsoorten ter plaatse van de waterkrachtcentrale en in het zomerbed is nauwelijks te verwachten.

De landschappelijke waarde van het Bosscherveld zal door de waterkrachtcentrale niet wezenlijk worden beïnvloed. Bij uitvoering van het Plan Grensmaas zal het gebouw van de centrale bovendien waarschijnlijk wegvallen achter wilgenbosschages.

Een dienstweg zal door het Bosscherveld beschikbaar moeten blijven. Deze heeft geen doorgaand karakter, en zal dus de verkeersinfrastructuur niet beïnvloeden.

## Geluid

Het geluidniveau in de omgeving van de centrale kan als volgt worden samengevat:

$Q \leq 30 \text{ m}^3/\text{s}$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief
$30 < Q \leq \pm 1100 \text{ m}^3/\text{s}$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is lager dan of gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief
$\pm 1100 \text{ m}^3/\text{s} < Q$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief

## 6 Vergelijking alternatieven

De navolgende effectentabel (Tabel 5) geeft een overzicht van de effecten van de alternatieven. Deze worden hieronder kort beschreven.

- HS Dit alternatief beschrijft de huidige situatie.
- RS1 Referentie-situatie 1. Dit alternatief beschrijft het Nul-alternatief bij de autonome ontwikkeling in de bestaande situatie. In de autonome ontwikkeling verandert dan nagenoeg alleen de waterkwaliteit en wordt een vistrap voorzien.
- RS2 Referentie-situatie 2. Dit alternatief beschrijft de autonome ontwikkeling als er van uitgegaan wordt dat de natuurontwikkelingsplannen inmiddels uitgevoerd zijn. In deze situatie is behalve de autonome ontwikkeling in de waterkwaliteit tevens het verval over de stuw toegenomen, is het overstromingsrisico afgenomen, en is de landschappelijke inbedding gewijzigd in een meer natuurlijke begroeiing.
- VA1 Voorgenomen activiteit 1. Dit alternatief beschrijft de effecten van de voorgenomen activiteit, er van uitgaande dat de Grensmaasplannen (nog) niet zijn gerealiseerd. Wel wordt uitgegaan van een vistrap langs de stuw.
- VA2 Voorgenomen activiteit 2. Dit alternatief beschrijft de effecten van de voorgenomen activiteit, er van uitgaande dat de Grensmaasplannen inmiddels zijn gerealiseerd. Onder meer wordt een waterpark op Bosscherveld voorzien.
- MMA<sub>natuur</sub>1 Meest milieu-vriendelijk alternatief 1. Alternatief er van uitgaande dat de Grensmaasplannen (nog) niet zijn gerealiseerd, waarbij in de periode tot 2010 bij voorkomende zuurstofgehalten aanhoudend lager dan de zalm-norm (7 mg/l), minder water door de waterkrachtcentrale geleid wordt, om extra beluchting door de stuw mogelijk te maken, en waarbij de waterkrachtcentrale gedurende zes weken in de trekperiode van stroomafwaarts migrerende aal en eventueel eveneens in de trekperiode van smolts buiten dienst wordt gesteld.
- MMA<sub>natuur</sub>2 Meest milieu-vriendelijk alternatief 2. Alternatief er van uitgaande dat de Grensmaasplannen inmiddels zijn gerealiseerd, waarbij in de periode tot 2010 bij voorkomende zuurstofgehalten aanhoudend lager dan de zalm-norm (7 mg/l), minder water door de waterkrachtcentrale geleid wordt, om extra beluchting door de stuw mogelijk te maken, en waarbij de waterkrachtcentrale gedurende zes weken in de trekperiode van stroomafwaarts migrerende aal en eventueel eveneens in de trekperiode van smolts buiten dienst wordt gesteld.

Uit deze vergelijking blijkt dat de waterkrachtcentrale Borgharen weinig negatieve milieu-effecten heeft. De geluidsbelasting zal afnemen bij in werking zijnde centrale. Het positieve milieu-effect van de centrale is de reductie in het verbruik van fossiele brandstoffen, en de daarbij behorende reductie in de uitstoot van luchtvervuilende stoffen. Voorts levert de waterkrachtcentrale een bijdrage aan het verwijderen van drijfvuil uit de rivier de Maas. Belangrijke effecten bij de aanleg worden niet verwacht, behoudens enige hinder van bouwverkeer gedurende zeer beperkte perioden.

Belangrijk negatief effect van de in werking zijnde waterkrachtcentrale is de schade aan de visstand, met name door mortaliteit in de turbines. Deze schade wordt bij Borgharen geschat op 5 % van de stroomafwaarts migrerende vis. Dergelijke schade aan de visstand vormt een extra belemmering voor het tot ontwikkeling brengen van levensvatbare populaties van zalm en zeeforel in de Maas, die overigens met name beperkt worden door de waterkwaliteit, de grote hoeveelheid barrières in het bovenstroomse leefgebied en door het gebrek aan voldoende paai- en opgroeimogelijkheden. Stroomopwaarts migrerende vis zal gebruik kunnen maken van de vistrap, die in het kader van het Programma Zalm-2000 gerealiseerd zal worden.

De zuurstofgehalten bovenstrooms en derhalve ook benedenstrooms van de stuw en waterkrachtcentrale zullen in de komende jaren (autonome ontwikkeling) verbeteren. Echter, bij in werking zijnde centrale en bij lage afvoeren zal de verbetering in de benedenstroomse waterkwaliteit aanvankelijk mogelijk minder groot zijn. In het Maastraject benedenstrooms van de stuw Borgharen neemt overigens de zuurstofconcentratie in het Maaswater door beluchting bij afspoeling over grindbanken snel weer toe, zodat de norm voor zalm-achtigen (7 mg/l) slechts over korte afstand wordt onderschreden. Na eventuele realisatie van het Grensmaasproject zal de zuurstofhuishouding zowel met als zonder waterkrachtcentrale in bedrijf ruimschoots voldoen aan de zuurstofnorm voor zalm-achtigen. In het MMA<sub>zalm</sub> is aangegeven dat voor de periode, dat de zuurstofconcentraties nog te wensen over laten (tot ca 2010), meer water over de stuw wordt geleid, hetgeen meer beluchting teweeg brengt. Dit leidt ertoe dat de centrale jaarlijks enkele weken in deellast draait. Het negatieve effect van te lage zuurstofgehalten tot ca 2010 wordt hierdoor tot een minimum beperkt.

Ingrep	Effect	huidige situatie	autonome ontwikkeling zonder Grensmaasplan	autonome ontwikkeling met Grensmaasplan	voorgenomen activiteit zonder Grensmaasplan	voorgenomen activiteit met Grensmaasplan	meest milieuvriendelijk alternatief zonder Grensmaasplan	meest milieuvriendelijk alternatief met Grensmaasplan
		HS	RS1	RS2	VA1	VA2	MMA1 natuur	MMA2 natuur
<b>effecten aanlegfase (tijdelijk)</b>								
Ongronding	Beïnvloeding milieukwaliteit bovengrond	0	0	+	0	+	+	+
Aanbrengen wanden/schermen	Beïnvloeding stroming oppervlaktewater	0	0	0	0	0	0	0
	Beïnvloeding erosie/sedimentatie	0	0	0	0	0	0	0
Bemaling	Wateronttrekking	0	0	0	-	-	-	-
	Beïnvloeding grondwaterstroming	0	0	0	0	0	0	0
Tijdelijke ontsluiting	Bouwverkeer	0	0	0	-	-	-	-
	Geluid (bouwverkeer)	0	0	0	0	0	0	0
	Verkeershinder	0	0	0	-	-	-	-
<b>effecten gebruik</b>								
Verlegging waterstroom stuw --> centrale	Beïnvloeding zuurstofgehalte direct benedenstrooms van de stuw	-	0	+	- 1)	0 1)	0	+
	Beïnvloeding scheepvaarthinder	0	0	0	0	0	0	0
	Beïnvloeding vismigratie door sterfte en/of beschadiging	-	0	0	--	--	-	-
Beïnvloeding peil bovenstrooms	Translatiegolven	0	0	0	0	0	0	0
	Gemiddelde afwijking overeengekomen stuwpeil	0	0	0	0	0	0	0
Milieu-effecten conventionele centrales	Energiebesparing	0	0	0	++	+++	+ 2)	++ 2)
	NOx + SO2 emissies; thermische vervuiling	0	0	0	++	+++	+ 2)	++ 2)
Nieuwe geluidsbron	Geluidshinder	0	0	0	+	+	+	+
Nieuwe lozingsbron	Waterverontreiniging	0	0	0	0	0	0	0
Verwijdering drijfvuil	Vermindering drijfvuil in Maas	0	0	0	+	+	+	+
Nieuw gebouwd object in winterbed	Beïnvloeding overstromingsrisico	0	0	+	0	+	0	+
	Beïnvloeding landschappelijke kwaliteit	0	0	+	0	+	0	+

- ongunstig milieu/natuur-effect
- enigszins ongunstig milieu/natuur-effect
- 0 verwaarloosbaar / n.v.t.
- + enigszins gunstig milieu/natuur-effect
- ++ gunstig milieu/natuur-effect
- +++ zeer gunstig milieu/natuur-effect

1) tot ca 2010 kunnen de zuurstofgehalten nog onder de zalmnorm komen, na 2010 is door de autonome verbetering van de waterkwaliteit geen overschrijding van de zalmnorm meer te verwachten.

2) tot ca 2010 (wegens tijdelijk afschakelen van de turbines bij lage zuurstofgehalten); daarna ++ of +++.

Tabel 5 Vergelijking van de alternatieven.

De toekenning van één, twee of drie plussen of minnen geeft een beeld van de ernst van de effecten; deze toekenning heeft op kwalitatieve wijze plaatsgevonden om de effecten van de verschillende alternatieven op een bepaald aspect onderling te kunnen vergelijken. Voor een meer kwantitatieve effectbepaling wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van dit MER.

Voor de vergelijking van de alternatieven is de autonome ontwikkeling zonder uitvoering Grensmaasplannen (RS1) als referentie genomen. De effecten zijn op alle aspecten voor dit alternatief op nul gesteld.

## 7 Leemten in kennis en evaluatie

### Leemten in kennis

Wat betreft de volgende aspecten bestaat er sprake van een kennisleemte:

- Het beleid in België - met name Wallonië - relevant voor het zuurstofgehalte in de Maas.
- De effectuering van de natuurontwikkelings- en ontgrindingsplannen langs de Grensmaas.
- De te verwachten mate van schade aan verschillende vissoorten en de mogelijkheid tot reduceren daarvan.
- De kritische beperkingen voor prioritaire trekvissoorten als zalm en zeeforel - die nu in de Maas niet of nauwelijks voorkomen - om levensvatbare populaties op te bouwen.
- De invloed van de zuurstofhuishouding in de Grensmaas op de populatiedynamiek van de verschillende vissoorten, met name zalm-achtigen.

Van de geconstateerde leemten zou de besluitvorming over de oprichting van de waterkrachtcentrale direct beïnvloed kunnen worden door:

- Effectieve methoden om vissen uit de turbines te weren. Zodra er bewezen en haalbare technieken beschikbaar zijn kan alsnog overwogen worden deze toe te passen.
- Het zuurstofgehalte in de Maas bij binnenkomst in Nederland. Er wordt op vertrouwd dat de kwaliteit van het Maaswater de komende jaren duidelijk zal verbeteren. In de periode dat de zuurstofgehalten nog niet op het gewenste niveau zijn, kunnen overgangmaatregelen overwogen worden (zie MMA).

Deze leemten in kennis zijn niet zo verregaand en/of van een zodanige importantie dat daardoor een verantwoorde besluitvorming over het voornemen - eventueel met opname van voorwaarden voor het toepassen van visgeleidingsmaatregelen zodra beschikbaar - in de weg wordt gestaan.

### Evaluatie

Een evaluatie-onderzoek zal zich met name op de volgende aspecten moeten richten:

- veranderingen in de lucht-emissies en koelwaterlozingen bij conventionele centrales als gevolg van de werking van de waterkrachtcentrale Borgharen;
- de ontwikkeling van het zuurstofgehalte in de Maas; en
- mortaliteit en schade aan stroomafwaarts migrerende vis.



# Milieu-effectrapport

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Waterkracht wordt al sinds de Middeleeuwen benut voor het opwekken van energie. Langs vele beken en kleine rivieren stonden vroeger watermolens. Toen de energie eenmaal omgezet kon worden in elektriciteit, en daardoor gemakkelijk vervoerbaar werd, ontstonden ook plannen om aan de grotere rivieren energie te onttrekken. Al in 1916 werden de eerste plannen gemaakt voor een waterkrachtcentrale in de Maas bij Linne. Hoewel in Nederland het opwekken van energie uit waterkracht geen hoge rendementen geeft, zijn inmiddels verschillende projecten, mede op basis van een groeiend milieubewustzijn doorgezet: langs de Nederrijn bij Maurik, en langs de Maas bij Linne en bij Alphen.

De N.V. Maatschappij voor Elektriciteit en Gas Limburg (MEGA Limburg) heeft nu het voornemen een waterkrachtcentrale te bouwen in de rivier de Maas, aan de zuid-westzijde van de stuw nabij Borgharen. De waterkrachtcentrale zal twee turbine/generatorinstallaties omvatten en zal zich grotendeels onder de grond bevinden. De dimensionering van de installatie zal worden afgestemd op een nominale doorstroming van 200 m<sup>3</sup>/s rivierwater. Het nominale vermogen zal 7 MWe bedragen. Het elektrisch vermogen zal worden geleverd aan het 10 Kv-elektriciteitsnet van MEGA Limburg.

Het gebied rond de stuw van Borgharen maakt deel uit van het gebied waarvoor in het kader van het zogenaamde Grensmaasproject verregaande plannen voor natuurontwikkeling door oppervlakkige ontgrinding en rivierbedverruiming bestaan. Indien deze plannen doorgang vinden, kunnen zij grote invloed hebben op de ontwikkeling van het gebied ter plaatse. Met name geldt dit voor de afvoercapaciteit, de waterkwaliteit en aquatische levensgemeenschappen. Een waterkrachtcentrale past, gezien het milieuvriendelijke karakter van deze vorm van electriciteitsopwekking, in het streven naar natuurontwikkeling langs de Grensmaas. Daarnaast past dit initiatief in het beleid zoals verwoord in de Derde Energienota, het Tweede Nationaal Milieubeleidsplan en de Derde Nota Waterhuishouding.

Ter realisatie van het voornemen zijn vergunningen vereist in het kader van de volgende wetten:

- Wet milieubeheer (Wm),
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo),
- Ontgrondingenwet (Ogw),
- Rivierenwet (Rw),
- Grondwaterwet (Gw),
- Wet Ruimtelijke Ordening (Wro).

De bevoegde gezagen zijn:

- Het College van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Maastricht (B&W Maastricht);
- Het college van Gedeputeerde Staten van de Provincie Limburg (GS Limburg);
- Het ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, directie Limburg, hierna te noemen RWS.

Onderdeel van de Wet milieubeheer vormen de regeling inzake de milieu-effectrapportage (m.e.r.) en het Besluit milieu-effectrapportage (Besluit m.e.r., 1994). In het Besluit m.e.r. wordt een opsomming gegeven van enerzijds m.e.r.-plichtige activiteiten en anderzijds activiteiten onderhevig aan de beoordelingsplicht m.e.r. De voorgenomen activiteit wordt niet genoemd onder de m.e.r.-plichtige doch wel onder de -beoordelingsplichtige activiteiten. Voor deze categorie van activiteiten bestaat de mogelijkheid vrijwillig een MER op te stellen. MEGA Limburg heeft begin 1996 te kennen gegeven van deze mogelijkheid gebruik te willen maken. Hiermee is het voornemen tot realisatie van deze waterkrachtcentrale m.e.r.-plichtig geworden. Het betreft hier een uitvoerings-MER. B&W van de gemeente Maastricht zullen de diverse vergunningprocedures in het kader van de Wet milieubeheer en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren en de m.e.r.-procedure coördineren.

## 1.2 Reikwijdte en procedure

Het op te stellen MER is een zogenaamd uitvoerings-MER. In een dergelijk MER wordt beschreven welke effecten gepaard gaan met realisatie van het voornemen en welke mogelijkheden er zijn om de nadelige effecten te reduceren. Tegen deze achtergrond wordt vervolgens een beschrijving gegeven van de milieubelasting die per beschouwd alternatief resteert, en de milieuwinst die resulteert.

Het voornemen tot realisatie van de waterkrachtcentrale is op 28 mei 1996 gepubliceerd in de vorm van een startnotitie. Daarmee is de procedure voor de m.e.r. formeel van start gegaan.

De Commissie voor de milieu-effectrapportage heeft op 25 juli 1996, aan B&W van de gemeente Maastricht, advies uitgebracht over de richtlijnen. Vervolgens hebben B&W van Maastricht, in overleg met Gedeputeerde Staten van de Provincie Limburg en Rijkswaterstaat Directie Limburg, op 27 augustus 1996 de richtlijnen vastgesteld.

Een MER heeft een standaardopbouw. De onderdeelsgewijze uitwerking van een MER is afhankelijk van het behandelde onderwerp. Gegeven het onderwerp kan vastgesteld worden welke thema's centraal staan en derhalve primair aandacht moeten krijgen. Gezien de zwaartepunttoekenning in de richtlijnen is met name aandacht gegeven aan de volgende aspecten:

- Het doel van het voornemen in relatie tot positieve en negatieve milieu-effecten, die oprichting en gebruik van de waterkrachtcentrale met zich meebrengen.
- De effecten die deze waterkrachtcentrale heeft op migrerende vissen in vergelijking met bestaande en voorgenomen waterkrachtcentrales.
- De mogelijkheden om, met behulp van deze waterkrachtcentrale, negatieve effecten van de waterkrachtcentrale te Lixhe (bovenstrooms van Borgharen vlak over de grens in België, zie Figuur 2.1) op de afvoerfluctuatie in de Maas af te vlakken.
- De relatie tussen de oprichting van de waterkrachtcentrale en de doelstellingen die worden nagestreefd in het Grensmaasproject.

## 1.3 Inhoud MER

Het voorliggend MER volgt de systematiek van de richtlijnen en heeft globaal de onderweergegeven opbouw.

Dit eerste hoofdstuk heeft een inleidend karakter en geeft daarbij achtereenvolgens aandacht aan de context en het waarom van het MER, de procedure, reikwijdte en belangrijkste aandachtspunten.

In hoofdstuk 2 wordt allereerst een probleemschets gegeven. Het doel van het voornemen wordt daarvan afgeleid. Ten verfolge daarop wordt kort gemotiveerd waarom Borgharen de aangewezen plaats is voor realisatie van het voornemen. Vervolgens worden de relevante wet- en regelgeving en procedures behandeld. Daarbij wordt aandacht gegeven aan zowel reeds genomen als nog te nemen overheidsbesluiten. Afgesloten wordt met een opsomming van randvoorwaarden en afwegingscriteria.

In hoofdstuk 3 wordt allereerst het voornemen beschreven. Daarbij krijgen bouw- en gebruiksfase afzonderlijk aandacht. Daarna worden achtereenvolgens behandeld uitvoeringsvarianten, het nulalternatief en het meest milieuvriendelijk alternatief.

In hoofdstuk 4 wordt een beschrijving gegeven van de bestaande toestand van het milieu en de autonome ontwikkeling daarvan. Wat betreft de autonome ontwikkeling worden 2 situaties afzonderlijk beschreven: één ervan uitgaande dat de Grensmaasplannen geen en één ervan uitgaande dat de Grensmaasplannen wel doorgang vinden.

De gevolgen voor het milieu van realisatie van het voornemen en de alternatieven daarvoor worden beschreven in hoofdstuk 5. Deze gevolgen worden in hoofdstuk 6 systematisch met elkaar vergeleken en getoetst aan criteria en randvoorwaarden.

In hoofdstuk 7 wordt allereerst een overzicht gegeven van de bij de afronding van het rapport nog bestaande leemtes in kennis. Daarbij wordt expliciet aandacht gegeven aan onzekerheden wat betreft de ontwikkeling in België. Vervolgens wordt ingegaan op de mogelijkheden tot monitoring en evaluatie. Afgesloten wordt met een aantal concluderende opmerkingen inzake de betekenis van de ontbrekende kennis voor de besluitvorming.

Het MER is opgesteld door de N.V. Elektriciteitsproductiemaatschappij Zuid-Nederland EPZ in opdracht van MEGA Limburg. Bij de totstandkoming is gebruik gemaakt van advieswerkzaamheden van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft (projectleider Dr. G.B.M. Pedroli). Over het aspect geluid is door (akoestisch) Adviesbureau Peutz & Associés te Mook geadviseerd.

## 2 Probleemstelling en doel

### 2.1 Algemeen

In een MER (Milieu-effectrapport) moet een beschrijving worden gegeven van datgene wat met de voorgenomen activiteit wordt beoogd (Wet milieubeheer, artikel 7.10, lid 1a). In die context moet een probleemschets worden gegeven en expliciet worden gemaakt voor welke daarmee samenhangende knelpunten het voornemen een oplossing wil vinden. Daaraan gerelateerd moet duidelijk en concreet worden geformuleerd wat het doel van het voornemen is en welke criteria en randvoorwaarden gelden voor realisatie daarvan.

Voorts moeten in een MER zijn opgenomen (Wet milieubeheer, artikel 7.10 lid 1c):

- een aanduiding van de besluiten ten behoeve waarvan het milieu-effectrapport wordt gemaakt; en
- een overzicht van de eerder genomen besluiten van bestuursorganen, die betrekking hebben op de voorgenomen activiteit en de beschreven alternatieven.

Gegeven deze algemene vereisten en tevens met het oog op de voor dit MER opgestelde richtlijnen wordt hierna achtereenvolgens aandacht gegeven aan de volgende onderwerpen:

- een kenschets van de energievoorziening, de daarbij spelende milieuproblemen en de mogelijkheid daaraan iets te doen, gebruik makend van duurzame bronnen als waterkracht (par. 2.2);
- de locatie-selectie (par. 2.3);
- het doel van het voornemen (par. 2.4);
- de relevante wet- en regelgeving (par. 2.5); en
- randvoorwaarden en afwegingscriteria (par. 2.6).

### 2.2 Probleemschets

#### Energiebeleid

Belangrijkste probleem in het energiebeleid is de belasting van het milieu die bijna onlosmakelijk verbonden is aan het opwekken van de energie die onze welvaart mogelijk maakt. De conventionele elektriciteitscentrales veroorzaken aanzienlijke CO<sub>2</sub>-emissies, en tevens emissies van andere milieu-schadelijke stoffen als NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en vliegias. Deze stoffen zijn deels verantwoordelijk voor het broeikas-effect, en klimaatverandering. De fossiele brandstoffen die hiervoor gebruikt worden zijn niet onuitputtelijk. Van duurzame energiebronnen kan hierbij bovendien niet gesproken worden.

In de Derde Energienota is door de minister van Economische Zaken het toekomstige energiebeleid verwoord. Deze nota noemt als doelstellingen van het energiebeleid:

- de komende 25 jaar de energie-efficiency met éénderde verbeteren; en
- per 2020 voor minstens 10% in de energie voorzien door gebruik te maken van duurzame bronnen.

In de nota is voorts een prognose over het te realiseren waterkrachtvermogen tot en met het jaar 2020 opgenomen. De intentie is om zoveel waterkrachtvermogen te realiseren dat in 2000 1 PJ en in 2007/2020 3 PJ aan fossiele brandstof wordt bespaard. Omrekening hiervan in elektrisch vermogen, uitgaande van 7.000 bedrijfsuren en een rendement van 45% conventionele opwekking, leidt naar een geprognostiseerd opgesteld waterkrachtvermogen van 20 MWe in het jaar 2000 en 50 MWe in het jaar 2007/2020.

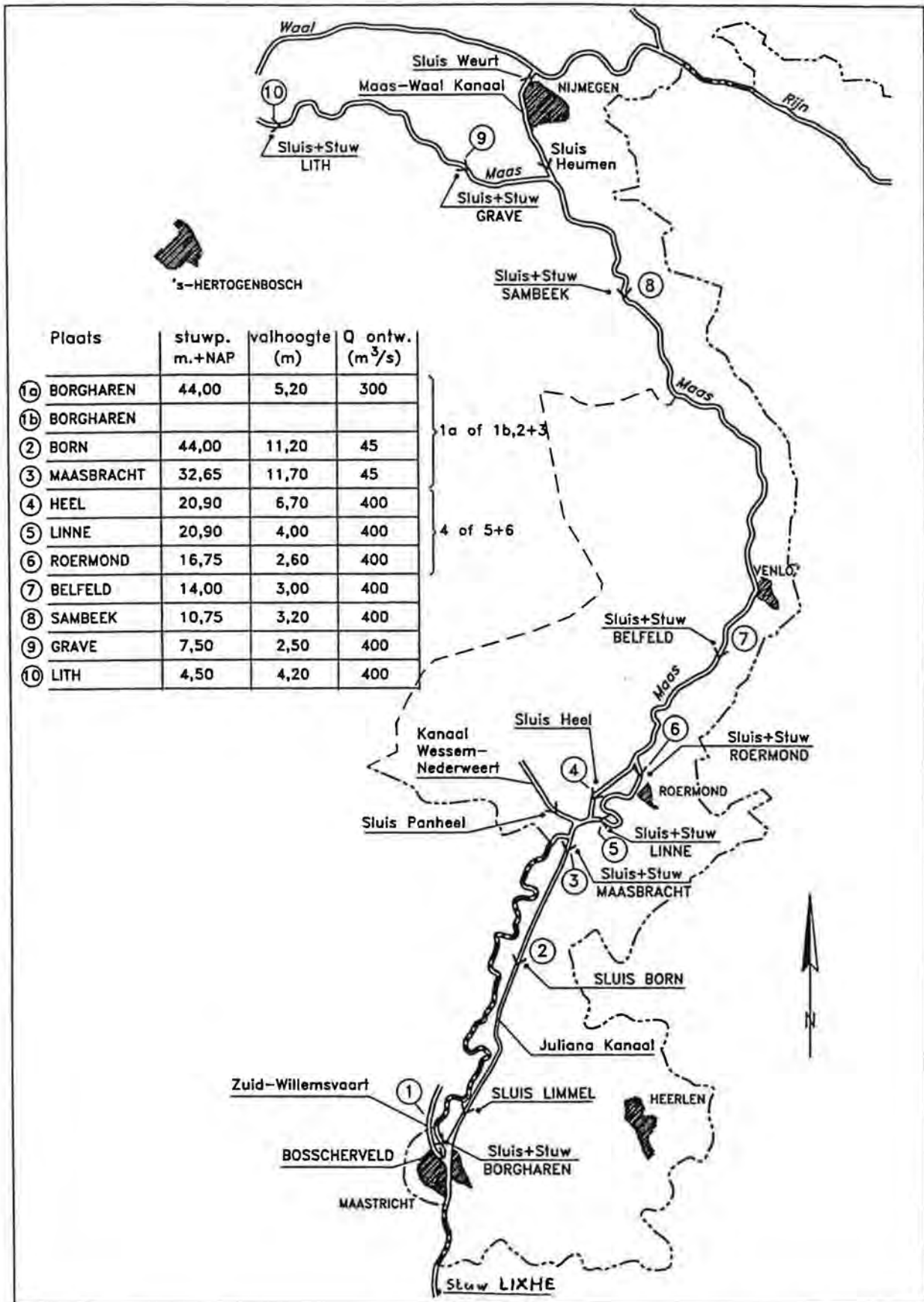
Wat betreft energie-opwekking door waterkracht kan onderscheid gemaakt worden tussen grootschalige en kleinschalige opwekking. Mogelijkheden voor relatief grootschalige opwekking van waterkracht bestaan in Nederland bij stuwen en sluizen in de Maas en Rijn. Per lokatie kan, afhankelijk van valhoogte en debiet, maximaal ca. 15 MW vermogen worden gegeneerd. Lokaties in andere Nederlandse wateren worden gerekend tot het kleinschalige potentieel en kunnen hoogstens 1 MW opleveren.

## Waterkracht

Voor de realisatie van waterkrachtvermogen is het ministerie van Economische Zaken afhankelijk van initiatieven van derden, onder meer uit de distributiesector. Binnen de distributiesector bestaat al tientallen jaren belangstelling voor energie-opwekking door middel van waterkracht. Dit blijkt o.m. uit het feit dat er in 1916 al ontwerpen zijn gemaakt voor een waterkrachtcentrale bij Linne. Nadien zijn de mogelijkheden tot energie-opwekking m.b.v. waterkracht binnen Nederland bij herhaling onderzocht. Op basis hiervan zijn diverse malen plannen opgesteld en projecten opgestart. Elke keer weer trad vervolgens stagnatie op vanwege dalende energieprijzen en/of waterstaatkundige en scheepvaartbezwaren.

Ook begin negentiger jaren was dat weer het geval. De implementatie van het waterkrachtvermogen bleef wederom duidelijk achter bij de eerder geschapen verwachtingen. Op dat moment waren er 4 waterkrachtcentrales in bedrijf t.w. bij Hagestein in de Lek (1958, 1,8 MWe), Maurik in de Nederrijn (1988, 10 MWe), Linne (1989, 11,5 MWe) en Alphen/Lith in de Maas (1990, 14 MWe).

Geruime tijd geleden was al vastgesteld dat er mogelijkheden zijn voor grootschalige opwekking van waterkracht in de Maas bij de stuwen van Borgharen, Roermond, Belfeld, Sambeek en Grave en voorts bij de schutsluizen in het Julianakanaal bij Born en Maasbracht (lokaties, zie Figuur 2.1). Echter alleen voor Borgharen waren er plannen in voorbereiding. Dit gegeven maakte het uiterst twijfelachtig of de doelstelling geformuleerd in de nota Energiebesparing, 135 MWe in 2010, gehaald zou kunnen worden. Tegen die achtergrond heeft het ministerie van Economische Zaken in 1992 aan Novem opdracht verleend tot uitvoering van het Programma Waterkracht.



Figuur 2.1 Lokatie van sluizen en stuwen in de rivier de Maas.

## Novem Programma Waterkracht

Het Novem-programma Waterkracht heeft de volgende driedelige doelstelling:

- Identificatie van de knelpunten die de realisering van het voorgestane waterkrachtpotentiëel in de weg staan gekoppeld met aanbevelingen hoe deze knelpunten uit de weg te ruimen.
- Ondersteuning bij de realisering van het waterkrachtpotentiëel, o.m. door het doen opnemen van concrete voornemens in de milieu-actieplannen van de distributiesector.
- Een actueel beeld geven van de haalbaarheid van het waterkrachtpotentiëel, te gebruiken enerzijds voor onderbouwing en anderzijds voor aanpassing van de doelstelling van de overheid.

In het kader van het Programma Waterkracht is door Novem, via een zgn. zeefanalyse, in 1993 allereerst de bestaande kennis geïnventariseerd. Informatie is verzameld m.b.t. hydrologie, opbrengst, investeringen, kostenstructuur en waterkwantiteits- en kwaliteitsbeheer. Met behulp van deze informatie is vervolgens per lokatie de economische haalbaarheid van een waterkrachtcentrale onderzocht. De resultaten van de uitgevoerde analyse worden hierna in het kort weergegeven.

### Waterkracht langs de Maas

De Maasafvoer is gemiddeld ongeveer 300 m<sup>3</sup>/s. De afvoer vindt grotendeels plaats via de gestuwde Maas. Bij hoog water, veelal enkele dagen per jaar, vindt de afvoer onbelemmerd plaats; de stuwen worden dan buiten gebruik gesteld. Gedurende de rest van de tijd zijn, bij het huidige waterbeheer, de stuwen geschikt voor waterkracht.

Parallel aan de Maas zijn kanalen aangelegd in de trajecten Limmel/Borgharen-Heel (Julianakanaal) en Heel-Buggenum (Lateraal Kanaal) met sluizen te Born, Maasbracht en Heel. Vanwege de eerdere keuze voor realisering van een waterkrachtcentrale te Linne, is voor waterkrachtopwekking te Heel geen debiet meer beschikbaar.

Het debiet in het Julianakanaal is gering; de afvoer is slechts 15 m<sup>3</sup>/s. Door verbreding van het Julianakanaal kan dit debiet met maximaal 45 m<sup>3</sup>/s wordt verhoogd. Vanwege de grote valhoogte (tot 12 meter) zijn de sluizen in het Julianakanaal in principe kansrijk voor waterkracht; bij het huidige beheer is grootschalige opwekking echter uitgesloten. Opwekking van waterkracht is alleen mogelijk als een groter deel van de Maasafvoer via het Julianakanaal wordt gestuurd.

### Derde Nota Waterhuishouding

De Derde Nota Waterhuishouding heeft niet alleen betrekking op de waterhuishouding, maar ook op de waterkwaliteit. De nota schetst het beleid voor de periode 1990-1994, maar geeft tevens streefbeeld voor de periode rond de eeuwwisseling. Er worden specifieke streefbeeld voor de verschillende soorten oppervlaktewateren beschreven. Voor zover hier van belang, worden daarbij naast de waterhuishoudkundige functies, met name de natuur- en recreatiefuncties van de grote rivieren benadrukt, waaronder de functie als migratieroute voor trekvissoorten als zalm en zeeforel. Als specifieke functies van de Grensmaas worden genoemd:



- Oeverrecreatie en sportvisserij (toenemend belang).
- Recreatievaart.
- Natuur en landschap (toenemend belang).
- Regionale watervoorziening.
- *Waterkrachtcentrales (toenemend belang)*.
- Afvoer van water, ijs en sediment.
- Oppervlakedelfstoffenwinning (afnemend belang).

### Natuurbeleid

Op interdepartementaal niveau wordt beleid voorbereid in het kader van het zogenaamde "Zalm-overleg". Doel van dit beleid is het tot ontwikkeling laten komen van levensvatbare populaties van trekvissen waaronder Zalm en Zeeforel. Hiertoe is onder meer in 1992 de Nota "Zalm terug in onze rivieren" uitgebracht. Behalve het optrekbaar maken van de rivieren staat hierbij voorop dat de rivieren als gehele ecosystemen beschouwd dienen te worden, waarbij zoveel mogelijk mogelijkheden geschapen dienen te worden om waterkwaliteit en habitatkwaliteit te verbeteren, en barrières uit de weg te ruimen.

In het Beheersplan Rijkswateren is aan de Grensmaas een ecologische doelstelling van het middelste niveau toegewezen, en tevens de functie water voor zalmachtigen.

## 2.3 Locatieselectie

De potentiële lokaties voor grootschalige energie-opwekking m.b.v. waterkracht zijn in het kader van het Programma Waterkracht van de Novem, uitgaande van twee scenario's, met elkaar vergeleken. Deze scenario's kunnen als volgt in het kort worden getypeerd:

- Het zogenaamde "reëel constant scenario".  
In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat de brandstof- en vermogenskosten tijdens de levensduur reëel constant blijven.
- Het zogenaamde "reëel licht stijgende scenario".  
Dit scenario is door de Sep in 1992 opgesteld en doorgerekend voor het Elektriciteitsplan 1993-2002.

Voor een economische vergelijking van de locaties zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Optimaal ontwerpdebiet, dat wil zeggen het debiet waarbij een maximaal projectresultaat wordt bereikt in termen van maximale winst of minimaal verlies.
- Berekende jaaropbrengst, afgeleid uit primair de duurlijnen van de valhoogte en de potentiële energie.
- Haalbaarheid in termen van het projectresultaat met of zonder invoering van de Regulerende Energiebelasting (REB).

De resultaten van deze vergelijking zijn in Tabel 2.1 weergegeven.

<i>Lokatie</i>	<i>ontwerp debiet</i>	<i>vermogen</i>	<i>Jaar Opbrengst</i>
	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Mwe</i>	<i>Gwh/jr</i>
Borgharen	200	7,7	30,2
Borgharen*	200	7,7	25,0
Born	45	4,2	28,4
Maasbracht	45	4,4	29,7
Roermond	200	4,2	21,5
Belfeld	200	4,7	19,1
Sambeek	200	5,2	22,1
Grave	200	4,4	20,5

Tabel 2.1 Haalbaarheidsvergelijking van 7 potentiële locaties (\* Borgharen incl. Born/Maasbracht)

Uit een economische vergelijking op basis van deze gegevens blijkt het volgende (Novem, 1996):

- Rendabele exploitatie, zonder Regulerende Energiebelasting, is alleen mogelijk op de locaties Maasbracht en Born. Deze locaties kunnen op basis hiervan zeer als perspectiefrijk worden gekwalificeerd.
- Rendabele exploitatie, met Regulerende Energiebelasting, is mogelijk op de locaties Maasbracht, Born, Borgharen en Roermond. De locaties Borgharen en Roermond kunnen op basis hiervan als redelijk perspectiefrijk worden gekwalificeerd.
- Rendabele exploitatie lijkt vooralsnog niet mogelijk op de locaties Belfeld, Sambeek en Grave. Deze locaties worden voorlopig als minder perspectiefrijk gekwalificeerd.

Bij de besluitvorming over de implementatie van waterkrachtcentrales spelen naast economische aspecten milieuvoordelen een cruciale rol. De milieuvoordelen van waterkracht liggen in de sfeer van het minder aanspreken van primaire energie en reductie van emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>. Waterkracht levert, per Gwh uitgaande van het productiepark in Nederland, de volgende milieuvoordelen op:

- Besparing primaire energie 8780 GJ
- Vermeden uitstoot CO<sub>2</sub> 630 ton
- Vermeden uitstoot NO<sub>x</sub> 516 kg
- Vermeden uitstoot SO<sub>2</sub> 492 kg

Vanuit milieu-optiek geredeneerd kan het aantrekkelijk zijn op locaties die economisch minder goed scoren toch een waterkrachtcentrale te realiseren. Voorwaarde daarvoor is dat de milieueffectiviteit gunstig is. Het gebruikelijke criterium hiervoor is de kostprijs per vermeden ton CO<sub>2</sub>-uitstoot. De resultaten van deze milieu-vergelijking zijn hieronder weergegeven (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Milieuvergelijking van 7 potentiële locaties (\* Borgharen incl. Born/Maasbracht)

<i>Lokatie</i>	<i>ontwerp debiet</i>	<i>Primaire e-besparing</i>	<i>Vermeden CO<sub>2</sub></i>
	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>PJ/jr</i>	<i>kton/jr</i>
Borgharen	200	0,27	19,0
Borgharen*	200	0,22	15,8
Born	45	0,25	17,9
Maasbracht	45	0,26	18,7
Roermond	200	0,19	13,5
Belfeld	200	0,17	12,0
Sambeek	200	0,19	13,9
Grave	200	0,18	12,9

Uit de milieu-vergelijking blijkt het volgende (Novem, 1996):

- De locatie Borgharen scoort zowel qua besparing van primaire energie als wat betreft vermeden uitstoot van CO<sub>2</sub> het best.
- De locaties Maasbracht en Born blijven qua milieuscore niet ver bij de locatie Borgharen achter.

Gegeven de vermelde resultaten is besloten het Waterkrachtprogramma primair te richten op de locaties Born, Maasbracht en Borgharen. Grave en Sambeek zouden echter ook in aanmerking kunnen komen gegeven nieuwe fiscale regelingen aangekondigd in de Derde Energienota en de toenemende behoefte aan "eco-stroom" bij eindgebruikers.

De bereikte resultaten zijn, met de volgende bedoelingen, voorgelegd aan zowel de waterbeheerder als de distributiebedrijven, met de volgende aandachtspunten:

- in kaart brengen van mogelijke knelpunten in relatie tot het waterbeheer;
- in beeld krijgen van de randvoorwaarden van de kant van de waterbeheerder; en
- vaststellen of, en zo ja, onder welke condities distributiebedrijven belangstelling hebben voor realisering van nieuwe waterkrachtcentrales.

Voor wat betreft de 3 meest interessante locaties is de beoordeling vanuit het waterbeheer als volgt:

- Voor de locaties Born en Maasbracht kunnen enkele problemen verwacht worden. Knelpunt is vooral de toename van het verhang in het Julianakanaal als gevolg van het voor waterkracht benodigde extra debiet (45 m<sup>3</sup>/s). Om die reden worden door de waterbeheerder waterkrachtcentrales op deze locaties minder wenselijk geacht. Knelpunten zijn eveneens het Maaswaterkwantiteitsverdrag met Vlaanderen van 1996 (voeding Julianakanaal 15 m<sup>3</sup>/s) en de natuurwaarden van de Grensmaas vanwege verminderde afvoer daarover.
- In beginsel zijn geen principiële belemmeringen vanuit het waterbeheer voor realisatie van een waterkrachtcentrale in Borgharen. Knelpunten die daar, evenals bij waterkrachtcentrales in het algemeen, aandacht vragen, zijn de zuurstofproblematiek en mogelijke schade aan de visstand.
- Ook wat betreft waterkrachtcentrales op de locaties Grave en Samsbeek lijken geen onoverkomelijke bezwaren te bestaan.

Uit het voorgaande kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- Lettend op zowel economische als milieucriteria komen de locaties Borgharen, Born en Maasbracht als eerste voor realisering van een waterkrachtcentrale in aanmerking.
- Realisering op korte termijn van een waterkrachtcentrale op de locaties Born en Maasbracht stuit op waterstaatkundige bezwaren.

Voor de hand ligt daarom om de implementatie van het Programma Waterkracht op te starten via realisering van allereerst een nieuwe waterkrachtcentrale op de locatie Borgharen.

## 2.4 Doel

Het Programma Waterkracht heeft als resultaat opgeleverd dat, onder meer onder voorwaarde van een doorstromingsdebiet van 200 m<sup>3</sup>/seconde rivierwater, realisatie van een waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen haalbaar is. De kwalificatie haalbaar houdt mede verband met het volgende:

- De groeiende vraag naar "eco-stroom".
- De stellingname in de Derde Energienota t.a.v. duurzame energie.
- De vrijstelling van energiebelasting voor duurzame energie.
- Extra financiële ondersteuning door het ministerie van EZ.

Op basis hiervan is de Raad van Bestuur van MEGA LIMBURG voornemens het besluit te nemen het project "Waterkrachtcentrale Borgharen" alsnog te realiseren. Het doel van de voorgenomen activiteit is: *Het bouwen, bedrijven en exploiteren van een milieuvriendelijke waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen met een elektrisch vermogen van 6 à 7 MW.*

## 2.5 De relevante wet- en regelgeving

De relevante wet- en regelgeving wordt in Bijlage III beschreven. Onderzocht is daarbij welke inhoudelijke en/of procedurele eisen voortvloeien uit de volgende wetten:

- Wet op de ruimtelijke ordening (Wro) en Woningwet (Ww),
- Wet milieubeheer (Wm),
- Wet bodembescherming (Wb),
- Grondwaterwet (Gww),
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo),
- Wet op de waterhuishouding (Wwh),
- Ontgrondingenwet (Ogw),
- Rivierenwet (Rw), en
- Wet tot vaststelling van bepalingen betreffende 's-Rijks waterstaatswerken (Rww).

Per in aanmerking komende wet wordt in Bijlage III vermeld:

- Het doel van de betrokken wet.
- De eventuele vergunningplicht involge de betrokken wet (het "*besluit bij de voorbereiding waarvan het milieu-effectrapport wordt gemaakt*").
- Indien blijkt dat een vergunning, c.q. een besluit moet worden genomen: de voor dat besluit te volgen procedure (m.n. de coördinatie).

Besluit	Beleidsdocument	Criteria
Bouw- en aanlegvergunning c.a.	Streekplan en (ontwerp) bestemmingsplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combineerbaarheid met natuur- en recreatie in de omgeving van de lokatie.</li> <li>- Combineerbaarheid Natuurontwikkelingsproject Grensmaas</li> <li>- Combineerbaarheid met de Ecologische Hoofdstructuur en het Nationaal Landschapspatroon</li> </ul>
	Bouwstoffenbesluit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eisen t.a.v. uitspoelbaarheid/uitloogbaarheid van ophoogmaterialen (grond en reststoffen)</li> </ul>
Wet milieubeheer	Wet milieubeheer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrale afweging milieubelangen.</li> <li>- 'ALARA'-beginsel voor alle milieu-aspecten (voor zover niet uitputtend geregeld in sectorale wetten).</li> </ul>
	Gemeentelijk Milieubeleidsplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geluid: streefwaarde conform circulaire Industrielawaai, rekening houdend met de PISA-doelstelling.</li> <li>- Combineerbaarheid met natuur(ontwikkeling) en extensieve recreatie.</li> <li>- Energie- en materiaalzuinig bouwen.</li> <li>- Milieuvriendelijke materiaalkeuze.</li> <li>- Bevordering duurzaam energiegebruik</li> </ul>
Wvo-vergunning	Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normstellingen voor drinkwater, zwemwater, water voor karperachtigen en water voor zalmachtigen.</li> </ul>
	Derde Nota Waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kwaliteitsdoelstelling 2000.</li> <li>- Vermindering van emissies naar het oppervlaktewater.</li> <li>- Behoud en herstel natuurlijke oevers.</li> <li>- Passeerbaarheid voor vissen (incl. visgeleiding).</li> <li>- Zalm terug in Maas (en Rijn) in 2000. Programma "Zalm-2000"</li> <li>- Passage van landdieren langs de oevers.</li> <li>- Bevordering gebruik van waterkracht in de Grensmaas ('streefbeeld')</li> <li>- Modernisering Maasroute (MOMARO)</li> </ul>
	Ontwerp Evaluatienota Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terugdringen diffuse emissies.</li> <li>- Sanering en bescherming van de waterbodems en uiterwaarden</li> <li>- Aanleg van vispassages.</li> <li>- Aanleg van milieuvriendelijke oevers en natuurbouw.</li> </ul>
	Nota 'De zalm terug in onze rivieren'	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vistrappen bij alle rivierstuwen.</li> <li>- Natuurlijk oeverbeheer (paaiplaatsen).</li> <li>- Betere waterkwaliteit: specifieke zuurstofnorm voor zalmachtigen (7 mg/l).</li> </ul>
Wet Bodembescherming	Wet en provinciale milieuverordening	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen emissies naar de bodem.</li> <li>- Beleid sterk in ontwikkeling</li> <li>- Sanering tot (multi)functioneel gebruik van waterbodems en grondwater.</li> </ul>
Gww-vergunning	Provinciaal milieubeleidsplan en provinciale verordening grondwaterwinning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen toename bodemverdroging ('stand still').</li> </ul>
Ogw-vergunning	Provinciaal ontgrondingsplan en provinciale verordening ontgrondingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tijdige beschikbaarheid oppervlaktedefstoffen</li> <li>- Ondersteuning maatschappelijk gewenste ruimtelijk functionele ontwikkelingen</li> </ul>
Rw-vergunning	Beleidslijn Ruimte voor de rivier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In het winterbed zijn alleen riviergebonden functies toegestaan, tenzij een zwaarwegend maatschappelijk belang wordt gediend.</li> <li>- Compensatie van waterstandverhogende effecten.</li> <li>- Geen aantasting van de mogelijkheden voor toekomstige rivierbedverlaging of verbreding.</li> </ul>
Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken	Baggerreglement en Rijksrivierdijkenreglement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen schade/hinder aan waterstaatkundige werken, scheepvaart of visserij door graven of baggeren in het zomerbed.</li> </ul>
Natuurbeschermingswet	Structuurschema Groene ruimte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkeling en bescherming EHS</li> </ul>
	Regeling Beheersovereenkomsten en natuurontwikkeling (RBON)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In Beheersplan Maasdal is deel Boscherveld begrensd als reservaatgebied (op vrijwillige basis mogelijk aan te kopen door bijv. SBB)</li> </ul>
	Besluit beschermde inheemse diersoorten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bescherming van aangewezen vissoorten.</li> </ul>

Tabel 2.3 Randvoorwaarden en afwegingscriteria (zie bijlage III)

- De beleidsruimte bij het verlenen van de vergunning, zoals vastgelegd in de “*eerder genomen besluiten*”. Deze beleidsruimte is voor een belangrijk deel vastgelegd in besluiten, verordeningen en planvorming op het gebied van ruimtelijke ordening, waterstaat en milieu. Deze worden, per te nemen besluit samengevat.

De aan de besluiten te ontleen toetsingscriteria zijn tabellarisch samengevat in Tabel 2.3.

## 2.6 Randvoorwaarden en afwegingscriteria

### 2.6.1 Beleidskader

#### Energie

Aanleiding voor het voornemen vormt het beleidskader op energiegebied zoals vastligt in de Derde Energienota. Doelstellingen uit deze nota waarop het voornemen wil inspelen zijn:

- Beperking van het energieverbruik.
- Vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen.
- Terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Zo veel mogelijk gebruik maken van duurzame energie.
- Uitbouw energie-opwekking via waterkracht.

#### Milieu

Het 2e Nationaal Milieubeleidsplan (NMP2) onderschrijft het streven van de energiebedrijven in het MAP-2 (2e Milieu-actieplan van de energiedistributiebedrijven) om in het jaar 2000 3% van de in hun voorzieningsgebied benodigde elektriciteit te dekken met duurzame energiebronnen. Hierbij wordt de mogelijkheid van waterkracht specifiek genoemd.

#### Waterhuishouding

Tevens vormt het beleidskader zoals vastgelegd in de Derde Nota Waterhuishouding aanleiding tot het voornemen. Hierin wordt als specifieke functie voor de Grensmaas de opwekking van energie via waterkracht benadrukt. Voorts wordt hierin de modernisering van de Maasroute aangekondigd (MOMARO), die onder meer zou kunnen leiden tot een verhoging van het stuwpeil in het stuwpannd Borgharen; deze stuwpeilverhoging kan gunstig zijn voor het functioneren van een waterkrachtcentrale bij Borgharen. Inmiddels is in het kader van het Deltaplan Grote Rivieren (hetgeen voldoende bescherming tegen hoogwater dient te bieden voor 2000) de verbetering van de Maasroute ondergebracht in de Trajectnota/MER Zandmaas/Maasroute. Ook de verhoging van het beschermingsniveau tegen overstromingen langs de Grensmaas valt, als onderdeel van het Natuurontwikkelingsplan Grensmaas, onder het Deltaplan Grote Rivieren.

### 2.6.2 Randvoorwaarden initiatiefnemer

Wat betreft de realisatie gelden voor MEGA LIMBURG de volgende randvoorwaarden:

- Blijvende/groeiende vraag naar "ecostroom".
- Een positief projectresultaat, bepaald op grond van investeringen en beheerskosten.
- Voldoen aan de relevante milieuwet- en regelgeving.
- Maatschappelijke aanvaardbaarheid.

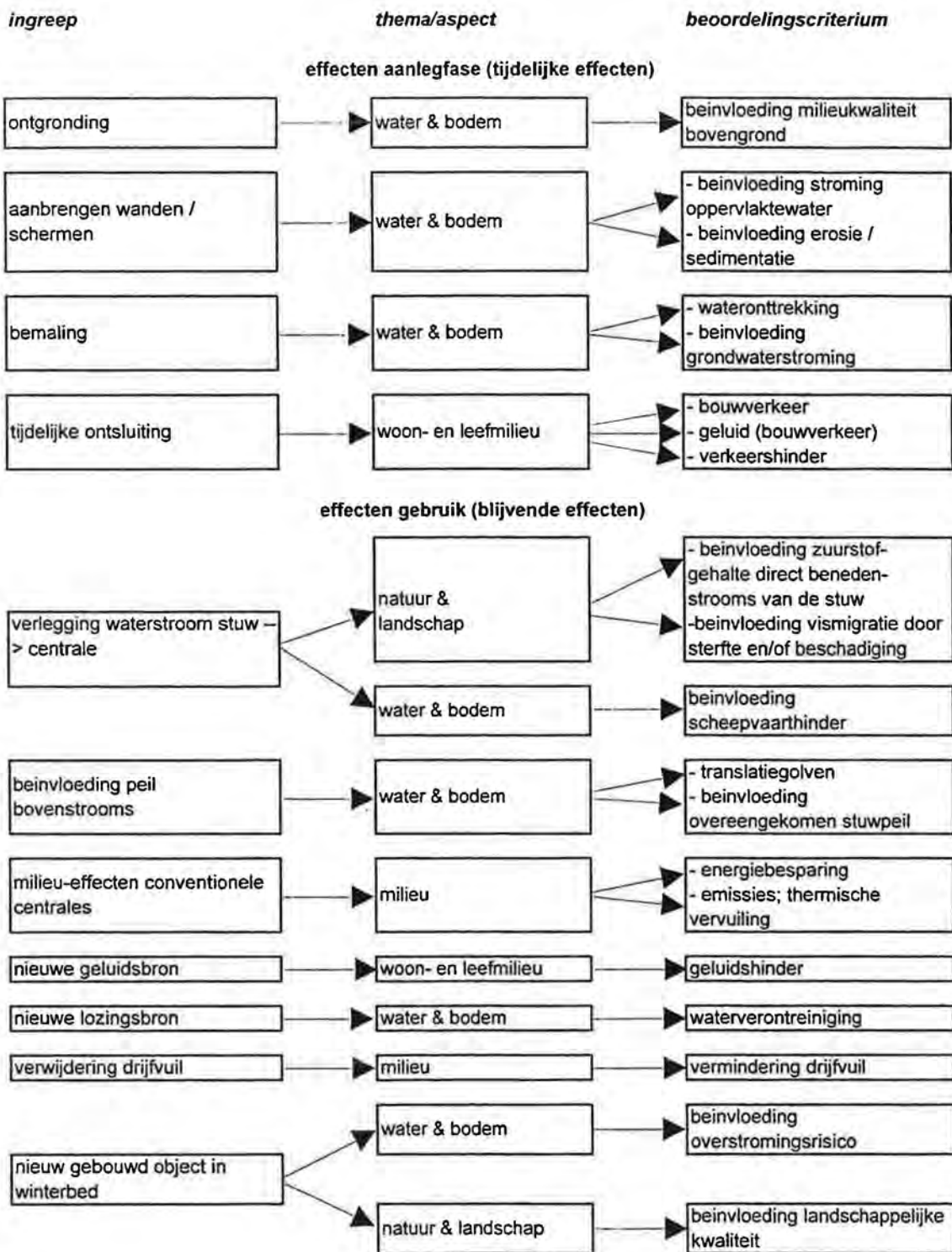
### 2.6.3 Toetsingscriteria overheid

Het voornemen wordt door de overheid in het kader van een vijftal vergunningaanvragen getoetst. De belangrijkste criteria die daarbij worden gehanteerd zijn de volgende (zie Tabel 2.3):

- Niet strijdig met de binnen de gemeente Maastricht geldende stedenbouwkundige landschappelijke visie (in relatie tot o.m. het vigerende bestemmingsplan en de daarop te verwachten wijzigingen).
- Combineerbaar met natuurontwikkeling.
- Noodzaak situering in winterbed rivier onderbouwen, in samenhang met eventuele waterstandsverhogende effecten.
- Vergroting gebruik duurzame energie.
- Voldoen aan de zuurstofnorm voor zalmachtigen.
- Toepassing best beschikbare technieken en methodieken ter voorkoming van milieuschade.
- Integrale afweging milieu-belangen.

## 2.7 Vergelijking alternatieven

Het doel van het MER is inzicht te geven in de effecten van de voorgenomen activiteit en de alternatieven. Op basis van een effectbeschrijving worden de alternatieven tegen elkaar afgewogen. Basis voor deze effectbeschrijving is een overzicht van de ingrepen die met de voorgenomen activiteit gepaard gaan, en een overzicht van aspecten die daardoor beïnvloed worden. De ingrepen en de beïnvloede aspecten worden tenslotte weergegeven in een ingreep-effecttabel. Tabel 2.4 geeft het voor dit MER gebruikte ingreep-effectenschema. Dit schema is in feite tot stand gekomen na een studie van de ingrepen en verkenning van de mogelijke effecten, maar wordt hier ten behoeve van een duidelijk systematiek van de navolgende effectbeschrijvingen reeds vooraf gegeven.



Tabel 2.4 Schematische weergave van de beschouwde oorzaak-effectrelaties en daartoe gebruikte beoordelingscriteria



## 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

### 3.1 Inleiding

In een MER moeten steeds meerdere alternatieven in beschouwing worden genomen. Allereerst gaat het daarbij om de voorgenomen activiteit. Bij de omschrijving hiervan zal een eerste inschatting worden gemaakt van de effecten die kunnen optreden en de wijze waarop deze kunnen worden geminimaliseerd en/of gecompenseerd.

Daarnaast moeten redelijke alternatieven voor het voornemen in beschouwing worden genomen (Wet milieubeheer, art. 7.10, lid 1b). Daartoe behoort in elk geval een alternatief waarin de nadelige milieugevolgen zoveel mogelijk zijn teruggedrongen (Wet milieubeheer, art 7.10, lid 3). De ontwikkeling van dit zgn. Meest Milieuvriendelijk Alternatief vindt plaats op basis van nader inzicht dat ontstaat bij het beoordelen van op voorhand aangereikte alternatieven en een inventarisatie van "nadere milieubeschermdende maatregelen".

Uitgaande van de algemene vereisten en de specifiek voor dit MER vervaardigde richtlijnen komen hierna achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan de orde:

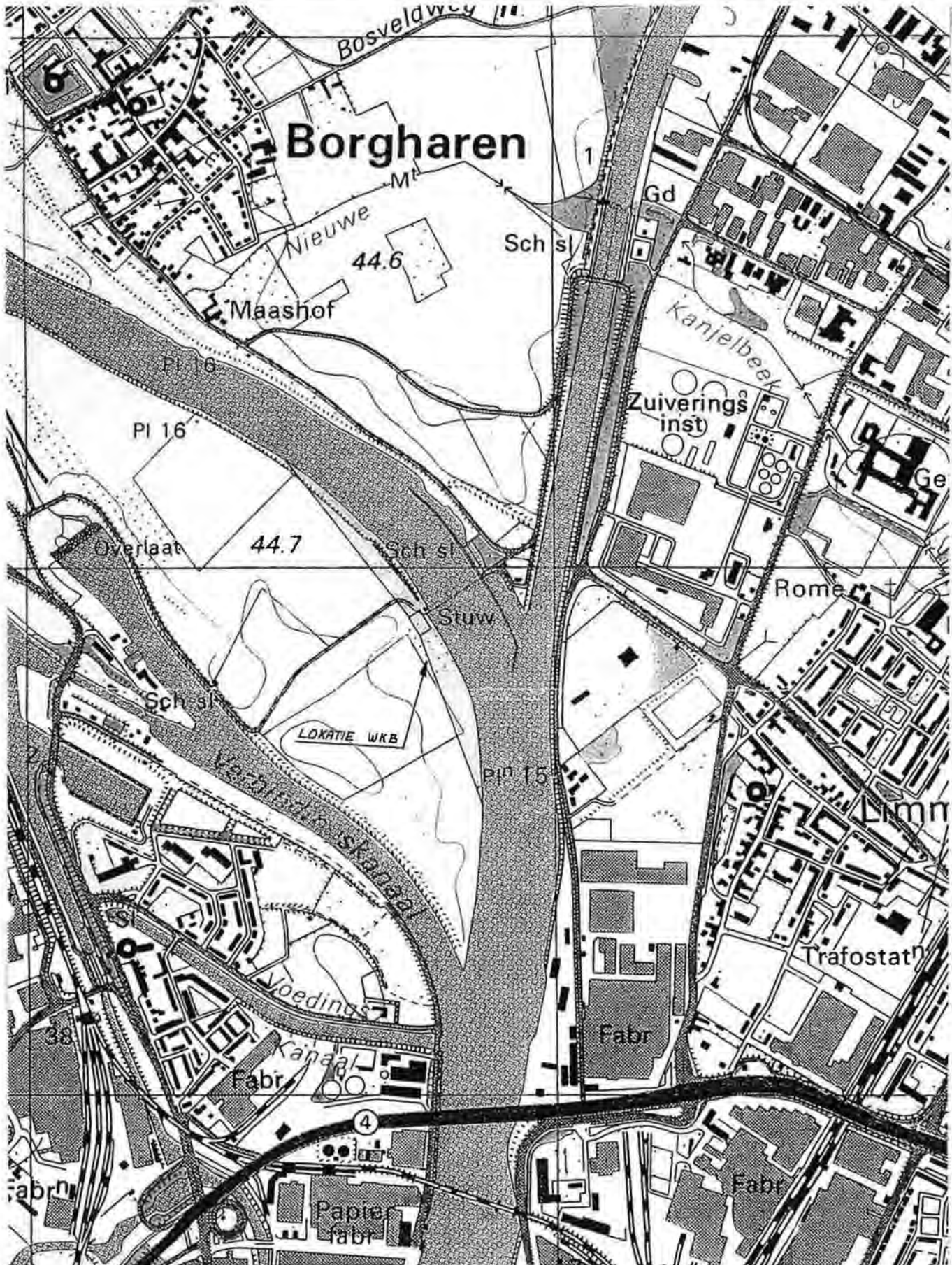
- Een algemene beschrijving van de voorgenomen activiteit (par. 3.2).
- De voorgenomen wijze van realisatie van de waterkrachtcentrale (par. 3.3).
- Het gebruiksproces van de waterkrachtcentrale (par. 3.4).
- De bedrijfsvoering van de waterkrachtcentrale (par. 3.5).
- Anticipatie op ontmanteling van de waterkrachtcentrale te zijner tijd (par. 3.6).
- Verkenning van uitvoeringsvarianten, d.w.z. realistische varianten voor onderdelen van het voornemen (par. 3.7).
- Het meest milieuvriendelijk alternatief, d.i. dat samenstel van uitvoeringsvarianten, dat de beste mogelijkheden voor de bescherming van het milieu biedt (par. 3.8).
- Het nulalternatief, d.w.z. de situatie die be-/ontstaat indien het voornemen geen doorgang vindt (par. 3.9).

Voor de beschrijving van het nul-alternatief en het voorkeursalternatief alsmede de verschillen tussen beide kan in belangrijke mate teruggerepen worden op het WL-rapport Q486 en het Novem-rapport "Programma Waterkracht" (Novem, 1996).

### 3.2 Beschrijving van de Voorgenomen Activiteit

#### 3.2.1 Ligging van de waterkrachtcentrale

De waterkrachtcentrale wordt langs de Maas gebouwd, ter hoogte van rivierkilometer 15,4, in de nabijheid van het dorp Borgharen in de gemeente Maastricht. De waterkrachtcentrale zal worden gebouwd op een landtong (Bosscherveld) die aan de noordzijde begrensd wordt door de rivier de Maas en de stuw Borgharen, en aan de zuidzijde door het verbindingskanaal tussen de rivier de Maas en de Zuid-Willemsvaart (zie Figuur 3.1). De waterkrachtcentrale is gesitueerd in het buitengebied; ter plaatse is geen grondwaterbeschermingsgebied of waterwingebied aangewezen. In de omgeving bevinden zich geen gevoelige objecten en geen woningen; de afstand tot de dichtstbijzijnde woning bedraagt 225 meter.



Figuur 3.1 Overzichtskaartje Maas tussen Maastricht en Borgharen; in geel de lokatie van de voorgenomen activiteit ("lokatie WKB"). Eén kaartvak is 1 km x 1 km.

### 3.2.2 Overzicht terrein en installaties

Figuur 3.2 geeft een doorsnede van de centrale (zie ook Figuur 3.7). Figuur 3.3 geeft een overzicht van het terrein en de installaties. Figuur 3.4 geeft tenslotte de landschappelijke aanzichten van de centrale, zowel van bovenstroomse als van benedenstroomse zijde.

### 3.2.3 Werking van de centrale

Waterkracht is een vorm van energie-opwekking, waarbij een schoepenwiel door water in beweging wordt gebracht. De turbine met schoepenwiel is op een as gekoppeld via een tandwielkast met de generator. Dit geheel bevindt zich in een gesloten turbinehuis dat bulb wordt genoemd. Het water stroomt om de bulb heen en brengt daardoor het schoepenwiel tot draaien.

In de bulb bevindt zich een tandwielkast en de generator. De tandwielkast is nodig omdat het toerental van de turbine laag is. Dit lage toerental van de turbine houdt verband met de lage valhoogte in de rivier de Maas. Dankzij de tandwielkast draait de generator met een hoog toerental en kunnen de afmetingen van de generator beperkt blijven. De generator levert het opgewekt elektrisch vermogen aan het 10 kV-elektriciteitsnet van N.V. MEGA Limburg.

De regeling van het opgewekt vermogen is gebaseerd op de beschikbare hoeveelheid water die door de waterkrachtcentrale kan/mag worden afgevoerd. Door het verstellen van de leid- en loopschoepen (dubbelgeregeld) kan de hoeveelheid water die via de centrale wordt afgevoerd, worden geregeld.

### 3.2.4 Beschrijving van de hulpsystemen

#### Krooshek

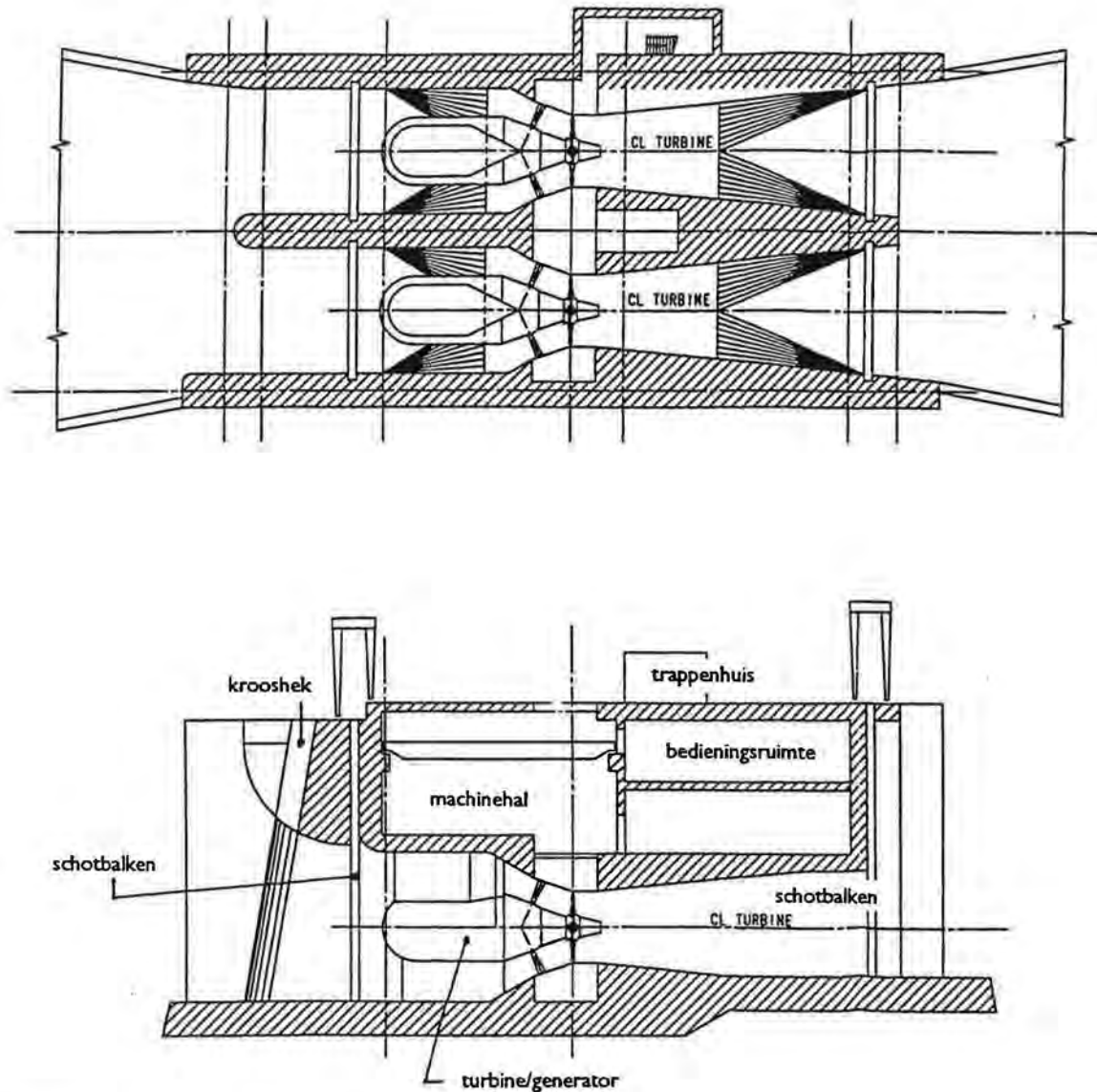
Om instroming van grof drijfvuil in de turbines te voorkomen wordt bovenstrooms van de turbine een krooshek geplaatst. Het krooshek wordt regelmatig gereinigd. Dit kan zowel handbediend als geheel automatisch gebeuren op basis van metingen. Het ingevangen drijfvuil wordt gestort in een met de reinigingsinstallatie meerrijdende container.

#### Schottenbalken

Om de turbines te kunnen reviseren dient de turbineruimte watervrij gemaakt te kunnen worden. Hiertoe kunnen aan de boven- en benedenstroomse zijde van de waterkrachtcentrale met behulp van kranen schottenbalken geplaatst worden.

#### Smeer- en regeloliesysteem

Voor de smering van de lagers van de turbines en generatoren en voor de verstelling van regelkleppen wordt olie toegepast. De olie wordt gekoeld in een gesloten systeem.



Figuur 3.2 Horizontale en verticale dwarsdoorsnede door de turbines

### Koelsysteem

Een gesloten koelsysteem, gevuld met leidingwater, zorgt voor de koeling van de koellucht voor de generator en olie. Het opgewarmde leidingwater wordt gekoeld via een in het aanvoer kanaal geplaatste warmtewisselaar.

## 3.3 De aanleg

### 3.3.1 Bouwmethodiek

De bouwmethode voor de waterkrachtcentrale Borgharen wordt in hoge mate bepaald door de ondergrond. Op het aanlegniveau van het centrale-gebouw is dat kalksteen: hard en weinig doorlatend (zie bodemprofielen in Figuur 3.5).

Daar onderzoek van Grondmechanica Delft heeft uitgewezen dat de kalksteen op aanlegniveau weinig doorlatend is, is gekozen voor ontgraving in den droge met een conventionele uitvoeringsmethode. Dit is zowel kostenbesparend als productieverhogen.

Het centrale kunstwerk van de waterkrachtcentrale wordt hierbij gebouwd in een bouwkuip. Deze bouwkuip heeft als wanden damwandprofielen en als bodem de aanwezige kalksteen. Het verwijderen van de relatief geringe hoeveelheid grind en kalksteen uit de bouwkuip kan in den droge geschieden met behulp van bemaling dan wel in den natte door "leeg knijpen" met een grijper, al naar gelang de voorkeur van het uitvoerend bouwbedrijf.

De aan- en afvoerkanalen worden echter, voor zover ze zo diep liggen dat de bodem in de kalksteen ligt, in den droge ontgraven. Dit wordt bereikt door het vak tussen de damwanden langs de oevers, de voor- of achterwanden van de bouwkuip en de Maas af te sluiten met tijdelijke kleischermen en droog te malen. De resterende delen van de kanalen worden in den natte ontgraven.

### 3.3.2 Civiele technieken

#### Aan- en afvoerkanalen

De vormgeving van de aan- en afvoerkanalen wordt bepaald door de locatie van de centrale: op de linker oever in een binnenbocht van de Maas.

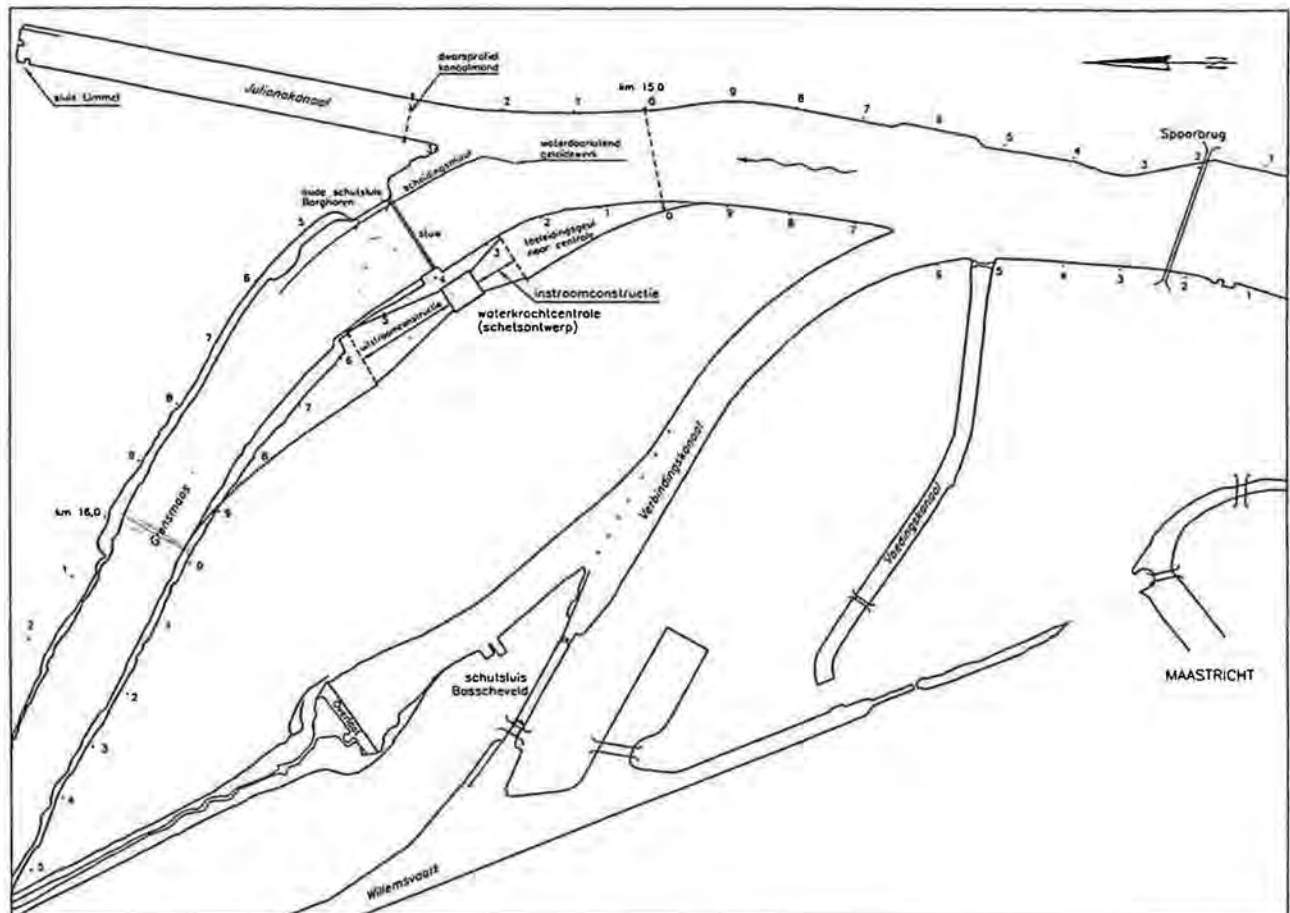
De vormgeving van de kanalen en de lokale aansluiting van de vleugelwanden op het centrale gebouw is mede bepaald aan de hand van een advies van het Waterloopkundig Laboratorium, destijds gegeven voor de waterkrachtcentrale Linne op grond van laboratoriumonderzoek (WL, 1985).

De hoofdstroom van de rivier heeft de neiging de buitenbocht te volgen. Als gevolg hiervan zijn bijzondere maatregelen aanbevolen, bijvoorbeeld een geleidescherm, om het instromende water in voldoende gelijke mate voor de turbines te leiden.

Tussen de Maas en het aanvoerkanaal is een onder het wateroppervlakte gelegen richel aangebracht, teneinde sedimenttransport naar de turbines te beperken.

Voor het overige is de vormgeving van het aan- en afvoerkanaal zodanig gekozen, dat in het aanvoerkanaal de waterstroom steeds versnelt en in het afvoerkanaal steeds vertraagt. Dit teneinde het in- en uitstromen rustig en gelijkmatig over de twee turbines te doen geschieden.

De hoek tussen de vleugelwanden en de as van de kanalen is voor het instroomkanaal bepaald uit het voor de waterkrachtcentrale te Linne uitgebrachte advies van WL (1985). Voor het uitstroomkanaal is  $10^\circ$  intern aangehouden. Bij deze waarde is in de praktijk gebleken dat de waterstroom niet loslaat.



Figuur 3.3 Situatie stuwcomplex Borgharen met voorgenomen activiteit.

### Bodem- en oeeververdediging

Kort voor en na het centrale-gebouw wordt de keuze van de bodem- en oeeververdediging bepaald door de noodzaak de onder- en achterloopsheid van het kunstwerk te beperken. Voor de oevers komt daar nog bij, dat een zeer aanzienlijk hoogteverschil (18 m) overwonnen moet worden nabij het centrale-gebouw. De keuze van de oeeververdediging aldaar is een damwand. De bodem wordt over de eerste 10 m voor en na de in- en uitstroomopening versterkt met beton; voorbij die grenzen bestaat de bodem uit de reeds aanwezige grondslag, te weten kalksteen, gevolgd door grind. Extra bodemverdediging lijkt hier niet nodig. Op de linkeroever van het uitstroomkanaal zal een bestorting worden aangebracht vanaf een plasberm op normaal peil van 40 m+ NAP, bestaande uit grind met een schouder van stortsteen. Deze bescherming wordt doorgezet tot op het horizontale bodemvlak. Boven de plasberm zal het talud van de linkeroever van het uitstroomkanaal worden voorzien van een beschoeiing van perkoenpalen (op Normaal Peil) en daarboven betonsteen op filterdoek (Espromat, Armorflex of gelijkwaardig) tot 42 m + NAP. Deze oeeververdediging zal worden doorgezet vanaf einde damwand tot grens werk. De bescherming dient om uitspoeling van grind uit de oevers te voorkomen. Aan bovenstroomse zijde van de centrale zal de linkeroever van het instroomkanaal vanaf en met de plasberm op 44 m + NAP tot 42 m + NAP met een 0,2 m dikke laag grind "30-alles" worden beschermd.

## Het aanbrengen van de stalen damwanden

Gezien de aanwezigheid van de kalksteenlaag beneden ca. 35 m + NAP kan het inheien of trillen van damwanden een probleem vormen (ook kans op uit het slot lopen).

Gezien de zwaarte van het toe te passen damwandprofiel (waarbij ook een combinatie wand van buispalen en tussenplanken in aanmerking komt) en de damwandlengte is gerekend op voorboren.

De onderloopheidsschermen kunnen ook in een cement-betoniet sleuf worden aangebracht, wat tevens voordelen heeft voor de waterdichtheid. Met het heien van een damwand in de hoger gelegen grindlagen worden geen grote problemen verwacht.

### 3.3.3 Ontgroning en bemaling

#### Ontgroning

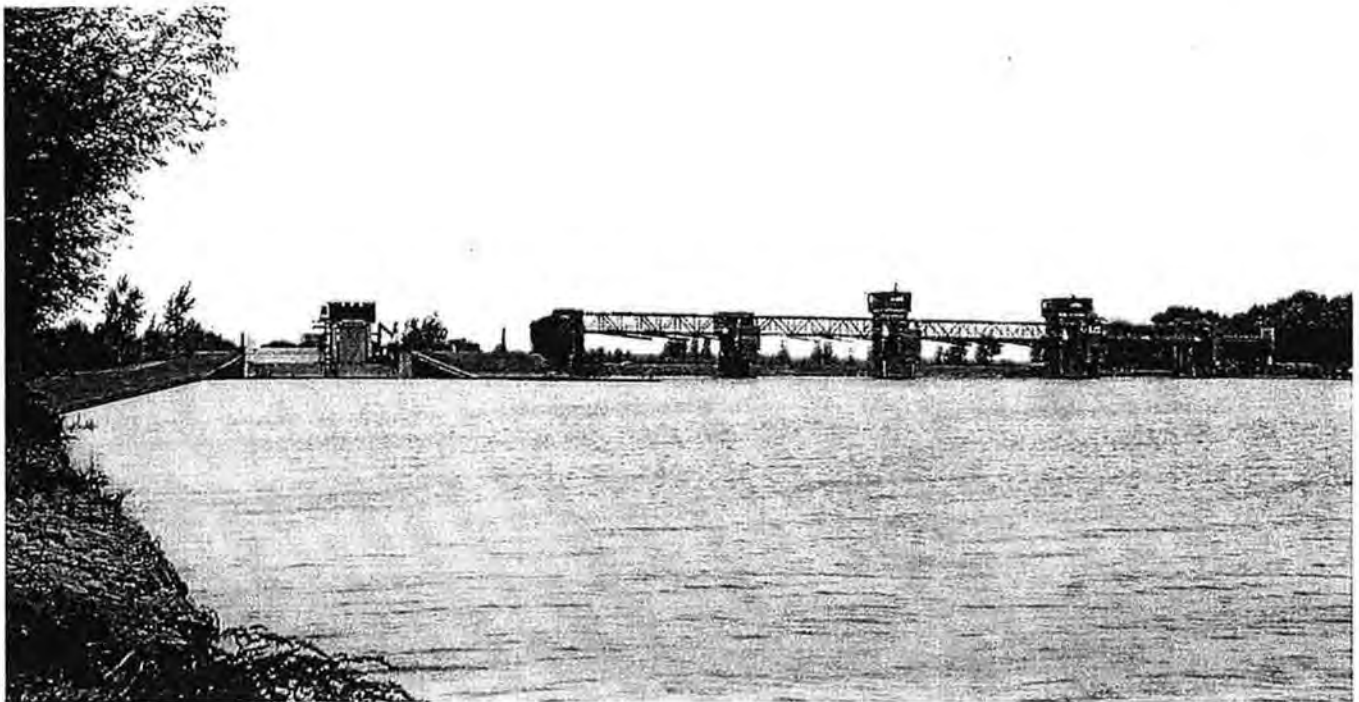
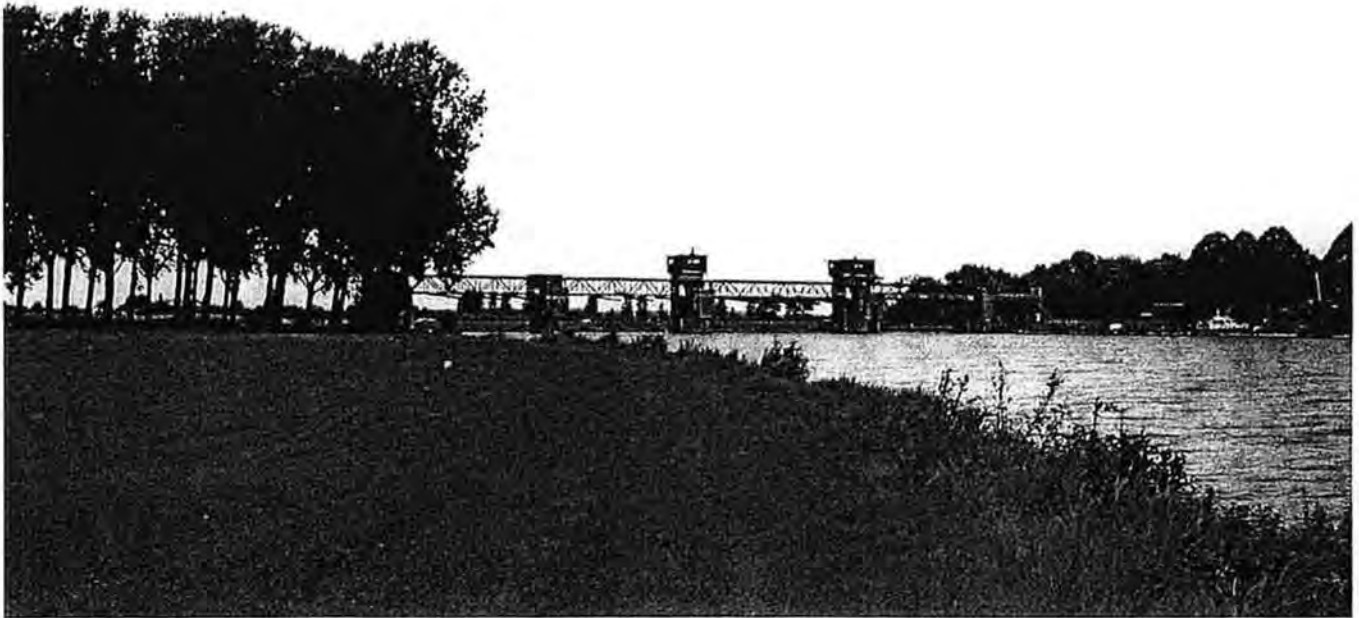
De kern van de civiele werken voor de waterkrachtcentrale vormt het centrale gebouw. Dit gebouw steekt circa 1,5 m boven maaiveld uit, doch steekt circa 17,5 m diep onder maaiveld. Die diepe ligging wordt veroorzaakt door het feit, dat de uitloopzijde van de horizontaal liggende kanalen onder de laagste beneden-waterstand moet liggen.

Voor het bouwen van het centrale-gebouw zo diep onder maaiveld kunnen in principe drie methoden worden onderscheiden:

- de caissonmethode (pneumatische c.q. hydraulische afzinkmethode);
- de open bouwputmethode zonder damwanden met een uitgebreide bemaling;
- de open bouwputmethode met damwanden en een beperkte bemaling.

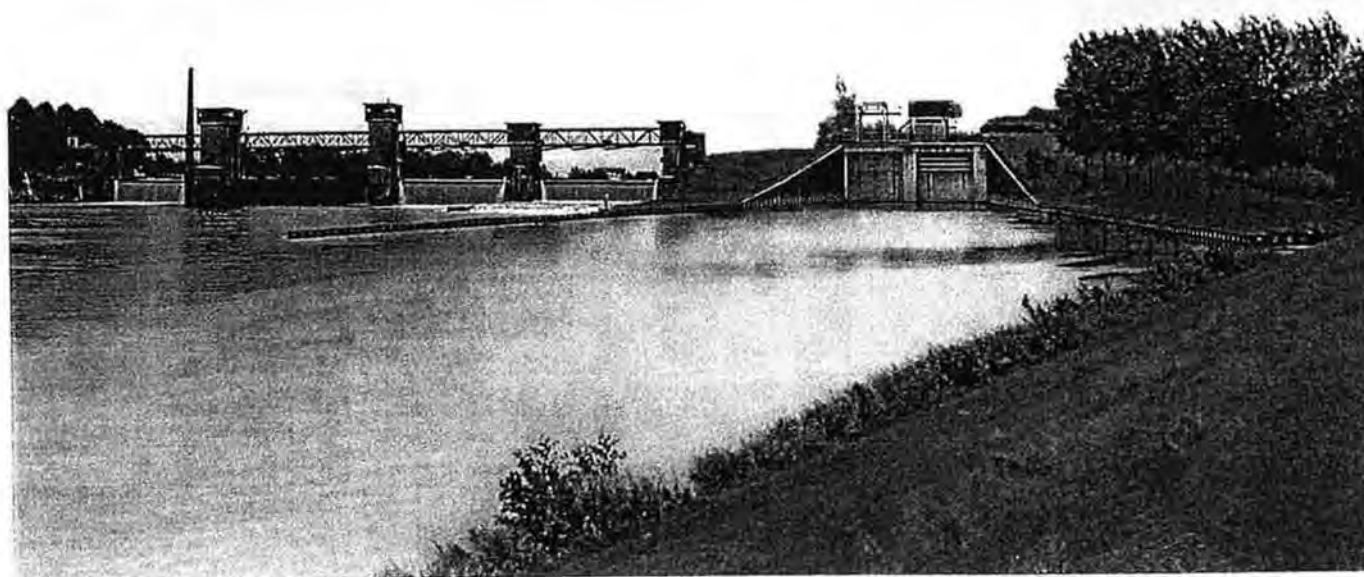
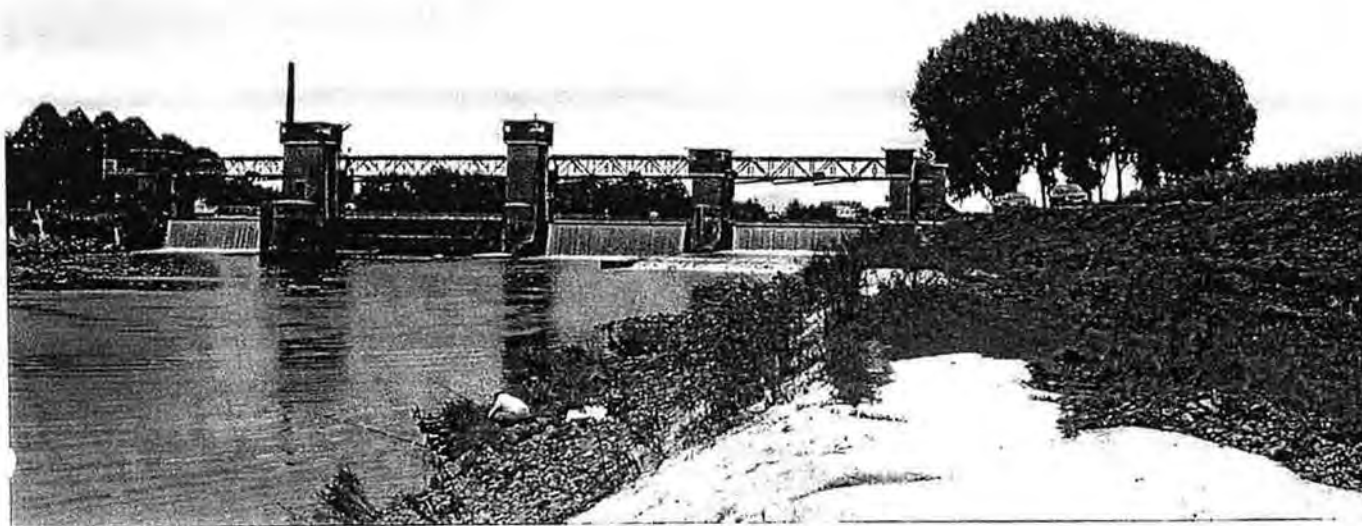
Op aanlegniveau is een kalksteenlaag aanwezig die als matig doorlatend kan worden aange-merkt, afgedekt door een zeer doorlatende grindlaag die de invloed van de diepe bemaling naar boven en opzij nivelleert (zie bodemprofielen in Figuur 3.5). De open bouwputmethode met damwanden en een beperkte bemaling zal daardoor slechts beperkte invloed op de grondwaterhuishouding in de omgeving hebben.

Om deze redenen wordt in een dergelijke situatie aan een uitvoering in een open bouwput met damwanden en een beperkte bemaling de voorkeur gegeven. De hoeveelheid te ontgronden materiaal is niet zodanig dat deze ontgroning daarom m.e.r.-plichtig zou zijn.

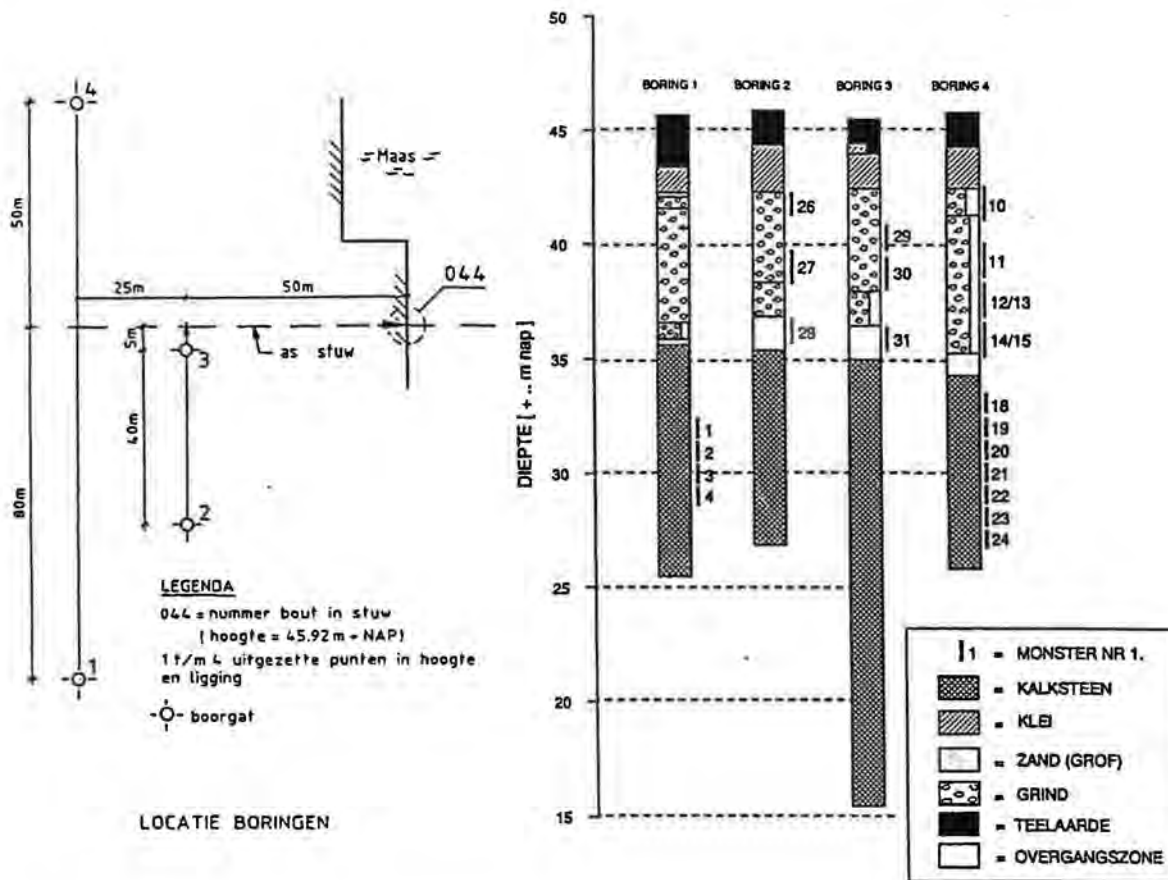


Figuur 3.4a Huidige situatie (boven) en simulatie van de situatie na aanleg, gezien van bovenstreamse zijde.





Figuur 3.4b Huidige situatie (boven) en simulatie van de situatie na aanleg, gezien van benedenstroomse zijde.

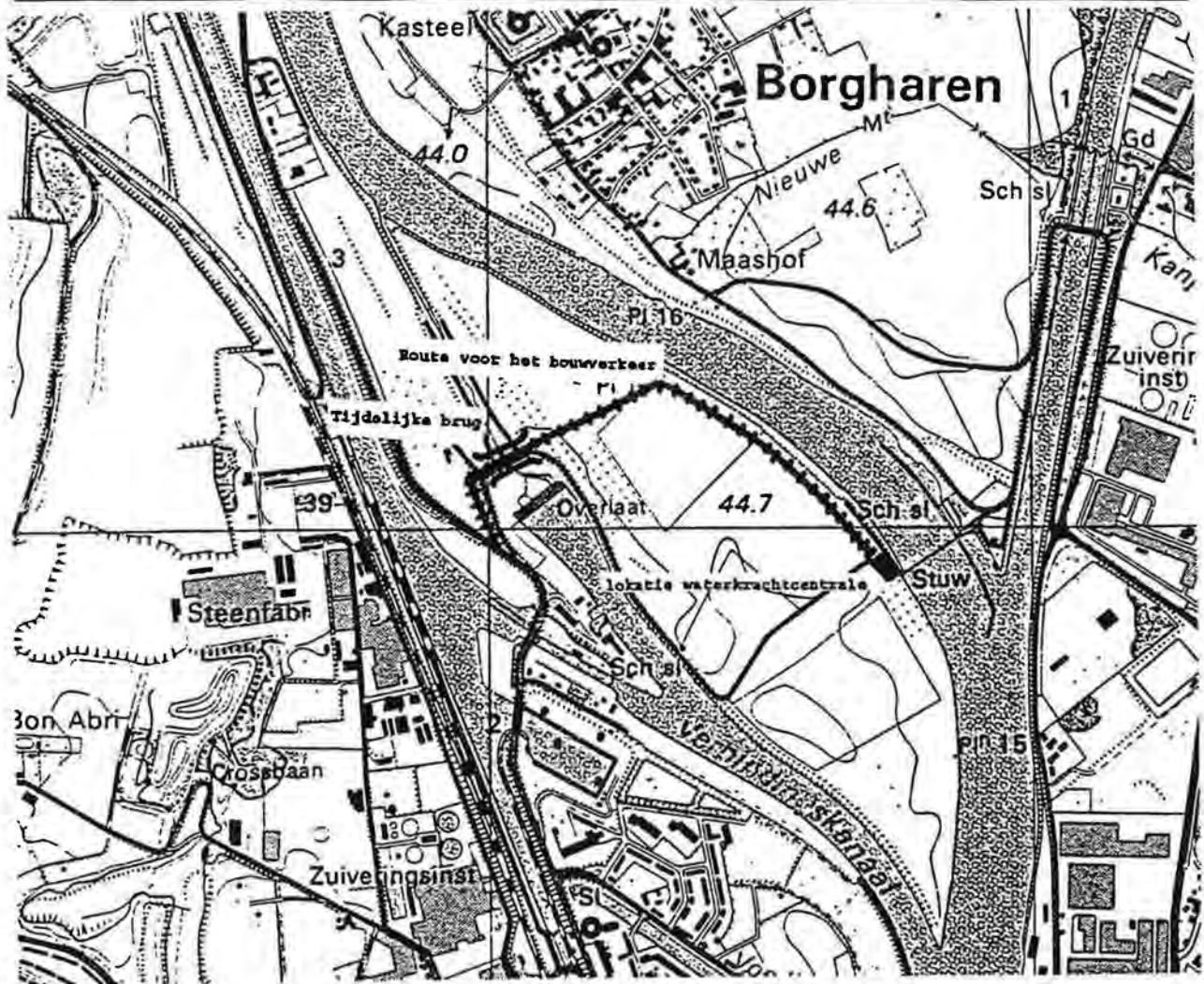


Figuur 3.5 Bodemprofielen op de lokatie van de geplande waterkrachtcentrale (Grondmechanica Delft, CO-325850, d.d. 91-11-15).

## Bemaling

Onderzoek van Grondmechanica Delft heeft uitgewezen, dat om de bouwkuip droog te houden circa 200 m<sup>3</sup>/uur aan grondwater uit de kalksteenbodem van de bouwkuip komt en afgevoerd moet worden.

De vigerende provinciale norm voor vergunningsverlening staat grondwaterontrekkingen toe van maximaal 50.000 m<sup>3</sup> per maand gedurende 4 maanden. Daarboven is vergunning vereist (volgens de toekomstige nieuwe verordening is een onttrekking binnen de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur altijd vergunningplichtig). Indien meer dan 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar wordt onttrokken, is de onttrekking MER-plichtig. De som van de bemaling voor de bouwkuip en de in den droge te ontgraven kanaaldelen mag deze 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar niet overschrijden. Met de uitwerking van het tijdschema voor de bouw wordt hiermee rekening gehouden. De voor de bouwkuip alleen van de waterkrachtcentrale Borgharen benodigde bemaling blijft onder de 3 miljoen m<sup>3</sup>. Eén jaar bemaling zou een onttrekking van 1.752.000 m<sup>3</sup> betekenen. Wordt de bouwkuip in den natte "leeg geknepen" (zie 3.3.1) dan kan die hoeveelheid met circa 400.000 m<sup>3</sup> worden verminderd (berekeningen Haskoning). Er blijft zodoende een marge t.b.v. de bemaling van de kanalen zonder een onttrekking van 3 miljoen m<sup>3</sup> te realiseren. Wel zal een vergunning in het kader van de Provinciale Verordening Grondwaterbeheer aangevraagd worden.



Figuur 3.6 Lokatie van de toegangswegen

### 3.3.4 Ontsluiting

Onderzocht is of de bestaande infrastructuur bruikbaar is als ontsluiting van het bouwterrein (Figuur 3.6). Vastgesteld is dat de bestaande toegangsrouten niet geschikt is voor bouwverkeer. Nagegaan is derhalve op welke wijze de bouwlocatie voor het bouwverkeer ontsloten kan worden. Na overleg met de gemeente Maastricht en Rijkswaterstaat is de volgende wijze van ontsluiting voorgesteld:

- Ontsluiting zal plaatsvinden uitgaande van de bestaande brug bij de overlaat in het afleidingskanaal. Deze brug is ca. 80 meter lang, 3,4 meter breed, heeft een maximaal toelaatbare asdruk van 1,5 ton en is als zodanig niet berekend op zwaar verkeer (verkeersklasse 60) en bovendien slecht onderhouden.
- Nagegaan wordt of de bestaande brug, via renovatie, geschikt gemaakt kan worden voor bouwverkeer, liefst verkeersklasse 60, eventueel verkeersklasse 45. Indien dit tegen acceptabele kosten mogelijk is wordt hiervoor gekozen. Zo niet dan wordt een tijdelijke brug naast de bestaande brug gebouwd.
- De toegangsrouten naar de brug langs de westzijde van de Zuid-Willemsvaart, de Smeermaeserweg, wordt door bomen omzoomd, is slechts 3 meter breed en als zodanig minder geschikt voor zwaar bouwverkeer.

- Aan de andere zijde van de brug, op het Bosscherveld, wordt eveneens in het verlengde van de brug een nieuwe tijdelijke weg aangelegd. Deze weg loopt door tot aan de oever van de Maas en van daaruit langs de Maasoever zuidoostwaarts naar verbindingskanaal naar de stuw. Deze nieuwe tijdelijke weg is ca. 875 meter lang en wordt op maaiveldniveau aangelegd (zie Figuur 3.6).

Bijzondere transporten zullen over het water plaatsvinden.

De definitieve ontsluiting van de Waterkrachtcentrale kan geheel volgens het bestaande tracé van de dienstweg naar de stuw verlopen, of volgens enig ander tracé dat in het kader van de ontwikkeling van het Bosscherveld wordt voorgesteld. Deze dienstweg hoeft niet permanent hoogwatervrij te liggen.

### **3.3.5 Aansluiting op het electriciteitsnet**

Voor de aansluiting van de waterkrachtcentrale op het 10 kV-net is gekozen voor "inlusing" in de bestaande verbinding Limmel-Borgharen. De verbinding zal bestaan uit twee 240 Al-kabels, gelegd over de stuw en onder het Julianakanaal. In de realisatiefase wordt de bouwplaats van elektriciteit voorzien via de twee te leggen 240 Al-kabels over de stuw. Verder wordt gebruik gemaakt van de distributiekabel Limmel - Groene Kruis ofwel meteen van de nieuwe "inlusing" in de bestaande verbinding Limmel - Borgharen.

### **3.3.6 Geluid**

De geluidsdemissies zullen niet significant verschillen met die van bouwactiviteiten bij een reguliere civielbouwkundige constructie van gelijke grootte.

### **3.3.7 Uitvoeringsvolgorde**

De volgorde van de belangrijkste werkzaamheden is aangegeven in onderstaand kader:

- aanleggen toegangsweg (eventueel incl. nieuwe brug);
- ontgraven werkterrein tot ca. 42 m + NAP en plaatsen van filterbronnen in de ontgraving;
- voorboren + heiwerk van de damwanden van de bouwput;
- ontgraven tot ca. 39 m + NAP, bemaling tot 38,5 m + NAP;
- aanbrengen groutankers;
- verder ontgraven tot 26,80 m + NAP  
(ontgraven van kalksteen in den droge of, zo gewenst van uitvoeringszijde door "knijpen");
- aanbrengen van een 0,5 cm dikke drainagelaag van zand of fijn grind onder in de bouwkuip teneinde de betonconstructie vanaf een droge ondergrond te kunnen optrekken;
- storten van de betonconstructie van het centrale-gebouw incl. de in te storten delen van de waterkrachtinstallatie;
- aanvullen tussen zijwand centrale en damwand aan landzijde;
- verwijderen/loskoppelen groutankers en trekken langsdamwand;
- voorboren en heien van damwanden t.b.v. aan- en afvoerkanalen en aanbrengen verankering;
- het afbouwen van de centrale gefaseerd in relatie tot de gefaseerde installatie van de 2 waterkrachtmachines;
- aanbrengen waterkering tussen deze damwanden ter plaatse van de grens van het gebied waar de kalksteen moeten worden verwijderd;
- installeren bemaling in betreffende gebied;
- ontgraven grond en verwijderen kalksteen in den droge;
- verwijderen groutankers in kopdamwanden en afbranden kopdamwanden op bodemniveau;
- storten van de betonplaten t.b.v. de bodembescherming aan in- en uitstroomzijde;
- baggeren resterende gedeelte in- en uitstroomkanalen;
- aanbrengen oeververdediging;
- aanleggen van de definitieve toegangsweg;
- afwerken van het terrein.

### 3.3.8 Beschrijving civiele constructie

De waterkrachtcentrale Borgharen wordt uitgerust met twee turbines (schematisatiedoorsnede zie Figuur 3.7). De afmetingen van het centrale-gebouw worden in hoofdzaak bepaald door de eisen van de leveranciers van de turbines. Uitgaande van de afmetingen bij eerder gerealiseerde centrales (o.a. waterkrachtcentrale Linne) zal de lengte ca. 40 m, de breedte ca. 25 m en de hoogte ca. 20 m bedragen.

Voor het centrale-gebouw wordt een hoogwatervrij niveau aangehouden van 47,2 m + NAP. De hoogte van de door Rijkswaterstaat berekende lokale hoogwaterstand is 47 m + NAP. Deze waterstand treedt op bij een debiet in de Maas van 3.935 m<sup>3</sup>/sec. Dit debiet heeft een overschrijdingsfrequentie van eens in de 1.250 jaar. De 47,2 m + NAP (0,2 m hoger) is gekozen om aan te sluiten bij de lokale geometrie van de naastliggende stuw van Borgharen.

Het aanlegniveau van de centrale komt op ca 27,5 m + NAP te liggen. Gezien de aanwezigheid van een vaste kalksteenlaag gesneden ca. 35 m+ NAP kan de centrale op de aanwezige kalksteen worden gefundeerd. Funderingspalen zijn hierbij niet nodig.

Het centrale-gebouw waarin turbines, generatoren, meet- en regelinstallaties en een hijsinstallatie zijn ondergebracht wordt uitgevoerd als een ter plaatse gestorte betonconstructie.

In verband met de vorm van de in- en uitstroomkanalen, de bouw ter plaatse en de in te storten turbinedelen ligt beton als constructiemateriaal het meest voor de hand.

## 3.4 Het gebruiksproces

### 3.4.1 Opgewekt vermogen

Het vermogen van de waterkrachtcentrale komt naar verwachting uit op 6 à 7 MWE. Verwacht wordt dat rekening houdend met stilstand tijdens perioden van droogte en hoogwaterafvoer de elektriciteitsproductie gemiddeld 31,7 GWh per jaar zal bedragen.

Het vermogen van de waterkrachtcentrale is niet continu beschikbaar. Er moet rekening worden gehouden met uitval in perioden van droogte en tijdens hoogwater. Het gevolg daarvan is dat het opgestelde vermogen elders in Nederland niet kan worden verminderd. Dat vermogen moet in stand blijven om in de vraag naar elektriciteit te kunnen voorzien ook als de waterkrachtcentrale geen elektriciteit levert.

Wel betekent de productie van de elektriciteit in de waterkrachtcentrale een vermindering van de productie op andere centrales en een vermindering van de brandstof inzet op die centrales.

### 3.4.2 Turbine-typen

De bekendste vorm van waterkracht is de watermolen met zijn waterrad. Technisch gezien is dit een ouderwetse toepassing: het rendement is laag en bovendien is permanent toezicht nodig. Tegenwoordig wordt gebruik gemaakt van waterturbines die voornoemde bezwaren niet hebben.

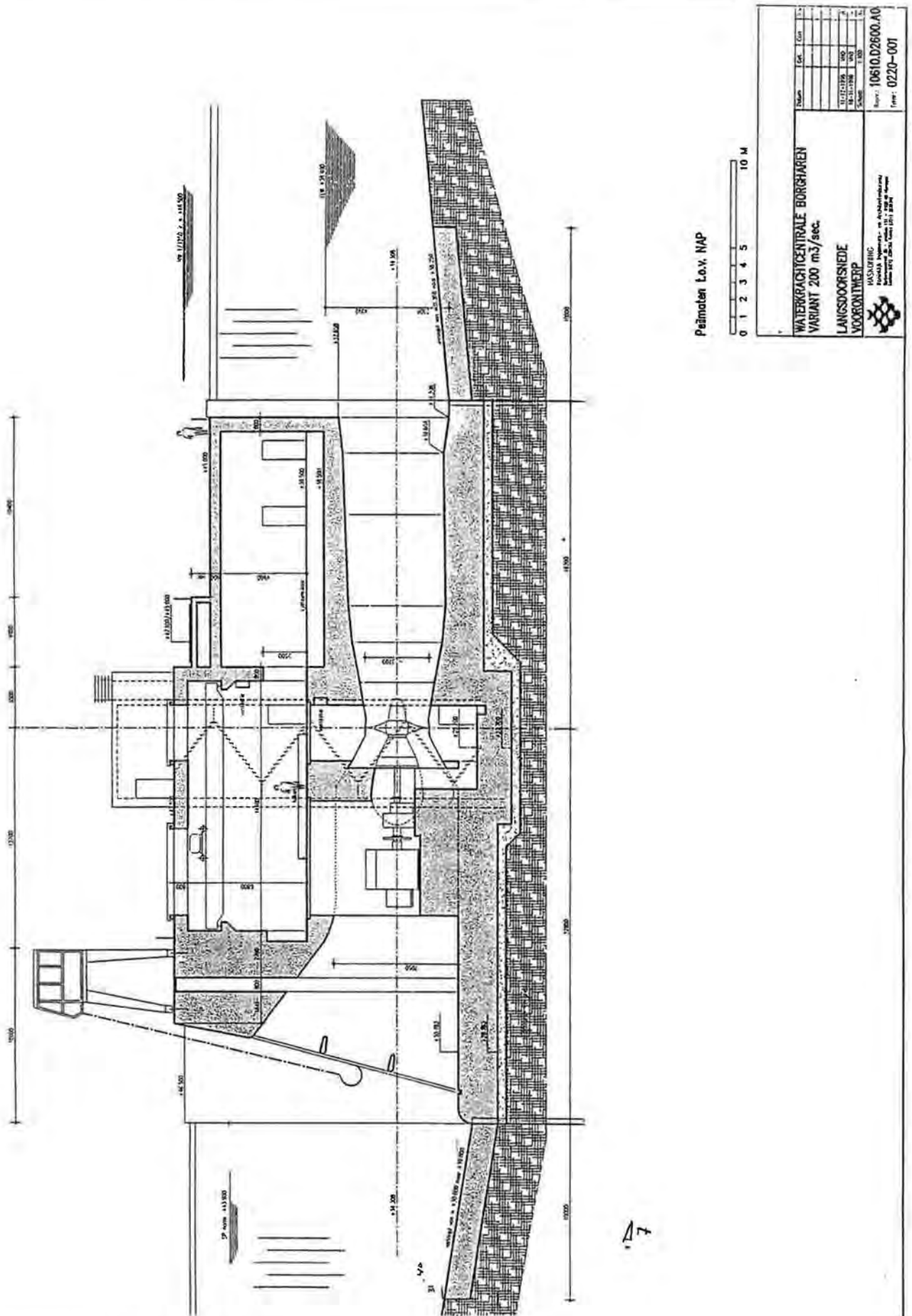
De bekendste turbinetypen zijn: de Pelton-, de Francis- en de Kaplan-turbine (horizontaal dan wel verticaal opgesteld). Van deze 3 typen leent de Kaplan-turbine zich het beste voor de toepassing van waterkrachtcentrales met een beperkte valhoogte, zoals in de rivier de Maas. De Kaplan-turbine met horizontale as veroorzaakt hierbij de geringste schade aan vis. Voor deze laatste is dan ook bij de waterkrachtcentrale Borgharen gekozen.

### 3.4.3 Ontwerp van de waterkrachtcentrale

De waterkrachtcentrale in de Maas nabij Borgharen zal bestaan uit 2 horizontale Kaplan-turbines. De keuze voor twee turbines is ingegeven door:

1. het beperken van de visschade, en
2. het beperken van mogelijke opstuwing bij hoogwaterstanden (smal gebouw).

De centrale zal zich voor het grootste gedeelte onder de grond bevinden. Deze waterkrachtcentrale zal in ieder geval worden ontworpen voor een nominale doorstroming van 200 m<sup>3</sup>/s rivierwater. Het nominale vermogen zal ca. 7 MWE bedragen.



Figuur 3.7 Langsdoorsnede door de waterkrachtcentrale

Het ontwerp van de nieuwe centrale staat in principe vast. Globaal geldt het volgende:

- Rijkswaterstaat zal aangeven welke waterhoeveelheden door de waterkrachtcentrale zullen kunnen worden verwerkt. Hierdoor is koppeling met de stuwregeling mogelijk.
- De minimale valhoogte waarbij de turbines in bedrijf zijn is 1,2 meter. De gemiddelde valhoogte over de stuw is ongeveer 4 meter.
- Het ontwerpdebiet voor de waterkrachtcentrale bedraagt 200 m<sup>3</sup>/s.
- Eén turbine kan bij een afvoer van 30 m<sup>3</sup>/s worden ingezet.
- De turbines zijn van het "dubbelgeregelde" type. Dit houdt in dat de afvoer van de turbines heel geleidelijk kan worden geregeld. Bij normaal bedrijf zullen dus nooit grote fluctuaties optreden.
- Naast de waterkrachtcentrale wordt door Rijkswaterstaat en het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij een vistrap voorzien (autonome ontwikkeling). Bovendien zijn er plannen om een waterpark in te richten ten westen van de stuw. Voor vistrap en waterpark is een nog onbekend debiet (schatting 10 - 25 m<sup>3</sup>/s, bij minimale afvoeren ca 10 m<sup>3</sup>/s) nodig.

Een waterkrachtcentrale in een rivier wordt altijd gebouwd naast een stuw of sluis. De reden hiervan is dat op deze plaatsen altijd een verschil in waterhoogte aanwezig is. Het water dat normaliter over de stuw wordt afgevoerd, zoals in Borgharen het geval is, kan bij de aanwezigheid van een waterkrachtcentrale via de turbines van deze waterkrachtcentrale worden afgevoerd. Op deze wijze is het mogelijk dat de waterkrachtcentrale het waterpeil aan de bovenstroomse zijde van de stuw toch binnen bepaalde grenzen blijft. Gelijktijdig hiermee wordt op een milieuvriendelijke manier energie opgewekt.

Bij een wateraanbod dat boven de maximale verwerkingscapaciteit van de waterkrachtcentrale uitgaat, wordt het overschot aan water alsnog via de stuw afgevoerd.

## 3.5 De bedrijfsvoering

### 3.5.1 Procesbewaking/-controle

De waterkrachtcentrale wordt uitgerust met een automatiseringssysteem dat het bedrijfsproces bestuurt en bewaakt. Vanuit het regionaal coördinatiecentrum van MEGA te Roermond wordt de centrale bestuurd en gecontroleerd.

### 3.5.2 Hoeveelheid verwerkt water

Ten behoeve van het stuwbeheer op het stuwpannd Borgharen wordt in overleg met Rijkswaterstaat bepaald welke hoeveelheid water door de waterkrachtcentrale kan worden verwerkt. In de praktijk zal dit een deel zijn van het water dat nu via de stuw wordt afgevoerd. De dubbelgeregelde Kaplan-turbine maakt het altijd mogelijk om de aangeboden hoeveelheid water met behoud van een goed rendement te verwerken (hierbij wordt dus geen aan/uitregeling toegepast zoals thans bij de centrale van Lixhe, België).

Tevens kan de hoeveelheid water die door de turbines gelaten wordt indien nodig in overleg met RWS worden beperkt naar aanleiding van eventueel te lage zuurstofgehalten benedenstrooms in verband met de waterkwaliteitseisen voor zalmachtigen, of naar aanleiding van vistrek van aal en smolts.



### 3.5.3 Randvoorwaarden voor inwerkingstelling

De turbines kunnen in werking worden gesteld zodra de af te voeren waterhoeveelheid via de Grensmaas de minimaal benodigde waterhoeveelheid voor de waterkrachtcentrale overschrijdt. Voorwaarde daarbij is dat de bedrijfsvoering op een stabiele wijze kan plaatsvinden, zonder snelle in- en uitschakelingen.

In de geautomatiseerde procesbesturing van de stuw wordt rekening gehouden met randvoorwaarden wat betreft het bovenstrooms waterpeil, af te voeren waterhoeveelheid door Grensmaas, maximale verandering van de afvoer via Grensmaas, invloed van de waterkrachtcentrale te Lixhe etc. De via de Grensmaas af te voeren waterhoeveelheid, bepaald op basis van deze randvoorwaarden, kan in de toekomst geheel of gedeeltelijk via de waterkrachtcentrale worden verwerkt.

### 3.5.4 Maatregelen ter afvlakking van afvoerfluctuaties door waterkrachtcentrale Lixhe (België)

De waterkrachtcentrale van Lixhe, die bovenstrooms gelegen is ten opzichte van Borgharen, kent in tegenstelling tot de geplande waterkrachtcentrale Borgharen uitsluitend een eenvoudige regeling (aan/uit). Dit veroorzaakt grote fluctuaties in de afvoer van de Maas en het waterpeil.

De waterkrachtcentrale Borgharen doet in principe niets anders dan geheel of gedeeltelijk de waterhoeveelheid afvoeren die nu via de stuw wordt afgevoerd. Fluctuaties veroorzaakt door de waterkrachtcentrale te Lixhe worden, voorzover mogelijk, door het huidige automatiseringssysteem van de stuw al afgevlakt. Na in gebruikname van de waterkrachtcentrale Borgharen wordt deze functie voor een groot gedeelte van de tijd door de waterkrachtcentrale overgenomen. Door de flexibeler regeling van de waterkrachtcentrale ten opzichte van het huidige automatiseringssysteem van de stuw (dat overigens thans nog verbeterd wordt), zal het afvlakkingsproces mogelijk iets geleidelijker verlopen.

### 3.5.5 Onderhoud en revisie

#### Onderhoud

De waterkrachtcentrale zal één maal per week geheel worden gecontroleerd. Onderscheid wordt daarbij gemaakt tussen een kleine en een grote inspectie. Deze inspecties worden beurtelings uitgevoerd.

De inspecties vinden plaats door middel van visuele en akoestische waarnemingen met behulp van een checklist. Tijdens de inspectie-ronden worden diverse meetwaarden vastgelegd.

De inspectie-ronden hebben geen invloed op de bedrijfsvoering.

### Revisie turbine-units

Eén maal in de vier jaar krijgen de turbine-units een kleine en één maal in de acht jaar een grote revisiebeurt. De revisie wordt uitgevoerd in de zomer, omdat het wateraanbod dan veelal klein is. Bij revisie wordt telkens één turbine voor de duur van ca. 4 weken uit bedrijf genomen. Voor de bedrijfsvoering is dat geen probleem omdat de unit, vanwege het geringe wateraanbod, vermoedelijk toch niet in bedrijf geweest zou zijn.

Tijdens de revisie worden alle onderdelen behorend tot één bepaalde unit gecontroleerd t.w.: de turbine, de tandwielkast, de generator, smeeroliesysteem, regeloliesysteem, leidschoepen installatie. Verschillen tussen een grote en een kleine revisie zijn gelegen in de mate van testen en het al dan niet openen van grote componenten.

### Revisie hulpsystemen

De hulpsystemen zoals koelwaterpompen, compressoren, kranen, luchtbehandelingssysteem, lift enz. zullen via een apart revisie-schema worden gecontroleerd en onderhouden.

### 3.5.6 Geluid

Voor de geluidemissie naar de omgeving zijn van belang het gebouw inclusief ventilatievoorzieningen en de vuilverwijderingsinstallatie.

Betreffende de geluidemissie van het gebouw worden de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- het gebouw zal grotendeels onder het maaiveld zijn gesitueerd. Het dak en de gevels zullen worden opgebouwd uit steen- of betonachtige materialen. Met betrekking tot eventuele lichtstroken in het dak zullen dubbelwandige constructies of akoestisch gelijkwaardige constructies worden toegepast;
- geluidarme ventilatoren ten behoeve van de gebouw-ventilatie danwel toepassing van geluidreducerende voorzieningen;
- toepassing van geluidarme installaties welke opgesteld zullen worden in het gebouw (met name turbines, tandwielkasten, pompen e.d.).

Met betrekking tot de vuilverwijderingsinstallatie (stroomopwaarts geplaatst) zal een geluid-arm ontwerp worden toegepast. Naast bovengenoemde geluidbronnen kan tevens een geringe bijdrage aan de geluidemissie worden verwacht van het instromende en uitstromende water (watergeluid).

Tabel 3.1 geeft een overzicht gegeven van de gehanteerde geluidbronsterkten, gebaseerd op bovengenoemde uitgangspunten.

Bij de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat gedurende het gehele etmaal continu bedrijf kan worden gevoerd met alle installaties behorende tot de waterkrachtcentrale met uitzondering van de vuilverwijderingsinstallatie. Met betrekking tot de vuilverwijderingsinstallatie wordt verondersteld dat deze gedurende maximaal 10 % van de tijd in bedrijf zal zijn.

Geluidbron:	Grootheid: ( $L_W/L_{WR}$ )	dB(A):
Gebouw:		
- gevels* en dak	$L_W$	88
- ventilatie	$L_{WR}$	80
Watergeluid:		
- instroom	$L_W$	80
- uitstroom	$L_W$	80
Vuilverwijderingsinstallatie	$L_{WR}$	91

\* voorzover boven het maaiveld gesitueerd

Tabel 3.1 Overzicht geluidbronsterkten van de voorgenomen activiteit

### 3.5.7 Lozing van huishoudelijk en bedrijfsafvalwater naar de rivier de Maas

De lozing van huishoudelijk afvalwater is verwaarloosbaar (maximaal 5 m<sup>3</sup>/jaar). De lozing beperkt zich tot de afvoer van toilet en wastafel in het bedieningsgebouw, alwaar 2 maal per week 2 mensen korte tijd verblijven.

Koeling van onder andere de generatoren vindt plaats aan Maaswater, via een gesloten circuit gevuld met leidingwater. Warmte-uitwisseling zal hierbij een geringe warmte-uitgifte met zich meebrengen; bij vollast (100 m<sup>3</sup>/s) is dat 250 kW per turbine.

Bedrijfsafvalwater beperkt zich tot het lozen van Maaswater afkomstig van het lekwatersysteem, dat voorzien is van een olieafscheider. Dit systeem wordt gebruikt om de afdichting tussen het roterende schoepenwiel en het stilstaande huis van de turbine te koelen en te smeren.

### 3.5.8 Calamiteiten

De turbines van de waterkrachtcentrale worden zodanig ontworpen dat te allen tijde, ook bij spanningsuitval, de centrale uit bedrijf genomen kan worden. De leidschoepen die het water tot de turbine toelaten worden bij spanningsuitval via een valgewicht gesloten. Een noodstroomvoorziening zorgt er in dit geval voor dat stuw en centrale toch op elkaar afgestemd worden. Ter vergelijking: de waterkrachtcentrale te Linne is nog nooit, bij vollast, ten gevolge van een stroomstoring in het ongerede geraakt. Er is éénmaal een afschakeling geweest ten gevolge van een "spanningsdip". Normaalgesproken zal de centrale bij een stop in sluisbedrijf gaan en pas als de stuw geopend is na 20 à 30 minuten volledig gesloten worden. Bij een noodstop is dit niet het geval, doch dit geschiedt hoogstens in één turbine tegelijk, waardoor de effecten beperkt zijn.

### 3.6 De beëindigingsfase

De verwachte levensduur van de waterkrachtcentrale is 50 jaar. Na deze periode zal de centrale worden afgebroken. Het sloopmateriaal zal hoofdzakelijk bestaan uit staal, steen en beton dat naar reguliere afvalverwerkingsbedrijven zal worden afgevoerd.

Bij de keuze van materialen en constructies zullen naast technische en financiële ook milieu-overwegingen een belangrijke rol spelen. Dit betekent dat ondermeer de volgende aspecten worden beschouwd:

- Mogelijk hergebruik van onderdelen en materialen door:
  - toepassing van standaardisatie in maatvoering, onderdelen en materiaalkeuze,
  - inzetten van her te gebruiken materialen,
  - vastlegging (identificatie) van toegepaste materialen.
- Toepassing van reeds gebruikte onderdelen en materialen door:
  - gebruik van reststoffen,
  - toepassen van eerder gebruikt materiaal.
- Voorkoming van verontreiniging van het milieu door:
  - gebruik van fysisch stabiele (slecht uitloogbare) materialen,
  - gebruik van chemisch en biologisch stabiele materialen,
  - gebruik van materialen, die geen toxische stoffen bevatten.

### 3.7 Uitvoeringsvarianten

Voor de voorgenomen activiteit is een aantal uitvoeringsvarianten mogelijk. Deze worden hieronder kort besproken, en de invloed ervan op de belangrijkste effecten wordt toegelicht. Vervolgens wordt op basis van deze verkenning de voorgenomen activiteit verder vastgelegd, en het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) gedefiniëerd.

#### 3.7.1 Ligging van de waterkrachtcentrale

De voorgenomen activiteit is gepland in het winterbed van de Maas (Figuur 3.1). Hoewel verwacht wordt dat de opstuwende werking van het centrale gebouwtje minimaal is, is naar aanleiding van de Nota "Beleidslijn Ruimte voor de Rivier" onderzocht welke mogelijkheden er zijn om de centrale buiten het winterbed te lokaliseren. Dit blijkt echter onmogelijk om de volgende redenen:

- Aangezien een waterkrachtcentrale afhankelijk is van opstuwing van rivierwater voor de benodigde valhoogte, in dit geval door de stuw Borgharen in de Maas, is een ligging op grotere afstand van een stuw geen reëel alternatief.
- Ook aan de oostzijde van de stuw ligt het terrein nog in het winterbed. Een andere lokatie is derhalve niet aan de orde.

De geplande waterkrachtcentrale kan dan ook worden beschouwd als een functie die redelijkerwijs niet anders dan in het winterbed van de rivier kan worden gerealiseerd.

### 3.7.2 Zuurstofhuishouding in de Maas

#### Ontwikkelingen in de waterkwaliteit

Normonderschrijding van de zuurstofnorm voor zalmachtigen (7 mg/l) van de benedenstroomse waterkwaliteit zal zich alleen voordoen in geval van uitvoering van de voorgenomen activiteit bij de huidige waterkwaliteit gedurende de zomermaanden bij afvoeren boven de 30 m<sup>3</sup>/s (waterkrachtcentrale in bedrijf, geen bovenafvoer over de stuw; zie § 5.3).

Gezien de te verwachten autonome ontwikkeling van de waterkwaliteit (onder meer als gevolg van internationale afspraken; zie § 4.3) vallen er bij de voorgenomen activiteit op termijn echter geen normonderschrijdingen te verwachten. Wel zijn er bij de voorgenomen activiteit achterafname van de beluchtingsgraad ten opzichte van de huidige situatie, en grotere fluctuaties in de zuurstofconcentraties benedenstrooms te verwachten. In de periode dat de waterkwaliteit van het uit België komende Maaswater nog niet voldoet aan de normen voor zalmachtigen (met name een zuurstofconcentratie van minimaal 7 mg/l), zijn echter periodiek dezelfde problemen te verwachten als thans in droge zomers optreden.

#### Mogelijkheden voor kunstmatige beluchting

Te lage zuurstofconcentraties komen in veel oppervlaktewateren voor, in het algemeen als gevolg van een te grote last aan zuurstofverbruikende vervuilende stoffen. Reeds enkele decennia wordt dan ook getracht oplossingen voor dit probleem te vinden (voor een uitvoerige samenvatting zie DVGW, 1985). Ook bij de toepassing van waterkrachtcentrales, met name bij wateraanvoer vanuit stuwmeren, is dit probleem onderkend (zie bijv. Volkart, 1979). Als oplossingen zijn verschillende manieren van kunstmatige beluchting met lucht of zelfs zuurstof toegepast. Echter, bij waterkrachtcentrales die gebruik maken van betrekkelijk geringe valhoogtes in grotere rivieren zijn deze oplossingen weinig effectief en zeer kostbaar gebleken: in de Moezel is met een kunstmatige zuurstof-beluchttingsinstallatie bij de waterkrachtcentrale Neef geëxperimenteerd (Hollweg & Thron, 1976) en ook in de Saar bij Mettlach en Serrig is hiermee ervaring opgedaan. Conclusie van deze experimenten is dat maatregelen in het waterbeheer van de rivier bovenstrooms, bijvoorbeeld door de verbetering van afvalwaterzuiveringsinstallaties, sneller en effectiever tot een verbeterde zuurstofhuishouding in de rivier leiden dan kunstmatige zuurstofaanrijking in of bij de waterkrachtcentrale (mondelinge mededeling RWE, 1989). Tevens zijn voor de productie van de zuurstof grote tanks en regel-installaties noodzakelijk, die een aanzienlijke aantasting van het landschap met zich mee kunnen brengen.

Injectie van zuurstof in de turbines blijkt in de praktijk derhalve geen oplossing te bieden voor een eventueel zuurstofprobleem. Uitsluitend verandering in de afvoerverdeling tussen waterkrachtcentrale en stuw, waardoor de zuurstofinslag bij het water over de stuw vergroot wordt, kan in dit geval uitkomst bieden. Deze laatste mogelijkheid is dan ook opgenomen in het MMA (zie 3.8).

### 3.7.3 Mechanische schade aan stroomafwaarts migrerende vis

De vis die zich in het water bevindt dat door de turbines van de waterkrachtcentrale geleid wordt, ondervindt schade. De sterfte van vis in turbines varieert met het type turbine en enkele andere kenmerken van de centrale. Een overzicht van vissterfte-waarnemingen in verschillende turbintypen en onder verschillende omstandigheden wordt gegeven in Bijlage V.3 (Pffifferling, 1996).

Twee typen maatregelen kunnen worden onderscheiden om schade aan stroomafwaarts migrerende vis door turbines te voorkomen:

1. Visgeleidingsmaatregelen
2. Aanpassen turbineregime
3. Maatregelen waardoor vis in de turbines zo min mogelijk wordt beschadigd.

#### Visgeleidingsmaatregelen

Beperking van het aantal vissen dat in de turbines van waterkrachtcentrales terechtkomt is reeds lang een punt van aandacht bij de waterkrachtopwekking (zie bijv. Holzer, 1932). Zeer veel onderzoek is gedaan naar afleidings- en geleidingssystemen. Dergelijk onderzoek is toegespitst op mechanische systemen en op systemen die op het gedrag van vissen werken (licht, geluid, elektriciteit, hydromechanische prikkels) (Vriese, 1993, 1996; Pffifferling, 1996; zie ook Hadderingh, 1997a).

#### *Mechanische systemen*

Mechanische systemen zijn vaak roosters met fijne maaswijdte, waardoor water de turbinetoevoer in kan stromen, maar de vissen richting vistrap gedwongen worden. Voor vaststelling van de maaswijdte moet een afweging gemaakt worden tussen de visgrootte, de extra waterweerstand en de regelmaat van schoonmaken in verband met dichtslibben door vuil. Onderzoek in Nederland toont dat bij een simpel grofvuilrooster een maaswijdte van 2 cm nog te groot is voor alen (Bakker en Gerritsen, 1992a). Uit ander onderzoek blijkt dat een zogeheten inclined screen goed voldoet; hier zijn geen vissoorten opgegeven (Vriese, 1994). Recent zijn praktijkgegevens bekend geworden van een verbeterd systeem dat hiervan is afgeleid, het "modular inclined screen" (Hadderingh, 1997a). Het EPRI (Electric Power Research Institute in Palo Alto, California, USA) heeft in 1995 een praktijktest uitgevoerd bij de Niagara Mohawk's Green Island Hydro-electric Plant waarin overlevingspercentages van bijna 100% werden bereikt voor diverse vissoorten in alle leeftijdsklassen, inclusief regenboogforel, bij stroomsnelheden van 0,6 - 2,3 m/s. Drijfvuil blijkt met dit systeem effectief te kunnen worden verwijderd. Uit deze informatie kan worden aangenomen dat ook zeeforel- en zalmsmolts en paling bij dit scherm een hoge overleving te zien zullen geven. Of dit systeem ook geschikt is voor het type waterkrachtcentrale als Borgharen, is niet te zeggen. Mogelijk vormt dit scherm door het fijne spijlenrooster een te grote hydraulische weerstand (Hadderingh, 1997a).

#### *Hydromechanische systemen*

Hydromechanische systemen zijn systemen die werken op het zijlijnsysteem van vissen. Met dit zijlijnsysteem registreren vissen kleine waterbewegingen die worden veroorzaakt door zowel bewegende als stilstaande voorwerpen in het water. Waar mogelijk vermijden vissen

wordt 2 tot 7% ernstige schade aan salmoniden gemeten (Bakker en Gerritsen, 1992b). Bij vertikaal opgestelde turbines worden hogere schadecijfers gerapporteerd.

Maatregelen om vis in de turbines zo weinig mogelijk schade toe te brengen richten zich op de turbinekarakteristieken en -instellingen. Voor Borgharen is de voor vis meest gunstige combinatie van turbinekarakteristieken en beheer van de waterkrachtcentrale gekozen.

Visschade door passage van een turbine kan verschillende oorzaken hebben (Davies, 1988, in Bakker en Gerritsen, 1992b):

1. Verandering van waterdruk in de turbine (met name cavitatie);
2. Turbulentie en tegengestelde stromingen van water;
3. Botsingen met de schoepen van de turbine.

Bij Kaplan-turbines blijkt de meeste schade voor te komen als gevolg van botsingen met de loopschoepen (Montén, 1985, in Bakker en Gerritsen, 1992b). Cavitatie en turbulentie treden weinig op bij Kaplan-turbines. Bepalend voor de schade aan vis zijn uiteindelijk de drie volgende aspecten (Bakker en Gerritsen, 1992b).

<b>Kenmerken van de vis</b>	
Riviertrekvis of standvis:	bij riviertrekvis zijn de migratieperioden van de soort in relatie tot de bedrijfstijd van de turbines van belang; bij standvissen is de kans op schade altijd aanwezig.
Lengte:	de kans op schade wordt groter naarmate de lengte van de vis toeneemt.
<b>Karakteristieken van de turbine</b>	
Type:	horizontaal geplaatste Kaplan-turbines blijken lagere beschadigingsscores te genereren dan vertikaal geplaatste (Vriese, 1994).
Rotatiesnelheid:	lagere rotatiesnelheid resulteert in minder schade.
Aantal schoepen:	een kleiner aantal schoepen geeft een grotere doorzweefhoek en een kleinere kans op schade.
Diameter:	een grotere diameter van de turbine verkleint de kans op schade.
<b>Instellingen van de turbine</b>	
Debiet per turbine:	een hoger debiet verkleint de doorzweeftijd van vis in de turbine waardoor ook de kans op schade kleiner wordt.
Schoepenstand:	een grote hoek en opening van de schoepen verkleint de schadekans.

Om bovenstaande redenen is bij de waterkrachtcentrale Borgharen na uitvoerige bestudering van een tiental turbintypen, gekozen voor het volgende basisalternatief:

- horizontaal geplaatste Kaplan-turbines;
- twee turbines (in plaats van 3 of 4) waardoor
  - een hoger debiet per turbine dan bij 3 of 4 turbines,
  - een grotere diameter van de turbine, en
  - een lagere rotatiesnelheid;
- een turbine-ontwerp met zo weinig mogelijk uitsteeksels in de toe- en afleidingskanalen en de daarin geplaatste bulb van de turbine.

### 3.7.4 Afvlakking afvoerfluctuaties Maas

Er bestaat onder rivierbeheerders en belanghebbenden in de visserij een sterke behoefte tot verdere afvlakking van de afvoerfluctuaties die het gevolg zijn van de in bedrijf zijnde waterkrachtcentrale te Lixhe (België; zie Figuur 2.1).

Fluctuaties veroorzaakt door de waterkrachtcentrale te Lixhe worden, voorzover mogelijk, door het huidige automatiseringssysteem van de stuw al afgevlakt. Na in gebruikname van de waterkrachtcentrale Borgharen wordt deze functie voor een groot gedeelte van de tijd door de waterkrachtcentrale overgenomen. De verwachting is dat door de flexibeler regeling van de waterkrachtcentrale ten opzichte van het automatiseringssysteem van de stuw, het afvlakingsproces geleidelijker zal verlopen. Een nog verdere afvlakking van de afvoerfluctuaties is niet mogelijk zonder aanzienlijke variaties in de waterstanden bovenstrooms van de stuw Borgharen te veroorzaken. De verantwoordelijkheid voor dergelijke variaties ligt echter bij de waterbeheerder.

Zoals beschreven in paragraaf 3.5.4, kan aan de behoefte tot verdere afvlakking dus reeds enigszins tegemoet worden gekomen in het basialternatief van de waterkrachtcentrale Borgharen. Om deze reden is het niet aan de orde om voor de afvlakking van afvoerfluctuaties in dit MER een uitvoeringsvariant op te nemen.

### **3.7.5 Wijze van aanleg**

In de wijze van aanleg zijn in het basialternatief van de voorgenomen activiteit reeds keuzen gemaakt om een zo gering mogelijke belasting van het milieu te veroorzaken.

#### **Bemaling**

Bemaling wordt geminimaliseerd door te werken met een open bouwputmethode met damwanden (paragraaf 3.3.1), waardoor minimale hoeveelheden grondwater worden onttrokken.

#### **Ontsluiting**

De ontsluiting tijdens aanleg en de ligging van de definitieve bedieningsweg zijn zo gekozen dat zo min mogelijk schade wordt aangebracht aan natuur en landschap, dat de uitvoering van eventuele natuurontwikkelingsplannen op het Bosscherveld niet belemmerd wordt, en dat de eventuele geluidshinder voor omwonenden minimaal is (Figuur 3.6).

#### **Omvang bouwterrein**

De omvang van het bouwterrein is zo klein mogelijk gehouden (ca 3 ha) door uit te gaan van een twee-turbine-concept (paragraaf 3.2); hierdoor is ook de breedte van aan- en afvoerkanaalen beperkt, een treedt in totaal slechts een gering grondbeslag op.

#### **Vermogensoverdracht**

De aansluiting op het elektriciteitsnet is voorzien middels te leggen kabels over de stuw, en verder via bestaande ondergrondse leidingen. Hierdoor is het niet noodzakelijk een nieuwe leidingstraat door de Maas of over het Bosscherveld aan te leggen.



### Mogelijkheden voor optrek vis

De mogelijkheden voor optrekkende vis zijn in beginsel beperkt door de aanwezigheid van de stuw bij Borgharen. Het in werking zijn van een waterkrachtcentrale doet hieraan niets toe of af.

In het kader van de internationale overeenkomst "Zalm-2000" hebben het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en visserij en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat de intentie om vóór 2000 een vispassage langs de stuw Borgharen te realiseren (zie ook de Beschikking van het Comité van Ministers van de Benelux Economische Unie inzake de vrije migratie van vissoorten in de hydrografische stroomgebieden in de Beneluxlanden, M (96) 5, d.d. 26 april 1996). Hiertoe vormt de waterkrachtcentrale geen belemmering, als uitgegaan wordt van een op de centrale afgestemde vormgeving van de vispassage. Om te zorgen dat de vispassage ook werkt op momenten dat de centrale buiten werking is, dient de lokstroom in deze gevallen ook uit te kunnen komen vlak benedenstrooms van de stuw. Hiertoe is door MEGA een uitgekiend ontwerp voorbereid, waarbij de uitgang van de vistrap over het uitlaatkanaal van de centrale heen geleid kan worden, richting stuw (Figuur 3.8).

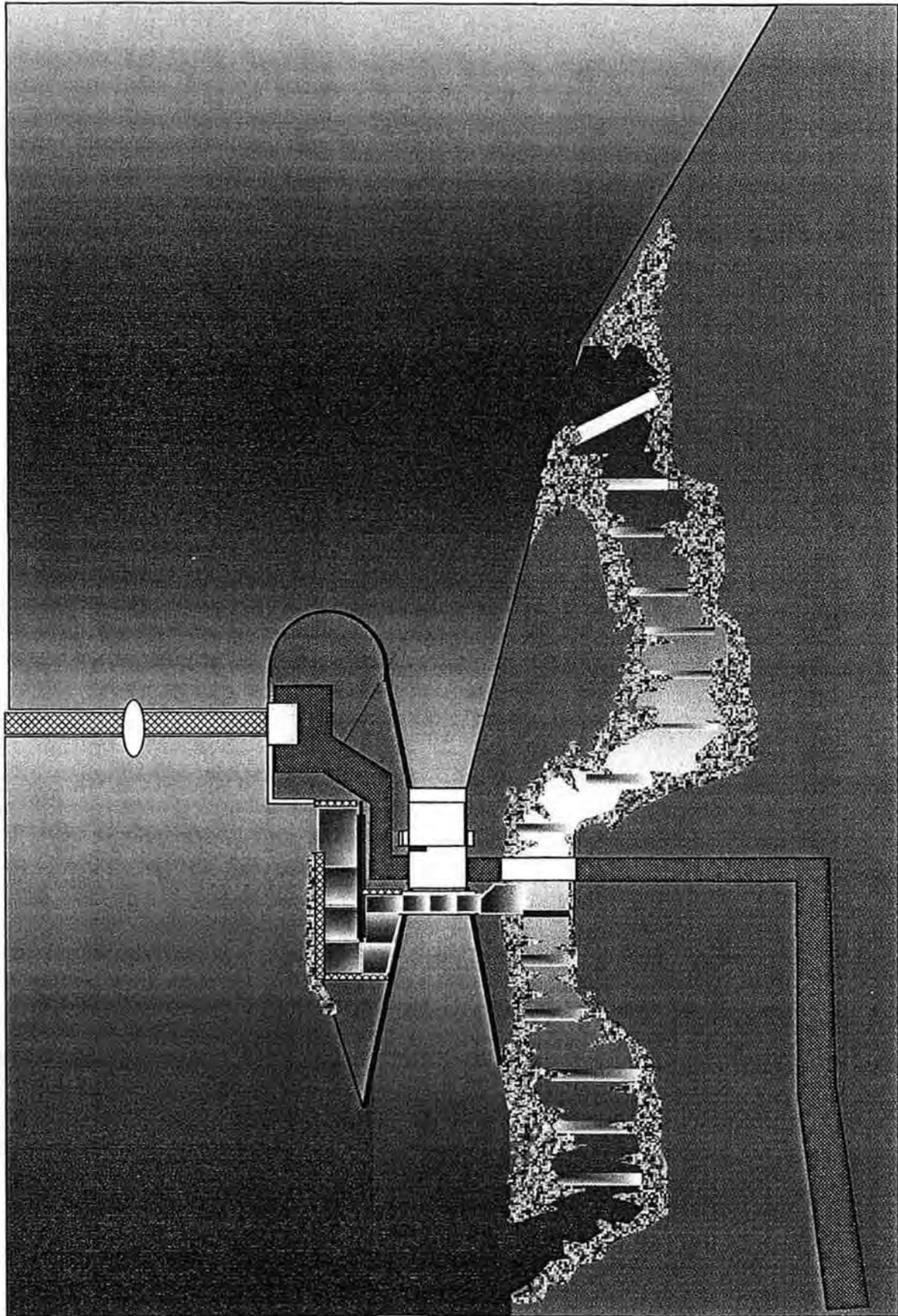
In dit MER wordt er van uitgegaan dat deze vispassage inderdaad is gerealiseerd op het moment dat de waterkrachtcentrale in werking wordt gesteld. Hiermee wordt, deels vooruitlopend op verdergaande plannen binnen het Natuurontwikkelingsplan Grensmaas, in ieder geval een tijdelijke optrekmogelijkheid voor vis veiliggesteld.

### Landschappelijke inpassing

De landschappelijke inpassing van de waterkrachtcentrale is naar het zich laat aanzien goed te realiseren (zie de montagefoto's, Figuur 3.4). Het grootste deel van de centrale ligt ondergronds, en landschappelijke beplanting kan in overleg met de verantwoordelijke autoriteiten een eventueel geringe invloed op het landschapsbeeld compenseren.

### 3.7.6 Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat er geen aanleiding is de voorgenomen activiteit, waarvan het doel reeds milieu-winst is, te wijzigen op basis van de besproken effecten van de uitvoeringsvarianten. Wel zullen in het MMA enkele maatregelen worden opgenomen om de schade aan vis nog verder te verminderen. Tevens is door MEGA het initiatief genomen een optimale oplossing te vinden voor de afstemming tussen centrale en vistrap, hetgeen overigens formeel buiten deze m.e.r. valt.



Figuur 3.8      Ontwerpschets vispassage

## 3.8 Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)

### 3.8.1 Eisen aan het MMA

De eisen die aan het MMA gesteld kunnen worden zijn:

- het MMA moet reëel zijn en binnen de competentie van de initiatiefnemer liggen;
- het MMA moet zijn gericht op voorkoming van nadelige milieugevolgen c.q. behalen maximale milieuwinst; en
- het MMA moet uitgaan van de best beschikbare mogelijkheden ter bescherming van het milieu.

In het geval van een kleinschalige waterkrachtcentrale ontstaat bij de vaststelling van wat milieuvriendelijk is een probleem. Immers, doel van de waterkrachtcentrale is milieuvriendelijke energie op te wekken, zodat hiermee verdere emissies en milieuschade door de conventionele elektriciteitscentrales kan worden voorkomen of vermeden. Aangezien ook overigens de voorgenomen activiteit reeds op minimalisering van milieu-effecten is ontworpen, blijven vooral de natuur-effecten (met name schade aan vis), die onvermijdelijk met een dergelijke ingreep samengaan, over als te minimaliseren effecten. Vrijwel de enige mogelijkheid om de schade aan vis verder te verminderen ligt in het beperken van de door de waterkrachtcentrale te voeren hoeveelheid water, hetzij om meer beluchting door de stuw mogelijk te maken, hetzij om in tijden van grote vistrek en lage afvoer in de Maas de visschade in de turbines te voorkomen.

### 3.8.2 Milieuwinst en natuureffecten: het MMA<sub>natuur</sub>

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat water door de centrale milieu-winst oplevert, minder water door de centrale voorkomt daarentegen natuurschade. In het basisalternatief van de voorgenomen activiteit is het elektrisch vermogen binnen de gegeven randvoorwaarden zo groot mogelijk gehouden en zijn overige milieu-effecten reeds geminimaliseerd; dit alternatief kan derhalve reeds beschouwd worden als het meest milieu-vriendelijk. Om deze reden is er voor gekozen om het MMA in dit geval als een MMA<sub>natuur</sub> te beschouwen. Doel van het MMA<sub>natuur</sub> is minimalisering van visschade door zuurstofgebrek; dit geldt tot het moment dat de zuurstofconcentraties als gevolg van autonome ontwikkelingen ook benedenstrooms van de centrale al voldoende hoog zijn.

In het MMA wordt er tevens van uit gegaan dat vervuilde bovengrond geheel wordt afgevoerd.

### 3.8.3 MMA<sub>natuur</sub>: Verder minimaliseren visschade door aanpassing turbineregime

In de voorgenomen activiteit zijn maatregelen voorzien om schade aan vis zo veel mogelijk te voorkomen, onder meer door het ontwerp van de toe- en afleidingskanalen en van de turbine (§ 3.7.3). Schade aan de visstand op de Maas kan verder voorkomen worden door:

- a. bij lage zuurstofgehalten in de Maas de afvoerverdeling tussen stuw en waterkrachtcentrale te wijzigen, waardoor de beluchting van Maaswater achter de stuw toeneemt. Hierdoor zal het door de centrale opgewekte vermogen verminderen, en zullen conventionele centrales de energie-opwekking moeten overnemen, waarbij emissies van milieu-vervuilende stoffen weer toenemen. De effecten van deze aanpassingen worden in dit MER beschouwd onder het MMA.

- b. gedurende de perioden van grote vistrek de waterkrachtcentrale buiten werking te stellen. Aangezien de tijden van grote vistrek voor de diverse vissoorten aanzienlijk verschillen, en bovendien - zeker voor soorten die nu nog nauwelijks of niet in de Maas voorkomen - moeilijk in afgemeten perioden zijn te karakteriseren, vergt het nog veel onderzoek alvorens het regime van de waterkrachtcentrale effectief op de vistrek aangepast zou kunnen worden. In het MMA wordt de productietijd van de centrale niettemin gereduceerd met een periode van zes weken in het najaar om aan stroomafwaarts trekkende aal vrij baan te geven. Hierbij wordt er van uitgegaan dat de verantwoordelijke instanties deze periode vaststellen op basis van betrouwbare vistrekwaarnemingen. Te zijner tijd kan ook een dergelijke maatregel getroffen worden voor smolts van salmodiden.
- c. De eerste turbine pas bij een Maas-afvoer van 60 m<sup>3</sup>/s op te starten in plaats van bij een afvoer van 40 m<sup>3</sup>/s. Dit wordt in het MMA als variant meegenomen.

In het MMA is vooralsnog geen rekening gehouden met de aanleg van visgeleidingsmaatregelen, aangezien de betrouwbare toepasbaarheid van dergelijke maatregelen nog niet vaststaat en de effectiviteit met de huidige stand van kennis niet is te kwantificeren, zoals uiteengezet is in paragraaf 3.7.3. Het verdient aanbeveling bij de vergunningverlening afspraken te maken over onderzoek naar dergelijke maatregelen en over uitvoering ervan zodra betrouwbare toepassing wel mogelijk is. Het kan echter effectiever zijn om levensvatbare populaties van salmoniden te bevorderen door te investeren in het creëren van paai- en opgroeimogelijkheden voor deze vissoorten en in het verbeteren van de effectiviteit van de vistrappen in het bovenstroomse leefgebied, aangezien deze mogelijk een grotere beperkende factor vormen voor de populatieontwikkeling dan eventuele sterfte in de waterkrachtcentrale. Ook hierover kunnen bij vergunningverlening afspraken gemaakt worden. Een andere belangrijke beperkende factor voor de ontwikkeling van populaties trekvis is de effectiviteit van vistrappen. Gezien de grote hoeveelheid vistrappen die gepasseerd moeten worden alvorens de vis zijn paaigebied bereikt, is de bevordering van de effectiviteit van de optrekvoorzieningen mogelijk adequater dan het investeren in de vermindering van de schade aan smolts door waterkrachtcentrales (Haddingh, 1997b).

### 3.9 Nulalternatief

Het nul-alternatief bestaat uit het voortzetten van de bestaande energievoorziening zonder realisatie van het voornemen. Twee elementen zijn in dit verband van belang:

- De besparing op de elektriciteitsproductie in andere centrales in geval de waterkrachtcentrale bij Borgharen gerealiseerd wordt. De productie in andere centrales brengt diverse emissies met zich mee. Bij uitvoering van de voorgenomen activiteit zal dus sprake zijn van een emissiereductie.
- De huidige situatie bij de stuw te Borgharen wat betreft waterstanden, afvoer, lokale stroombeelden, lokale riviermorfologie, stuwbeheer en de effecten van de stuwbediening (translatiegolven).

Bij het beschouwen van de referentiesituatie c.q. het nul-alternatief moeten deze beide elementen aandacht krijgen. In concreto betekent dit het volgende:

- Emissies en effecten van de waterkrachtcentrale moeten vergeleken worden met de emissies samenhangend met de productie van eenzelfde hoeveelheid elektriciteit in conventionele centrales op basis van fossiele brandstoffen.

- De huidige situatie bij de stuw te Borgharen wat betreft beheer van de stuw, afvoer van het water, stroombeelden en translatiegolven, scheepvaart en lokale morfologie wordt beschreven in hoofdstuk 4, paragraaf 4.2.

Bij de voorgenomen activiteit wordt 31,7 GWh per jaar geproduceerd met waterkracht. Deze vorm van elektriciteitsproductie gaat niet gepaard met emissies naar het milieu. Ter vergelijking wordt voor het nulalternatief gerekend met emissies van eenzelfde elektriciteitsproductie.

Momenteel wordt in Nederland per jaar gemiddeld 45% van de elektriciteit in centrales opgewekt met steenkool, 49% met aardgas en 6% met kernergie. Deze cijfers kunnen per jaar overigens aanzienlijk variëren. Voor 1995 waren de exacte cijfers: 44,6% steenkool, 42,5% aardgas, 12,9 overige bronnen.

Hoe de verhoudingen in de toekomst precies zullen liggen als het om vervangende inzet gaat kan niet precies worden aangegeven. Dat hangt af van het volgende:

- de vraag naar elektriciteit op het moment dat vervanging aan de orde is;
- de nog beschikbare binnenlandse capaciteit;
- de voorkeursvolgorde voor inzet van beschikbare capaciteit, binnenlands dan wel buitenslands.

Voor de onderhavige MER-studie wordt, conform de Basisstudie Waterkracht van Novem (1996), uitgegaan van een vervangende inzet van 56% steenkool (20,8 GWh), 33% aardgas (12,2 GWh); en 11% overig (4,1 GWh). Verondersteld wordt dat de overige energie geleverd wordt uit (vernieuwbare) energiebronnen zonder emissies naar het milieu.

In Tabel 3.2 zijn de belangrijkste emissies weergegeven voor een elektriciteitsproductie met een omvang van 31,7 GWh in het nulalternatief, waarbij is uitgegaan van de verdeling van brandstofinzet zoals hiervoor aangegeven en de huidige emissies van steenkool en aardgas. Voorts wordt er bij het gebruik van steenkool vaste stoffen (bodemas, gips) geproduceerd tot een totaal van 11% van de gebruikte steenkool. Deze vaste stoffen worden vrijwel geheel hergebruikt. Daarom is er bij de emissie-inventarisatie geen rekening mee gehouden.

<i>stof</i>	<i>emissie bij steenkool (ton)</i>	<i>emissie bij aardgas (ton)</i>	<i>totale emissie (ton)</i>
naar lucht:			
CO <sub>2</sub>	14.800	5.200	20.000
NO <sub>x</sub>	11,1	5,3	16,4
SO <sub>2</sub>	15,6	-	15,6
vlieggas	0,8	-	0,8
naar water: warmte <sup>1,2</sup>	78.000	46.000	124.000

<sup>1</sup> In GJ, uitgaande van een rendement van 41% elektrisch, 50% afvoer van warmte naar water, 5% naar de lucht en 4% gebruik in eigen bedrijf.

<sup>2</sup> De warmte-emissie naar het water neemt af als de warmte wordt benut, bijvoorbeeld voor kastuinbouw of stadsverwarming. Daarmee is geen rekening gehouden.

Tabel 3.2 Emissies bij opwekking van 31,7 GWh aan elektriciteit in conventionele centrales met een inzet van 56% steenkool, 33% aardgas en 11% overige vormen van energie (kengetallen volgens Novem uitgangspunten).

## 4 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling

### 4.1 Inleiding

In elk MER moet worden opgenomen (Wet milieubeheer, art. 7.10, lid 7d):

*"Een beschrijving van de bestaande toestand van het milieu, voorzover de voorgenomen activiteit of de beschreven alternatieven daarvoor gevolgen kunnen hebben, alsmede van de te verwachten ontwikkeling van dat milieu, indien de activiteit noch de alternatieven worden ondernomen."*

Achterliggende gedachte is daarbij dat als referentie voor de beoordeling van de te verwachten milieu-effecten de toestand en ontwikkeling van het milieu ter plaatse van de activiteit en in de omgeving daarvan in kaart moet worden gebracht. Het te bestuderen gebied omvat de omgeving van de locatie, voorzover daar effecten van de voorgenomen activiteit kunnen gaan optreden. Per milieu-aspect kan de omvang van het studiegebied verschillen. Per aspect moet daarom de omvang van het studiegebied worden gemotiveerd en op kaart worden aangegeven.

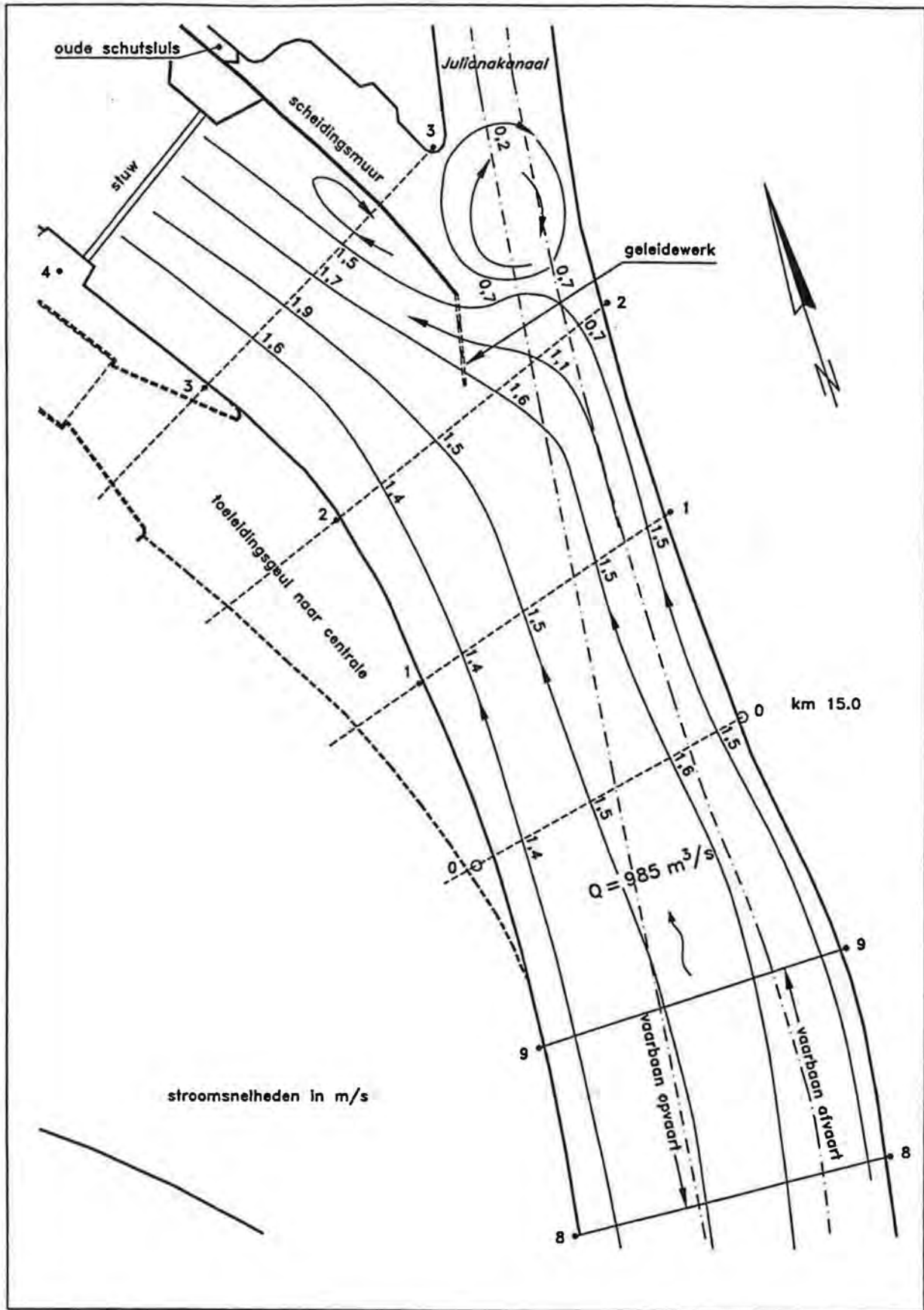
Gegeven de algemene vereisten voor een MER en de specifiek voor dit MER geldende richtlijnen worden hierna achtereenvolgens de volgende onderwerpen behandeld:

- De toestand van bodem en water
- Waterkwaliteitsgegevens
- Natuurwaarden en ecologische relaties te land en te water
- Overige relevante toestandsgegevens

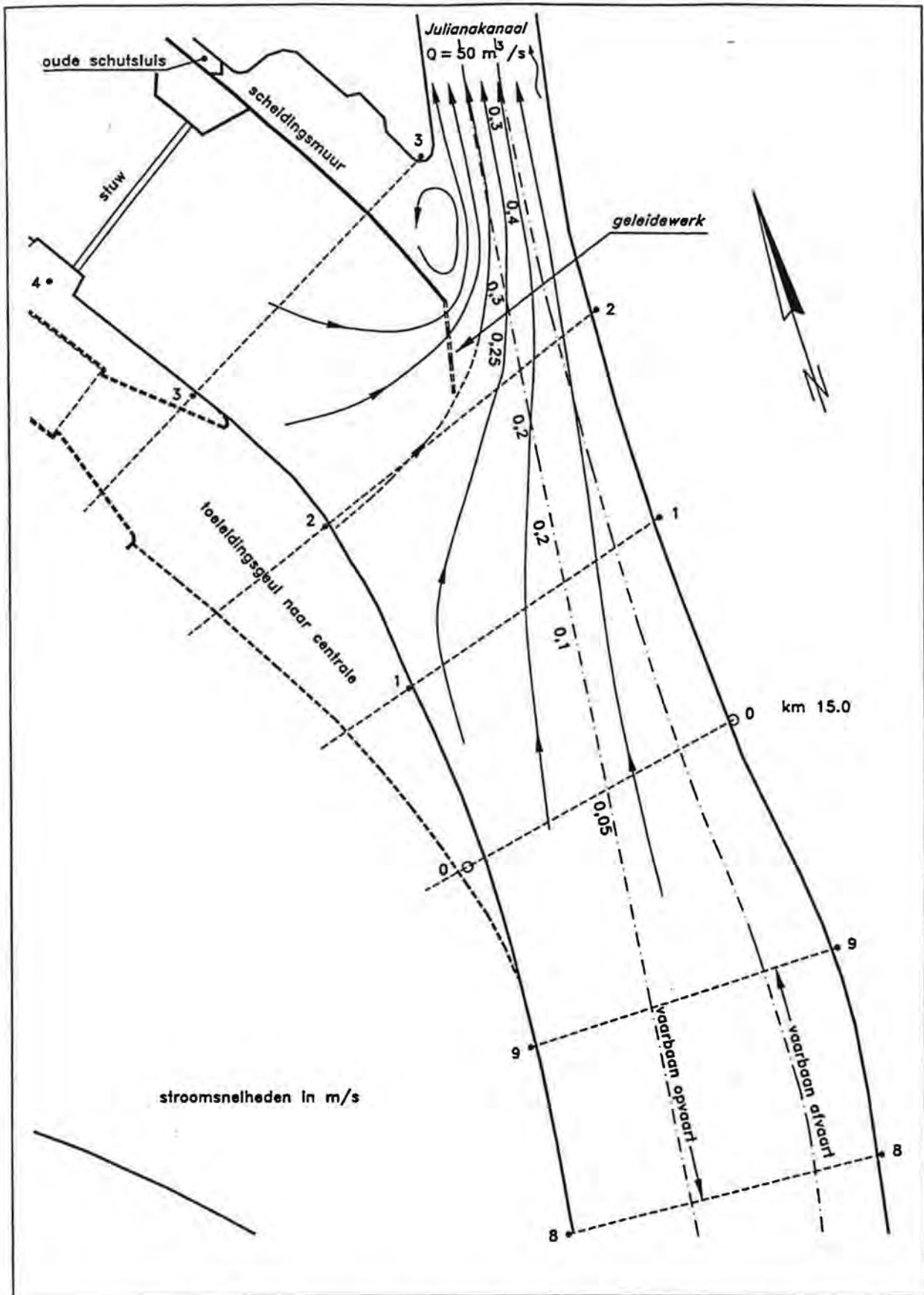
De nadruk zal in dit hoofdstuk liggen op de aspecten hydraulica/morfologie, zuurstof en passerende vis.

De behandelde onderwerpen komen aan de orde uitgaande van een "stapelbenadering". Dit houdt in dat eerst de actuele situatie wordt behandeld (par. 4.2). Vervolgens wordt de situatie geschetst die ontstaat bij ongewijzigd beleid (autonome ontwikkeling 1, par. 4.3). Ten slotte wordt, zo goed als gegeven bestaande onzekerheden mogelijk, de situatie beschreven die ontstaat als de Grensmaasplannen werkelijkheid worden (autonome ontwikkeling 2, par. 4.4).

De waterkwaliteit en -kwantiteit ter plaatse van de voorgenomen activiteit wordt voor een deel bepaald door activiteiten in België. Deze invloeden worden daarom, voorzover relevant voor de onderhavige activiteit in de gebiedsbeschrijving meegenomen.



Figuur 4.3 Stationair stroombeeld zonder waterkrachtcentrale



Figuur 4.4 Stroombeeld ten gevolge van translatiegolf veroorzaakt door schutbedrijf Born of aan- en uitzetten turbines waterkrachtcentrale Lixhe (België)



Bij gedeeltelijk geheven schuiven stroomt het water als gevolg van de opstuwning met grote snelheid onder de schuiven door. De woelbakken achter de stuw hebben als functie om de kinetische energie van het water zoveel mogelijk om te zetten in turbulente en potentiële energie. De oevers en bodem benedenstrooms van de stuw hebben daardoor een minder zware stroomaanval te verduren. Dit is met name bij de grotere vervallen over de stuw van belang. De omzetting is optimaal wanneer zich in de woelbakken een watersprong ontwikkelt. Zonder watersprong treedt er een hoog-turbulente stroming op waarbij nog over een lang traject (een lengte van 500 m is mogelijk) overmatige kinetische energie aanwezig is. Dit uit zich dan in oppervlaktegolven en turbulenties en er kan schade ontstaan aan stortbedden en taluds. Het ontstaan van een watersprong is afhankelijk van het debiet (dus van grootte van de doorstroomopening en het verval over de stuw) en van de diepteligging van de woelbakvloer ten opzichte van de benedenwaterstand. In de huidige situatie en bij het huidige beheer is de ligging van de woelbak (vloer op 37,80 m + NAP) toereikend. Dit blijkt uit de vrij globale berekening opgenomen in bijlage IV.4.

Wanneer de schuiven geheel geheven zijn is er sprake van een vrij afstromende rivier. De woelbakken hebben in deze situatie geen functie. De pijlers en landhoofden van de stuw vormen nu obstakels in de rivier; ze vernauwen het doorstroomprofiel en geven aldus aanleiding tot het ontstaan van een beperkt waterstandsverschil over de stuw. Deze situatie komt overigens slechts enkele dagen per jaar voor. De toekomstige waterkrachtcentrale Borgharen zal dan zijn afgeschakeld.

### **Stationaire stroombeelden**

Er zijn, voorzover bekend, geen gemeten stroombeelden beschikbaar van het gebied vlak boven de stuw van Borgharen en bij de ingang van het Julianakanaal. In een door het WL uitgevoerde studie betreffende de waterkrachtcentrale Borgharen (WL, 1991b) is op basis van ervaring, mondelinge informatie en persoonlijke visuele waarneming het detail stroombeeld geschetst zoals is weergegeven in Figuur 4.3 en 4.4. Het beeld is mede geconstrueerd op basis van een bij RWS uitgevoerde stroombeeldberekening met het computerprogramma WAQUA. Uitgegaan is van een debiet van ca 1000 m<sup>3</sup>/s, maar bij kleinere afvoeren is het beeld nagenoeg hetzelfde, omdat de bovenstroomse waterstand en dus de oevergeometrie vrijwel niet verandert als de afvoer verandert. Uiteraard zijn dan wel de stroomsnelheden overeenkomstig kleiner. Een afvoer van 1000 m<sup>3</sup>/s komt enkele dagen per jaar voor; de scheepvaart is dan nog niet gestremd. Deze situatie wordt als maatgevend gekozen voor het beoordelen van hinder voor de scheepvaart (zie bijlage IV.3).

### **Translatiegolven**

Bij het begin van het Julianakanaal en bij de stuw Borgharen komen translatiegolven voor, die veroorzaakt worden door het schutten bij Born en door het aan- en uitzetten van turbines van de waterkrachtcentrale te Lixhe in België. Het is aannemelijk dat de translatiegolfdebieten het stroombeeld (met neer) in de kanaalmond beïnvloeden (Figuur 4.4.).

Een translatiegolf geeft niet alleen stroming, maar ook een waterspiegelverhang. Dit laatste is in de huidige situatie verwaarloosbaar omdat de golven als gevolg van de lange afgelegde weg al heel sterk afgevlakt zijn als ze bij het splitsingspunt Maas - Julianakanaal aankomen. In de huidige situatie is daarom voornamelijk de stroming van belang. In bijlage IV.2 is een schatting opgenomen van de stroming die door de translatiegolven wordt veroorzaakt.

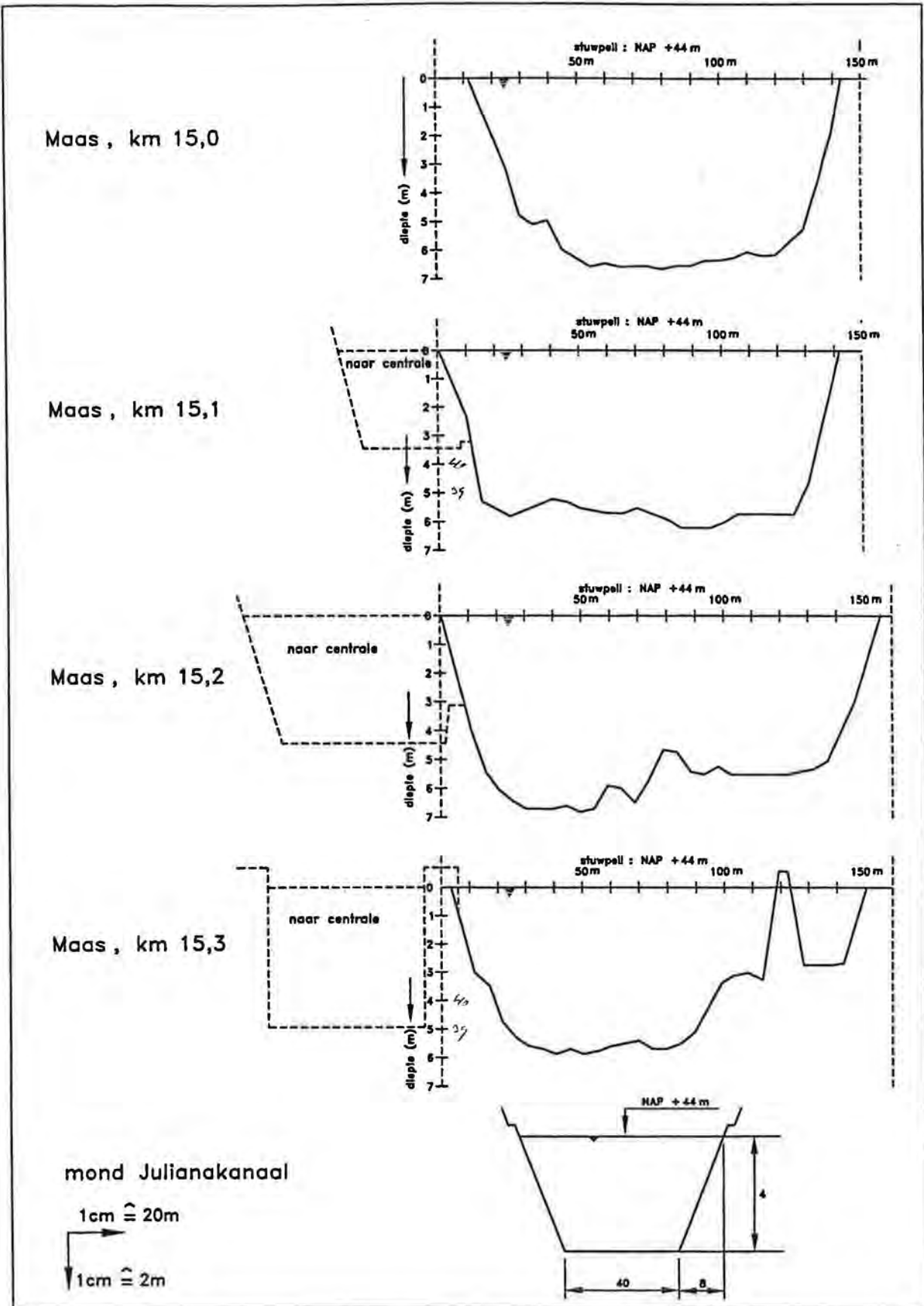
### 4.2.3 Morfologie

#### Bodemmateriaal

Het bodemmateriaal bovenstrooms van de stuw bestaat uit een dunne laag korrelig, grindachtig materiaal bestaande uit een mengsel van grof grind, zand en wat slib. Uit bodemmonsters genomen bij km-raai 15 met een soort sleepemmer blijkt dat het materiaal wordt gekarakteriseerd door  $D_{50} = 44$  mm.  $D$  is hierbij de korreldiameter en de index geeft aan door hoeveel gewichtsprocenten materiaal deze diameter wordt onderschreven. De alluviale laag ligt op een vaste laag bestaande uit kalksteen. Deze vaste, niet-alluviale laag komt plaatselijk ook aan de oppervlakte (Rijks Geologische Dienst, 1973; Rijkswaterstaat, 1968). De loskorrelige alluviale laag zal bij zeer hoge Maasafvoeren waarschijnlijk gedeeltelijk in beweging zijn. De bodemligging bovenstrooms van de stuw is echter vrijwel stabiel te veronderstellen.

Benedenstrooms van de stuw (Grensmaas) neemt de dikte van de los-korrelige laag vrij snel toe. De rivierbodembenedenstrooms van de stuw is bij lagere afvoeren over het algemeen afgepleisterd. Dit betekent dat het oorspronkelijke bodemmateriaal wordt afgeschermd door een dunne grovere sedimentlaag (afpleisteringslaag). Hierdoor wordt de grootte van het transport van het onderliggende sediment aanzienlijk gereduceerd. Slechts bij hoge afvoeren kan de afpleisteringslaag instabiel worden waardoor het onderliggende materiaal niet meer tegen erosie wordt beschermd. Dergelijke hoge afvoeren treden slechts enkele dagen per jaar op. Tijdens daarop volgende lagere afvoeren wordt de afpleisteringslaag relatief snel weer opgebouwd (WL, 1981).

In de Grensmaas is de samenstelling van het bodemmateriaal voornamelijk bepaald door analyse van bodemmonsters genomen met een soort sleepemmer. Op dergelijke wijze verkregen monsters bevatten in het gunstigste geval materiaal uit zowel de afpleisteringslaag als de onderliggende bodemlaag, echter in onbekende verhouding. De opbouw van de afpleisteringslaag is uit dergelijke monsters niet te bepalen. Betere informatie is te halen uit bodemmonsters die zijn verkregen door het graven van een kuil en het nemen van een monster op een bepaalde diepte. Deze monsters zijn genomen ter plaatse van Elsloo, Maasband en Maaseik (WL, 1981). Aangenomen wordt dat de opbouw van de afpleisteringslaag net benedenstrooms van stuw Borgharen overeenkomstig is. Dit betekent dat boven op een sedimentlaag van zand en grind met een korrelverdeling van bij benadering  $D_{16} = 1$  mm,  $D_{50} = 12$  mm en  $D_{84} = 40$  mm, een dunne (1 à 2 korreldiameters dik) afpleisteringslaag van grovere samenstelling ligt met een korrelverdeling van bij benadering  $D_{16} = 20$  mm,  $D_{50} = 40$  mm en  $D_{84} = 60$  mm.



Figuur 4.5 Dwarsprofielen Maas en Julianakanaal, bovenstrooms van de stuw Borgharen

## Sedimenttransport

Sedimenttransport kan worden onderscheiden in bodemtransport (het materiaal verplaatst zich over de bodem) en zwevend transport. Het zwevende transport bestaat voornamelijk uit slib aangevuld met de kleinste fracties van het bodemmateriaal. De grootte van het slibtransport is geheel afhankelijk van de hoeveelheid fijn materiaal (korreldiameter kleiner dan  $50 \mu\text{m}$ ) dat door de bovenloop van de rivier wordt aangeleverd. Er is geen direct verband tussen de hoeveelheid slibtransport en de lokale hydraulische omstandigheden. Slib wordt getransporteerd zonder interactie met de rivierbodem. De morfologische processen in een rivier worden daarom meestal uitsluitend bepaald door het transport van bodemmateriaal. Slechts in gevallen waar sprake is van stagnatie van de stroming (bijvoorbeeld in havens of in stuwmeren) speelt slibtransport een rol.

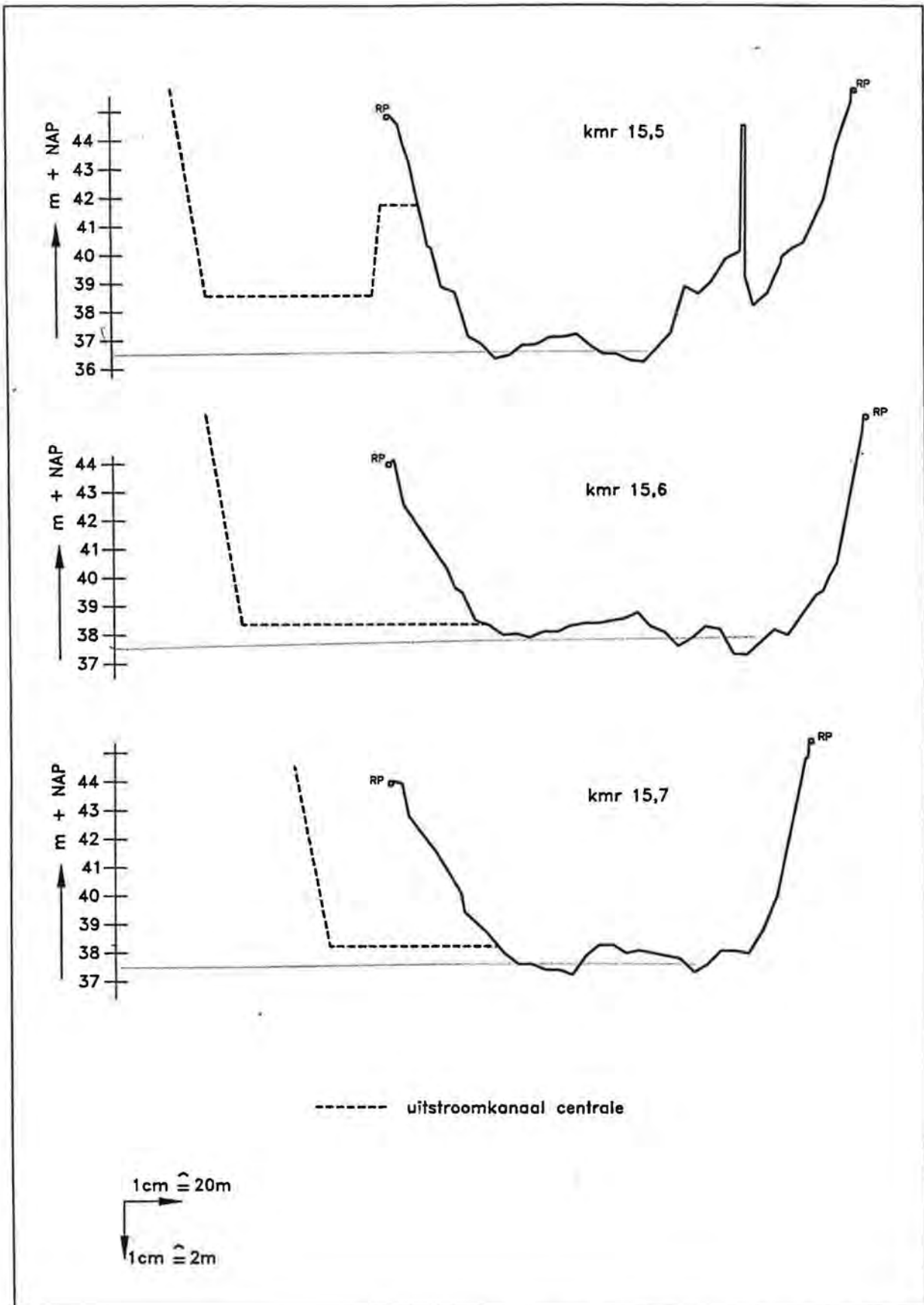
Bij afvoeren tot circa  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$  is geconstateerd dat de hoeveelheid sediment die via de Maas Nederland binnenkomt gering is. Ook de gemeten sedimenttransporten bij Borgharen dorp (km-raai 16) zijn bij dergelijke afvoeren laag (RWS, 1981). De afvoer waarbij de afpleisteringslaag benedenstrooms van de stuw instabiel kan worden is circa  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ . Voor bepaling van deze afvoer is het criterium van begin van beweging voor de afpleisteringslaag gebruikt conform (WL, 1981). Aangenomen wordt dat voor afvoeren groter dan  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$  de grootte van het sedimenttransport sterk toeneemt. Dit betekent dat, hoewel deze afvoeren slechts enkele dagen per jaar voorkomen, een aanzienlijk deel van het jaarlijks sedimenttransport gedurende de hogere afvoeren plaatsvindt.

De korrelgrootte van het gevangen bodemtransport is bij alle afvoeren waarbij transportmetingen bij Borgharen zijn uitgevoerd ( $Q < 1254 \text{ m}^3/\text{s}$ ) kleiner dan die van het bodemmateriaal bovenstrooms van de stuw en van de afpleisteringslaag benedenstrooms van de stuw. Dit laatste geldt ook voor hogere afvoeren, hetgeen ook blijkt uit de bodemtransportmetingen uitgevoerd tijdens het hoogwater van januari 1991 bij Eysden (km-raai 6,5). Deze transportmetingen zijn beschreven in (WL, 1991a).

	<i>Meting 1</i>	<i>Meting 2</i>
gemiddelde $D_{50}$ (mm)	0,60	0,72
gemiddelde $D_{84}$ (mm)	1,21	2,02

Opm: Meting 1: Metingen uitgevoerd in 1969, 1970 en 1981. Maasafvoeren waren kleiner dan  $1254 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  
Meting 2: Metingen uitgevoerd in januari 1991. Maasafvoeren varieerden van  $1050 \text{ m}^3/\text{s}$  tot  $1550 \text{ m}^3/\text{s}$ .

De grootte van het jaarlijkse sedimenttransport wordt op basis van de transportmetingen voor een gemiddeld jaar geschat op  $20.000 \text{ m}^3$  bij Borgharen dorp. Dit lage jaarlijkse transport in combinatie met het grote bodemverhang zorgt voor een grote morfologische tijdschaal (WL, 1990). Dit betekent dat de bodemligging in de rivier slechts langzaam reageert op ingrepen in de rivier.



Figuur 4.6a Dwarsprofielen benedenstrooms van de stuw en waterkrachtcentrale

Voor de bepaling van het slibtransport is gebruik gemaakt van de resultaten van metingen die elke 14 dagen zijn uitgevoerd bij Eysden en Borgharen tussen 1980 en 1986 (RWS, 1988). De gemiddelde slibvracht bij Borgharen kan worden gesteld op circa 20 kg/s. De jaarlijkse slibafvoer bij Borgharen wordt hiermee circa 630.000 ton.

Opmerking:

Bij Linne zijn ook om de 14 dagen metingen uitgevoerd. In het onderzoek naar de morfologische aspecten van de waterkrachtcentrale bij Linne (WL, 1987) wordt de gemiddelde jaarlijkse slibafvoer met behulp deze metingen berekend op 550.000 ton. Verder blijkt dat het slibgehalte afhankelijk is van de afvoer en het seizoen. De gemiddelde diameter van het slib bedraagt circa 10  $\mu\text{m}$ . Aangenomen wordt dat de gemiddelde diameter bij Borgharen hetzelfde is.

### **Bodemkwaliteit winterbed**

Op basis van de resultaten van een onderzoek door de Grontmij (1996) wordt geconcludeerd dat de grond ter plaatse van de locatie verhoogde gehalten aan metalen en PAK bevat. Het betreft licht tot sterk verhoogde gehalten aan zware metalen en (overwegend) licht verhoogde gehalten aan PAK. Maatgevend voor het verontreinigingsniveau zijn zware metalen c.q. zink.

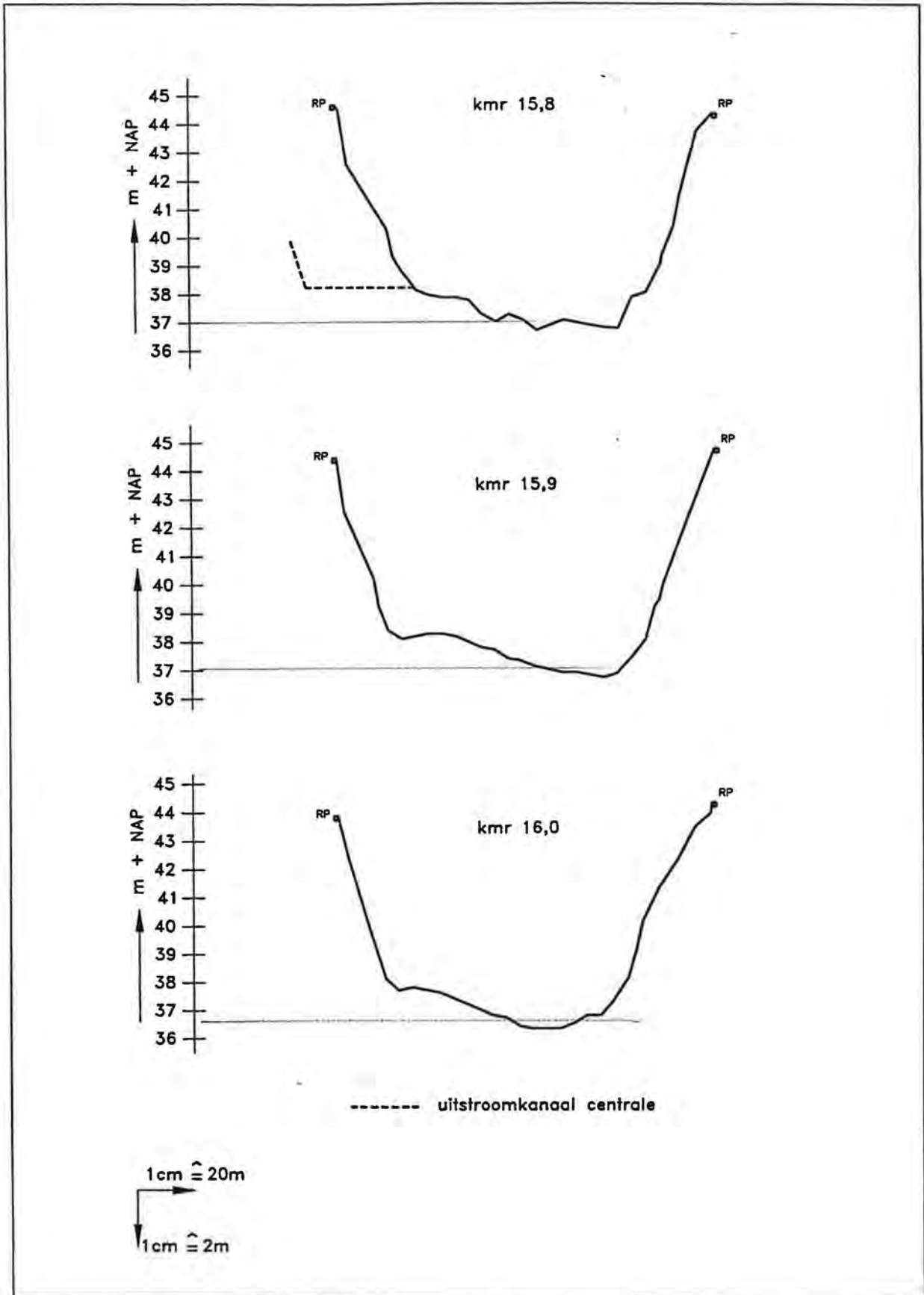
Verhoogde gehalten aan de onderzochte stoffen zijn in het gehele onderzochte bodemtraject (tot aan het grindpakket) aangetroffen.

De locatie maakt onderdeel uit van een omvangrijke diffuse verontreiniging van het winterbed van de Maas.

### **Beddingligging**

In Figuur 4.5 zijn enkele dwarsprofielen in de Maas bovenstrooms van de stuw Borgharen weergegeven. De dwarsprofielen benedenstrooms van de stuw zijn opgenomen in de Figuren 4.6a en 4.6b. De stuw bevindt zich in een bocht naar links. In een bocht treedt over het algemeen een spiraalstroming op waardoor aan het wateroppervlak de stroming naar de buitenbocht is gericht, terwijl aan de bodem de stroming naar de binnenbocht is gericht. De stroming aan de bodem neemt meestal zand mee, dat in de binnenbocht neerslaat. Hierdoor komt de bodem in de buitenbocht dieper te liggen en ontstaat in de binnenbocht een zandbank. In de dwarsprofielen bovenstrooms van de stuw is van een dergelijke verdieping en zandbank evenwel niets te merken. Benedenstrooms van de stuw ontwikkelt zich de bank enigszins na km-raai 15,8. Uit de dwarsprofielen blijkt dat de morfologische activiteit van de Maas bij Borgharen gering is. Uit de dwarsprofielen blijkt ook dat de bodem net bovenstrooms van de stuw 1,5 à 2 meter hoger ligt dan de bodem juist benedenstrooms van de stuw. Deze bodemsprong is hoofdzakelijk ontstaan als gevolg van het in gebruik nemen van de stuw in 1935. De bodemligging rond de stuw is de laatste tijd zeer stabiel.

Vóór de stuw treedt bij lage afvoeren enige sedimentatie van fijn materiaal op, door afname van de stroomsnelheden. Bij afvoeren hoger dan 240 m<sup>3</sup>/s worden bij het huidige stuwbeheer de schuiven in de stuw enigszins geheven om het stuwpeil van 44,05 m + NAP te handhaven. Hierdoor ontstaat onderstroming waardoor een gedeelte van het neergeslagen materiaal wegspoelt. Naarmate de afvoeren hoger worden wordt meer materiaal geërodeerd. Aangenomen



Figuur 4.6b Dwarsprofielen benedenstrooms van de stuw en waterkrachtcentrale

men mag worden dat bij afvoeren hoger dan 1300 m<sup>3</sup>/s, waarbij de gehele stuw getrokken is, al het resterende fijne materiaal wegspoelt.

In de voorhaven van de tegenwoordig nauwelijks meer in gebruik zijnde schutsluis naast de stuw is sprake van enige sedimentatie en ook in de luwte van het open gedeelte van de strekdam tussen Julianakanaal en Maas is sprake van enige sedimentatie. In het Julianakanaal van Limmel tot de bocht van Elsloo zijn momenteel geen problemen voor wat betreft sedimentatie. Pas in de bocht van Elsloo, ca. 10 kilometer ten noorden van Limmel, vindt voor de scheepvaart wel hinderlijke sedimentatie plaats.

#### 4.2.4 Oppervlaktewaterkwaliteit

##### Zuurstofhuishouding

De hoofddoelstelling voor het deelonderzoek waterkwaliteit is een beschrijving te geven van de effecten van de voorgenomen activiteit of zijn alternatieven op die waterkwaliteit. Als referentiekader wordt hierbij uitgegaan van de huidige toestand van de waterkwaliteit en de te verwachten ontwikkeling hiervan indien de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd.

De voorgenomen activiteit en alternatieven zullen, voorzover ze betrekking hebben op de waterkwaliteit, voornamelijk gevolg hebben voor de zuurstofhuishouding benedenstrooms van Borgharen. De beschrijving van de huidige waterkwaliteit en de te verwachten ontwikkeling hiervan spitst zich daarom toe op de zuurstofproblematiek. De huidige beleidslijn is dat in de Maas indien enigszins mogelijk onder alle omstandigheden aan de zuurstofnorm voor zalmachtigen (7 mg/l) moet worden voldaan.

Voor het zuurstofgehalte in een rivier is met name het volgende van belang:

- de afbraak van organisch materiaal, afkomstig van huishoudelijke en industriële lozingen;
- de afbraak van in het watersysteem geproduceerd organisch materiaal (b.v. dood fytoplankton);
- de effecten van nitrificatie, dat wil zeggen het omzetten van ammonium via nitriet in nitraat;
- de primaire produktie en respiratie van algen;
- de uitwisseling van zuurstof met de atmosfeer.
- de temperatuur van het rivierwater (hoe hoger de watertemperatuur, hoe lager de zuurstofverzadigingsconcentratie).

Gedurende de afgelopen 15 jaar werd de norm van 7 mg/l nabij de onderzoekslocatie regelmatig overschreden, met name tijdens lage afvoer in de zomer. Bij Eijsden worden regelmatig zelfs gehalten beneden de 2 mg/l geregistreerd. Deze lage zuurstofgehalten in de Maas bovenstrooms van de stuw te Borgharen zijn voornamelijk het gevolg van lozingen van zuurstofbindende stoffen in Wallonië.

Door het RIZA (van der Veen, 1990) zijn voor een aantal stoffen, waaronder zuurstof en de biologische zuurstofvraag (BOD<sub>5</sub>), relaties afgeleid tussen (decade) debiet en stoftransport te Eijsden. Deze relaties zijn afgeleid voor de periode '84-'89, waarbij tevens rekening is



gehouden met seizoensinvloeden. De vracht van zuurstofbindende stoffen is sindsdien slecht weinig gereduceerd. Als zodanig is het uit de periode '84-'89 stammende beeld nog redelijk actueel.

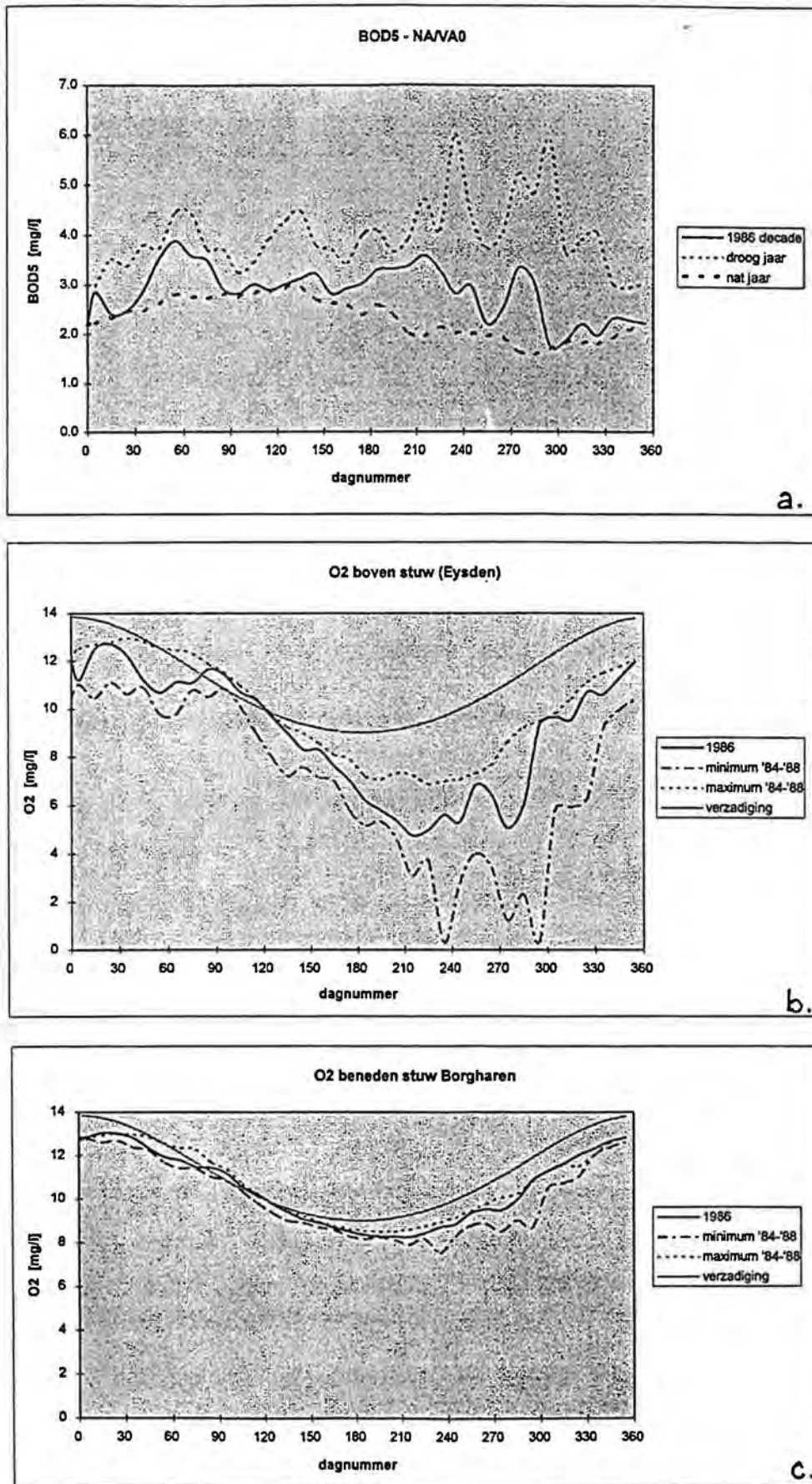
In Figuur 4.7 is het verloop van de BOD<sub>5</sub>- en zuurstof-concentratie over een representatief jaar (1986, waarin het afvoerverloop gemiddelde waarden liet zien) gepresenteerd, afgeleid met behulp van bovengenoemde relaties. Tevens is een inschatting gegeven van mogelijk zich voordoende variaties in geval van een extreem droog jaar (afgeleid met behulp van minimum decade debieten in de periode '84-'88) en een nat jaar (afgeleid met behulp van de maximum decade debieten in de periode '84-'88). Bijbehorende afvoerprofielen zijn gepresenteerd in Figuur 4.8.

Illustratief is de vrijwel continue onderschrijding van de zuurstofnorm bovenstrooms van de stuw en de mogelijke fluctuaties gedurende de zomermaanden (periode juli-oktober), in relatie met de lage afvoeren en de relatief hoge watertemperatuur gedurende deze periode.

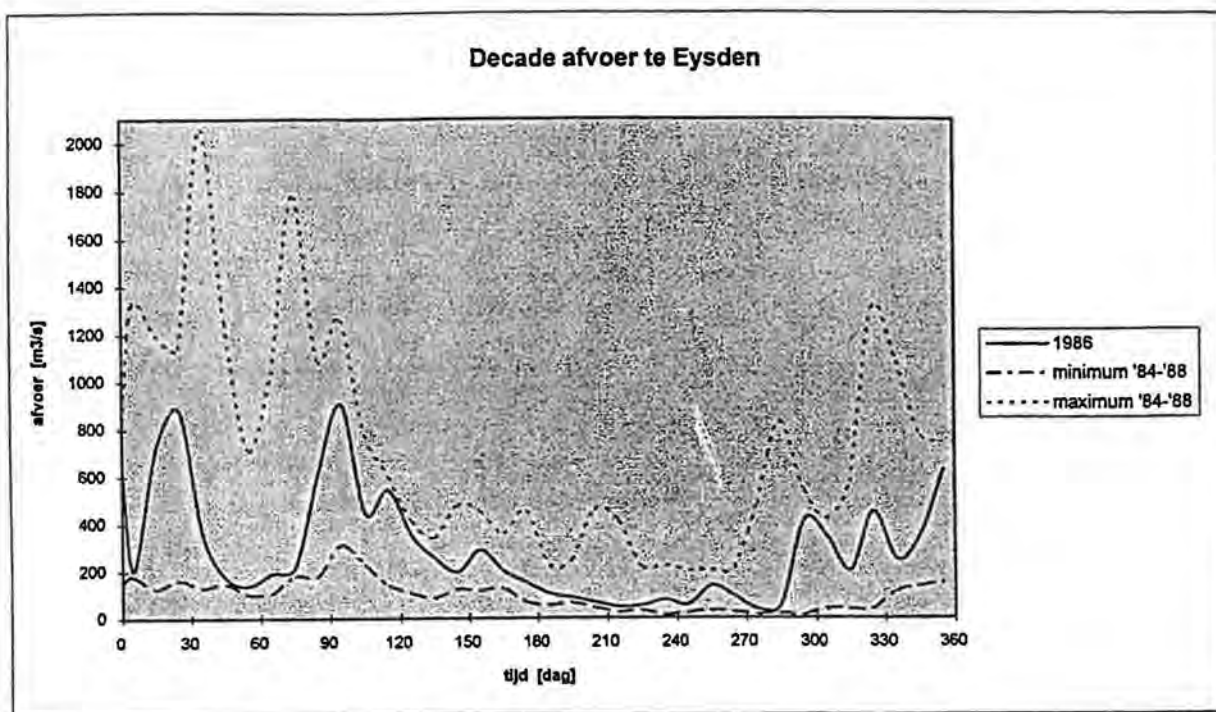
Benedenstrooms van de stuw vindt als gevolg van herbeluchting door oppervlakkige afstroming over grindbanken (met name bij lage afvoer) en door toestroming van schoon kwelwater een verbetering in de zuurstofgehalten plaats. De grootste stijging is echter te danken aan de positieve bijdrage van zuurstofinslag over de stuw zelf. Voor een inschatting van het effect van de zuurstofinslag ter plaatse van de stuw is gebruik gemaakt van de formulering volgens Gameson (Rijkswaterstaat, 1988), waarmee de zuurstofinslag wordt beschreven als functie van het zuurstofdeficiet en de valhoogte over de stuw. Zowel bij een groter deficiet als bij een grotere valhoogte is de zuurstofopname van het water groter. De bijdrage van de stuw als beluchter van het water zal dus met name bij de lage afvoeren (i.e. grotere valhoogte) gedurende de zomermaanden een grote rol kunnen spelen.

In Figuur 4.10 is een schatting van de zuurstofconcentraties benedenstrooms van de stuw gepresenteerd respectievelijk met gebruikmaking van de huidige waarden, en met gebruikmaking van de autonome verbetering in zuurstofhuishouding in 2010 (zie 4.3.3). Duidelijk zichtbaar is de aanzienlijke verbetering in de zuurstofconcentraties als gevolg van de afstroming over de stuw. Onderschrijding van de door Rijkswaterstaat gehanteerde norm lijkt zich vlak benedenstrooms van de stuw niet meer voor te doen. Tevens zijn er in vergelijking met de bovenstroomse zuurstofconcentraties minder grote fluctuaties te verwachten.

Voor een beschrijving van de bovengenoemde relaties (stofconcentraties te Eijsden, zuurstofinslag volgens Gameson) en meer gedetailleerde onderzoekresultaten wordt verwezen naar hoofdstuk 5.3.3 en bijlage VI.



Figuur 4.7 BOD<sub>5</sub>- (a), en zuurstof-concentraties (b en c) in de Maas voor een geniddeld jaar (1986), voor een droog jaar en voor een nat jaar (resp. minimum en maximum decade-debieten 1984 - 1988)



Figuur 4.8 Afvoerprofielen voor een gemiddeld (1986), een droog en een nat jaar (resp. minimum en maximum 1984 - 1986)

### Drijfvuil

Drijfvuil is een veelvoorkomend verschijnsel in de Maas. Vooral met hoogwaters is dit probleem erg in het oog springend aangezien de aanspoelgordels dan ver op het normaal droge achterland worden achtergelaten. Ook prikkeldraadrasten en struiken vangen grote hoeveelheden zwerfvuil in, voornamelijk afkomstig uit Wallonië (Habraken, 1997). Behalve dat het schoonmaken van de oevers na hoogwaters grote inzet en kosten met zich meebrengt, bestaat er gevaar voor vervuiling vanuit het meegevoerde drijfvuil.

#### 4.2.5 Huidige natuurwaarden

##### Algemeen

De aard van de voorgenomen activiteit bepaalt welke natuurkenmerken relevant zijn, en dus beschreven moeten worden. Het doel van de beschrijving van de huidige natuur is tweeledig:

1. inzicht bieden in natuurkenmerken die eventueel verloren gaan;
2. het schetsen van de nulsituatie als basis voor beoordeling van alternatieven.

Van belang zijn enerzijds de bestaande natuurwaarden in het studiegebied zelf, anderzijds de ecologische relaties die via het gebied een rol spelen, zoals migratie-routes voor vis.

De te beschouwen natuurkenmerken (soorten, habitats, ecologische relaties) moeten aan ieder van de volgende drie criteria voldoen:

- *waardevol zijn vanuit het standpunt van natuurbescherming.*  
Als algemeen oriëntatiepunt geldt de lijst van prioritaire soorten in Limburg zoals vermeld in de Beleidsnota Natuur en Landschap 1995-1999 van de Provincie Limburg, alsmede de werkzaamheid van landschapsecologische processen die karakteristiek zijn voor een rivierenlandschap en de levensgemeenschappen en ecotopen die daarvan de expressie vormen ('natuurlijkheid' cf. het NBP). Daarnaast kunnen de potentiële waarden genoemd worden die zich kunnen ontwikkelen als gevolg van vigerend beleid, zoals de terugkeer van migrerende vissoorten als zalm en zeeforel (Programma "Zalm 2000").
- *mogelijk bedreigd worden door de voorgenomen activiteit.*  
Als belangrijkste invloeden zijn verondersteld:
  - beïnvloeding van de visstand (dit wordt behandeld in par. 5.5);
  - vernietiging als gevolg van vergraving; speelt alleen in het gebied van de aanleg van turbines, toe- en afleidingskanalen.
- *lage vervangbaarheid hebben.*  
Alleen levensgemeenschappen die een lange ontwikkelingsduur vergen of die specifieke milieucondities vereisen die door de voorgenomen activiteit verdwijnen, zullen na aantasting mogelijk niet terugkeren in het studiegebied.

### Natuurwaarden Bosscherveld

De natuurwaarden in het studiegebied zijn gering. Op basis van de provinciale broedvogelkartering en van inventarisaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, kan gesteld worden dat er slechts weinig prioritaire soorten voorkomen in het Bosscherveld (zie ook Klijn e.a., 1997). De afwezigheid of beperkte aanwezigheid van geschikte leefgebieden als zodanig vormen het belangrijkste knelpunt voor vestiging van waardevolle plant- en diersoorten in dit gebied.

Het Bosscherveld is deels relatienotagebied. Niettemin is het landgebruik van de graslanden op het Bosscherveld zodanig intensief dat ze slechts een soortenarme vegetatie herbergen (Beemdgras-raaigrasweide). Een deel van de aangrenzende dijken en taluds is echter begroeid met een soortenrijke stroomdalgraslandvegetatie. Soorten als Donderkruid en IJzerhard komen hier voor (Dickhaut e.a. 1993). Daarnaast komen verschillende andere bedreigde stroomdalgraslandsoorten voor, zoals Zacht vetkruid, Wilde marjolein, Slangekruid en Kattedoorn. In de noordpunt van het gebied, nabij de Belgische grens, ligt een soortenrijk grasland met veel Aardbeiklaver en enkele van de hiervoor genoemde soorten.

#### 4.2.6 Visstand

##### Beschrijving visstand

In het begin van deze eeuw resulteerden normalisatie van de Maas, de bouw van stuwen, watervervuiling en overbevissing in het uitsterven van de vissoorten steur, houting, elft, fint, zalm en gestippelde alver. In de jaren zeventig zorgde de slechte waterkwaliteit voor een sterke achteruitgang van typische riviervissen. Tegelijkertijd was een toename te constateren

van meer algemene soorten als brasem, snoekbaars en baars. De laatste jaren echter zijn als gevolg van verbeterde waterkwaliteit ook typische riviersoorten weer toegenomen, zoals alver, kopvoorn, sneep, beekprik en snoek (Vriese, 1991; Smits & Janssen, 1991, in Bakker en Gerritsen, 1992a). Tevens zijn er recent weer enkele waarnemingen van zalm en zeeforel in de benedenloop van de Maas gedaan, die waarschijnlijk zelfstandig de rivier op zijn gekomen.

Een onderzoek naar de visstand bij Linne geeft aan dat daar begin jaren negentig zo'n 24 vissoorten voorkwamen. Een aantal typische riviersoorten is echter nog steeds zeldzaam in de Maas: zeeforel, bot, rivierprik, zee-prik, riviergrondel, barbeel, sneep, kopvoorn, winde en serpeling (Bakker en Gerritsen, 1992a).

### Kenmerken vissoorten

Tabel 4.2 vermeldt de voorkomende vissoorten in de Maas, in dit geval in een studie bij Linne (Cazemier, 1990 in Bakker en Gerritsen, 1992a; Bakker en Gerritsen, 1992b; zie ook Raat, 1996). Naast de soortnaam worden twee eigenschappen vermeld die van belang geacht worden voor de effectbeschrijving. Dit zijn de periode van stroomafwaartse migratie en zuurstofbehoefte.

Familie	Soort	Latijnse naam	Periode stroomafwaartse migratie	Zuurstofbehoefte *
Prikken <i>Petromyzonidae</i>	Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	voorjaar	
	Zee-prik	<i>Petromyzon marinus</i>	voorjaar	
Alen <i>Anguillidae</i>	Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	kleinere aal: voorjaar schieraal: najaar	
Zalmachtigen <i>Salmonidae</i>	Zalm	<i>Salmo salar</i>	voorjaar	
	Zeeforel	<i>Salmo trutta trutta</i>	voorjaar	
	Beekforel	<i>Salmo trutta fario</i>	voorjaar	
Spieringen <i>Osmeridae</i>	Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	najaar	
Karperachtigen <i>Cyprinidae</i>	Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	geen voorkeur bekend	5 mg/l (a:1)
	Rietvoorn	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	geen voorkeur bekend	
	Brasem	<i>Abramis brama</i>	vooral voorjaar	3 mg/l (a:1)
	Kolblei	<i>Blicca bjoerkna</i>	voorjaar	
	Karper	<i>Cyprinus carpio</i>	geen voorkeur bekend	
	Zeelt	<i>Tinca tinca</i>	voorjaar	
	Alver	<i>Alburnus alburnus</i>	voorjaar	
	Serpeling	<i>Leuciscus leuciscus</i>	najaar	7 mg/l (a:5)
	Winde	<i>Leuciscus idus</i>	najaar	5,5 mg/l
	Kopvoorn	<i>Leuciscus cephalus</i>	geen voorkeur bekend	
	Sneep	<i>Chondrostoma nasus</i>	geen voorkeur bekend	
	Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	vooral najaar	7 mg/l (a:2,1)
	Riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	vooral najaar	10 mg/l (a:1,9)
Baarsachtigen <i>Percidae</i>	Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	vooral voorjaar	
	Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	vooral voorjaar	9 mg/l (a:6, j:4,5)
	Pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	vooral voorjaar	
	Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	najaar	

\* Zuurstof: eerste getal = optimaal zuurstofgehalte, tussen haakjes: a = lethaal gehalte adult, j = lethaal gehalte eieren of jongen.

Tabel 4.2 Voorkomende vissoorten in de Maas bij Linne, met perioden van stroomafwaartse migratie en zuurstofbehoefte (naar Bakker & Gerritsen, 1992).

## Ecologische relaties

De Grensmaas is een belangrijke verbindingsas tussen de grote Nederlandse rivieren en het deltagebied enerzijds en de Noordfranse rivieren anderzijds. Diverse soorten organismen maken daar gebruik van. Het betreft zowel dieren die de stroom opkomen als dieren en planten die stroomafwaarts worden afgevoerd. Er is sprake van migratie van vissoorten tussen de Grensmaas en de stuwpannen ten noorden (Linne-Roermond) en ten zuiden (Lixhe-Borgharen) hiervan. Het betreft rheofiele vissoorten zoals Barbeel, Sneep en Kopvoorn.

Belangrijke belemmering voor de populatie-ontwikkeling van vele vissoorten in de Maas is het voorkomen van voldoende habitat voor voortplanting (zg. paaiplaatsen) en habitats met opgroeimogelijkheden (Vriese e.a., 1994). De in het Maasstroomgebied resterende paai- en opgroeigebieden voor Zalm en Zeeforel zijn beperkt, waardoor het streven naar levensvatbare populaties van deze soorten extra belemmerd wordt.

### 4.2.7 Geluid

In het onderhavige geval zijn bij een toetsing van geluidtechnische milieugevolgen de navolgende aspecten van belang:

- het heersende referentieniveau van het omgevingsgeluid;
- autonome ontwikkelingen in de omgeving van de voorgenomen activiteit welke van invloed zijn op de geluidssituatie ter plaatse.

Het referentieniveau van het omgevingsgeluid kan middels geluidmetingen worden vastgesteld. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het referentieniveau in de directe omgeving van de stuw (en derhalve in de directe omgeving van de voorgenomen activiteit) afhankelijk is van het debiet over de stuw. Met betrekking tot de autonome ontwikkelingen is in het kader van de geluidssituatie met name de realisatie van een vistrap van belang.

Een beschouwing van de reductie van de geluidemissie van een conventionele centrale ten gevolge van de realisatie van de voorgenomen activiteit is niet zinvol daar gesteld kan worden dat de geluidemissie van een conventionele centrale niet waarneembaar zal afnemen indien het opwekvermogen 7 MWe lager zal zijn.

De geluidssituatie vóór de realisatie van de voorgenomen activiteit kan worden omschreven middels het referentieniveau van het omgevingsgeluid. Het referentieniveau van het omgevingsgeluid in de directe omgeving van de beoogde locatie van de waterkrachtcentrale wordt grotendeels bepaald door de stuw en is afhankelijk van het doorstromingsdebiet over de stuw. Middels metingen d.d. 1991 bij een debiet van ca. 300 m<sup>3</sup>/s en d.d. 1996 bij een debiet van ca. 150 m<sup>3</sup>/s zijn de in Tabel 4.3 weergegeven L<sub>95</sub>-niveaus globaal vastgesteld gedurende de nachtperiode. In Figuur 4.9 worden de meetposities aangeduid.

Meetpositie (Figuur 4.9)	Omschrijving meetpositie	Gemeten $L_{95}$ in dB(A) (nachtperiode)	
		ca. 300 m <sup>3</sup> /s (1991)	ca. 150 m <sup>3</sup> /s (1996)
1	West van stuw (lokatie waterkrachtcentrale)	70	-
2	ca. 100 m afstand westzijde stuw	49	44
3	nabij kanaal, ca. 400 m afstand westzijde stuw	47	46
4	nabij stuw, oostzijde	55	56
5	ca. 550 m ten zuidwesten van stuw	-	40
7	rand dorpskern Borgharen	-	47

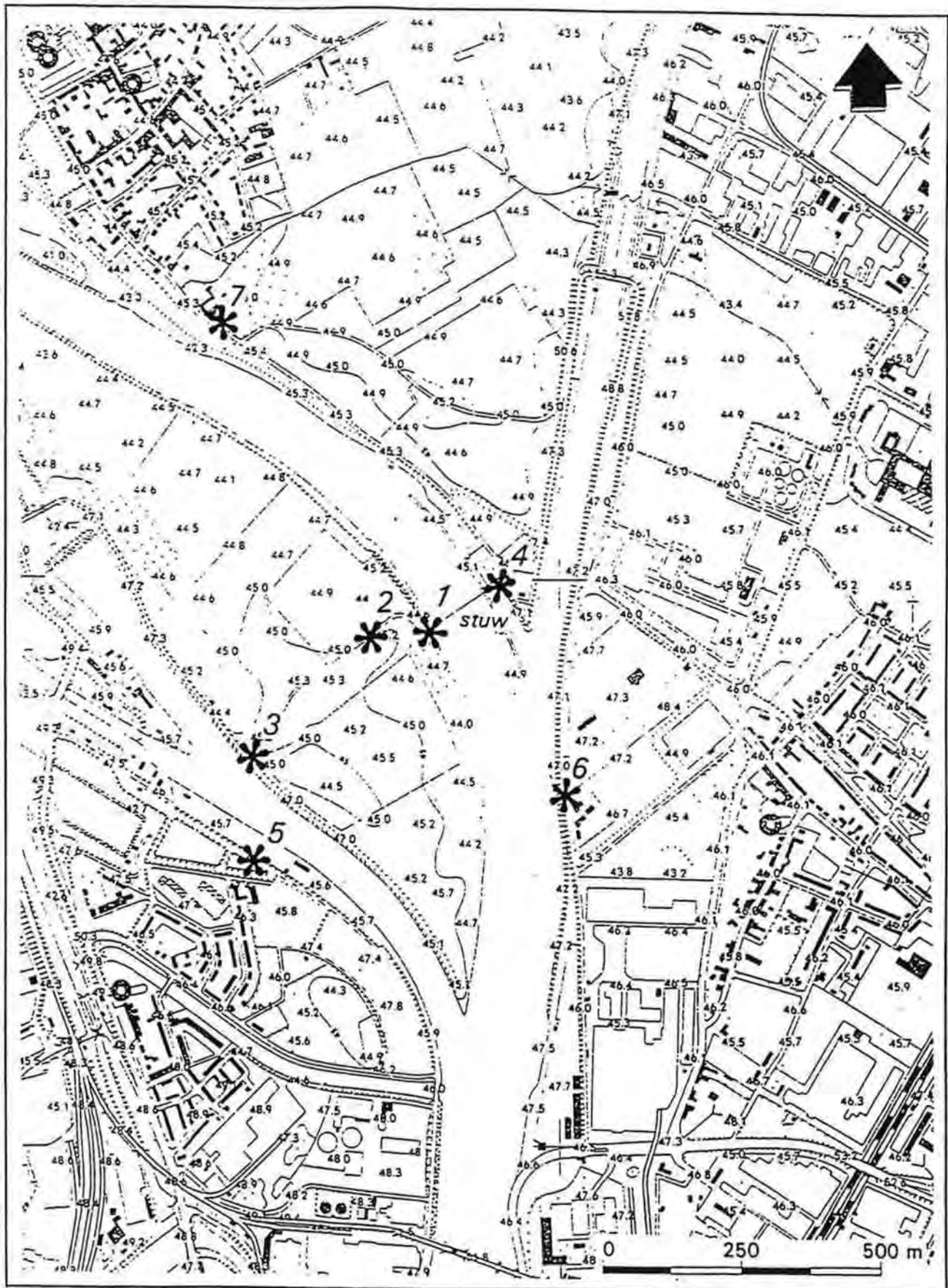
Tabel 4.3 Overzicht gemeten  $L_{95}$ -niveaus bij een debiet van ca. 300 m<sup>3</sup>/s (1991) en ca. 150 m<sup>3</sup>/s (1996) over de stuw

De gemeten  $L_{95}$ -niveaus worden in de posities 1, 2 en 4 geheel bepaald door de stuw. In positie 3, 5 en 7 wordt het gemeten  $L_{95}$ -niveau goeddeels bepaald door de stuw en in mindere mate door andere geluidsbronnen in de omgeving.

#### 4.2.8 Ruimtegebruik

Wat betreft de directe omgeving is het volgende van belang (Figuur 3.1):

- Het gebied rondom de geplande waterkrachtcentrale heeft momenteel een agrarische bestemming. Een waterkrachtcentrale past daar formeel niet in. Een bestemmingsplanwijziging die deze strijdigheid opheft is momenteel, in relatie tot het Grensmaasproject, in procedure.
- Qua bewoning geldt het volgende:
  - De dichtst bijzijnde woning ligt ca. 225 meter van de grens van de installatie.
  - Op een afstand van ca. 400 meter ligt een concentratie woonboten.
  - De meest nabije woningbouwconcentratie bevindt zich op een afstand van ca. 700 meter.
- In de directe omgeving bevinden zich geen gebieden met hoge landschappelijke waarden en/of waardevolle natuurgebieden. Het meest nabij gelegen natuurgebied ligt op ca. 2 km afstand.
- In de directe nabijheid (overkant water) bevindt zich industriële bedrijvigheid.
- Het gebied is alleen bereikbaar via een smalle brug en een smalle, niet op zwaar verkeer berekende, slecht onderhouden weg.



Figuur 4.9 Meet- en rekenposities geluid: meetpositie 1, meet- en rekenposities 2 t/m 5 en 7, rekenpositie 6 (Adviesbureau Peutz & Ass.)



## 4.2.9 Vervoerssituatie

### Verkeer te land

De locatie waar de waterkrachtcentrale zou moeten worden gerealiseerd is gemotoriseerd alleen bereikbaar via een smalle brug en een smalle, niet op zwaar verkeer berekende, slecht onderhouden weg. De toegangsroute laat zich in het kort als volgt schetsen (zie Figuur 3.6):

- Maastricht noordwaarts verlatend aan de oostzijde van de Zuid-Willemsvaart, leidt de Smeermaeserweg naar een brug bij de overlaat in het Afleidingskanaal. Deze weg is door bomen omzoomd en smal, ongeveer 3 meter breed, doch verkeert in goede staat.
- Via de brug nabij de overlaat komt men op het aan alle kanten door water omsloten Bosscherveld. De betonnen brug daar naartoe is ca. 80 meter lang, 3,4 meter breed, met een maximaal toelaatbare asdruk van 1,5 ton. De brug heeft onvoldoende draagvermogen voor bouwverkeer (verkeersklasse 60) en mogelijk ook voor onderhoudsverkeer (verkeersklasse 45).
- Op het Bosscherveld leidt een weg zuidoostwaarts over de dijk langs het verbindingskanaal naar de stuw. Deze weg is 2,5 tot 3 m breed en niet goed onderhouden. Op deze weg wordt geparkeerd door woonbootbewoners.
- Na een scherpe bocht leidt de weg dwars over het Bosscherveld naar de stuw. Dit weggedeelte is ca. 2,5 meter breed. Het wegdek is in zeer slechte staat. De lokatie is voorts bereikbaar via een loopbrug over de stuw.

### Verkeer te water

Het Julianakanaal en de bevaarbare Maas zijn vrij toegankelijk voor schepen van de CEMT-klassen I + Va (110 m lang, 12 m breed en 3 m diepgang). De bevaarbare Maas bij Maastricht is toegankelijk voor schepen van CEMT-klassen I t/m V (duwstellen 137 m lang, 12 m breed en 3 m diepgang). Met vergunning mag op het Julianakanaal ook gevaren worden met duwstellen tot 137 m lang. In het kader van de modernisering van de Maasroute wordt thans gediscussieerd over de mogelijkheid Maas en Julianakanaal geschikt te maken voor 2-baksduwvaart (190 m lang, 12 m breed en 3,50 m diepgang). Op deze route komen zowel vrij veel Spitsen (klasse I), als grotere schepen (klasse IV en V) voor.

In deze m.e.r. wordt alleen de verkeersstroom Maas-Julianakanaal vica versa beschouwd. De scheepvaart van en naar de schutsluis Bosscherveld wordt naar verwachting niet door de waterkrachtcentrale Borgharen beïnvloed, en blijft daarom buiten beschouwing.

Uit de praktijk is bekend dat zowel invarende als uitvarende schepen hinder van dwarsstroming ondervinden bij de mond van het Julianakanaal. Dat is ook aannemelijk, gezien de stroombeelden in de Figuren 4.3 en 4.4. De hinder wordt veroorzaakt door de dwarsstroming, geconcentreerd voor de mond van het kanaal, en een neer in de mond van het kanaal. In het verlengde van de westelijke kanaaloever staat een geleidewerk ter bescherming van de stuw. Dit geleidewerk sluit aan op de scheidingsmuur naar de schutsluis (zie Figuur 3.2). De stroom trekt onder dit geleidewerk door en voor schepen die dit geleidewerk niet goed vrijvaren kan een gevaarlijke situatie ontstaan: ze worden door de volle stroom dwars tegen het geleidewerk gedrukt.

#### 4.2.10 Landschappelijke waarden

Het Bosscherveld vormt door zijn open karakter een overgangsgebied tussen de stedelijke randzone van Maastricht en de aanwezigheid van het dorp Borgharen aan de andere zijde van de Maas. Tevens zijn de aanwezigheid van de stuw en de stroomopwaarts daarvan gelegen bosschage kenmerkende elementen in het landschap, waarbij de achtergrond van industriële activiteiten rond de Beatrixhaven steeds waarneembaar is (Figuur 3.4).

#### 4.2.11 Archeologische waarden

Blijkens een schrijven van de provinciaal archeoloog (ROB, Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek) van Limburg d.d. 21 juni 1996, aan B&W van Maastricht, bevinden zich in het gebied waar de waterkrachtcentrale wordt gepland, geen archeologische waarden.

### 4.3 Autonome ontwikkeling bij ongewijzigd beleid (Autonome Ontwikkeling 1)

#### 4.3.1 Algemeen

Bij de beschrijving van de autonome ontwikkeling van het milieu wordt aandacht besteed aan alle aspecten die eerder bij de beschrijving van de bestaande toestand van het milieu zijn meegenomen. Rekening wordt daarbij gehouden met het volgende:

- Nog lopende of niet voltooide activiteiten in het studiegebied.
- Voornemens waarvan redelijk zeker is dat zij zullen worden uitgevoerd.  
Dit geldt voor de aanleg van een vispassage in het kader van de overeenkomst tussen Rijkswaterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, zoals omschreven in de Nota "Zalm terug in onze rivieren" uit 1992; dit voornemen wordt beschouwd als vallend onder het vigerend beleid.
- Voorzienbare veranderingen in activiteiten in België, voorzover relevant voor de onderhavige activiteit.

In het gebied rond de stuw van Borgharen is een aantal ontwikkelingen gaande die eveneens als autonome ontwikkelingen aangemerkt zouden kunnen worden. Hierbij gaat het om de plannen voor verbreding van zomerbed en verlaging van weerden (plan Grensmaas). Gezien het grote maatschappelijke draagvlak voor deze plannen, wordt deze ontwikkeling als een aparte referentiesituatie beschreven (Autonome Ontwikkeling 2; paragraaf 4.4).

De mogelijke aanleg van meerdere waterkrachtcentrales in de Maas (bijvoorbeeld bij de stuwen Sambeek en Grave), kan niet als autonome ontwikkeling worden aangemerkt, aangezien plannen hiervoor nog in een zeer prematuur stadium verkeren.

### 4.3.2 Water en bodem

#### Hydraulische omstandigheden

In de hydraulische situatie worden bij ongewijzigd beleid geen veranderingen verwacht.

#### Bodemkwaliteit

In de bodemkwaliteit van de bovengrond is bij ongewijzigd beleid mogelijk een geringe verslechtering te verwachten ten gevolge van sedimentatie van vervuild slib bij komende hoogwaters.

### 4.3.3 Kwaliteit oppervlaktewater

#### Waterkwaliteit bovenstrooms

In het algemeen kan gesteld worden dat de zuurstofconcentraties hoger zullen worden naarmate de belasting van het Maaswater met zuurstofbindende stoffen (bovenstrooms) lager worden. Dit is een van de doelstellingen van het beleid zoals in internationaal verband wordt nagestreefd ten behoeve van onder meer de visstand (Programma "Zalm-2000").

Uit prognoses volgens ICWS (1995) blijkt dat voor de meeste stoffen de reductie-doelstellingen ten opzichte van 1985, waarvoor voor de Rijn en de Maas in het kader van het Noordzee Actie Plan op internationaal niveau afspraken zijn gemaakt, in 1995 niet behaald zullen worden. Voor veel stoffen wordt aangenomen dat er in 1995 ten opzichte van 1985 in het geheel geen reductie zal hebben plaatsgevonden. Momenteel wordt er in Wallonië aan een "inhaalslag" gewerkt, waarbij wordt aangenomen dat de reductiepercentages voor de Maas niet in 1995 maar in 2010 gehaald zullen worden (Knijff, 1996).

Voor de gehalten aan stoffen die leiden tot zuurstofverbruik worden in het ICWS rapport geen prognoses gegeven. Voor deze stoffen mag aangenomen worden dat hun verlaging gecorrigeerd is aan de N en P reductie (waarvoor wel prognoses zijn gegeven; 36% voor N, respectievelijk 55% voor P ten opzichte van 1985), als gevolg van de invoering van afvalwaterzuivering in België. Knijff (1996) heeft met behulp van de prognoses tevens een vergelijking uitgevoerd met de ontwikkelingen te Lobith in de periode 1970-1990, de periode waarin in de Rijn tot een grootschalige introductie van afvalwaterzuivering is gekomen en schat de reductie in het biologisch zuurstofverbruik in 2010 ten opzichte van 1985 op 40%.

Zoals vermeld zullen de zuurstofconcentraties hoger worden bij een afname van de BOD-vracht (BOD = biologisch zuurstofverbruik). Een goede prognose geven is lastiger, temeer daar toepassing van een vermenigvuldigingsfactor als voor de stoffen die als verontreiniging aanwezig zijn leiden tot onrealistisch hoge zuurstofconcentraties.

Onder aanname dat:

- (a) de invloed van de waterbodem op de zuurstofconcentratie is te verwaarlozen
- (b) algenbloei een relatief kleine post is op het organisch koolstofgehalte
- (c) de biologische zuurstofvraag niet zo hoog is dat dit zuurstofloze condities tot gevolg heeft, en
- (d) de afbraaksnelheid van het organisch koolstof niet aan verandering onderhevig is (invoering van afvalwaterzuivering leidt over het algemeen tot een moeilijker afbreekbare BOD vracht),

kan bij een reductie van de BOD-vracht met 40% verwacht worden dat de reductie van het zuurstoftekort eveneens ordegrrootte 40% zal bedragen. Dit leidt onder identieke condities in vergelijking met de huidige situatie (par. 4.2.4), tot boven- en benedenstroomse zuurstofprofielen als gepresenteerd in Figuur 4.10. In vergelijking met de huidige situatie (Figuur 4.7) resulteert dit in een aanzienlijke reductie van de gemiddelde normonderschrijdingsperiode van ca. 4 maanden naar ca. 1 maand. Ook benedenstrooms van de stuw worden iets hogere zuurstofgehaltenes gevonden, gemiddeld tot vlak onder de verzadigingswaarde.

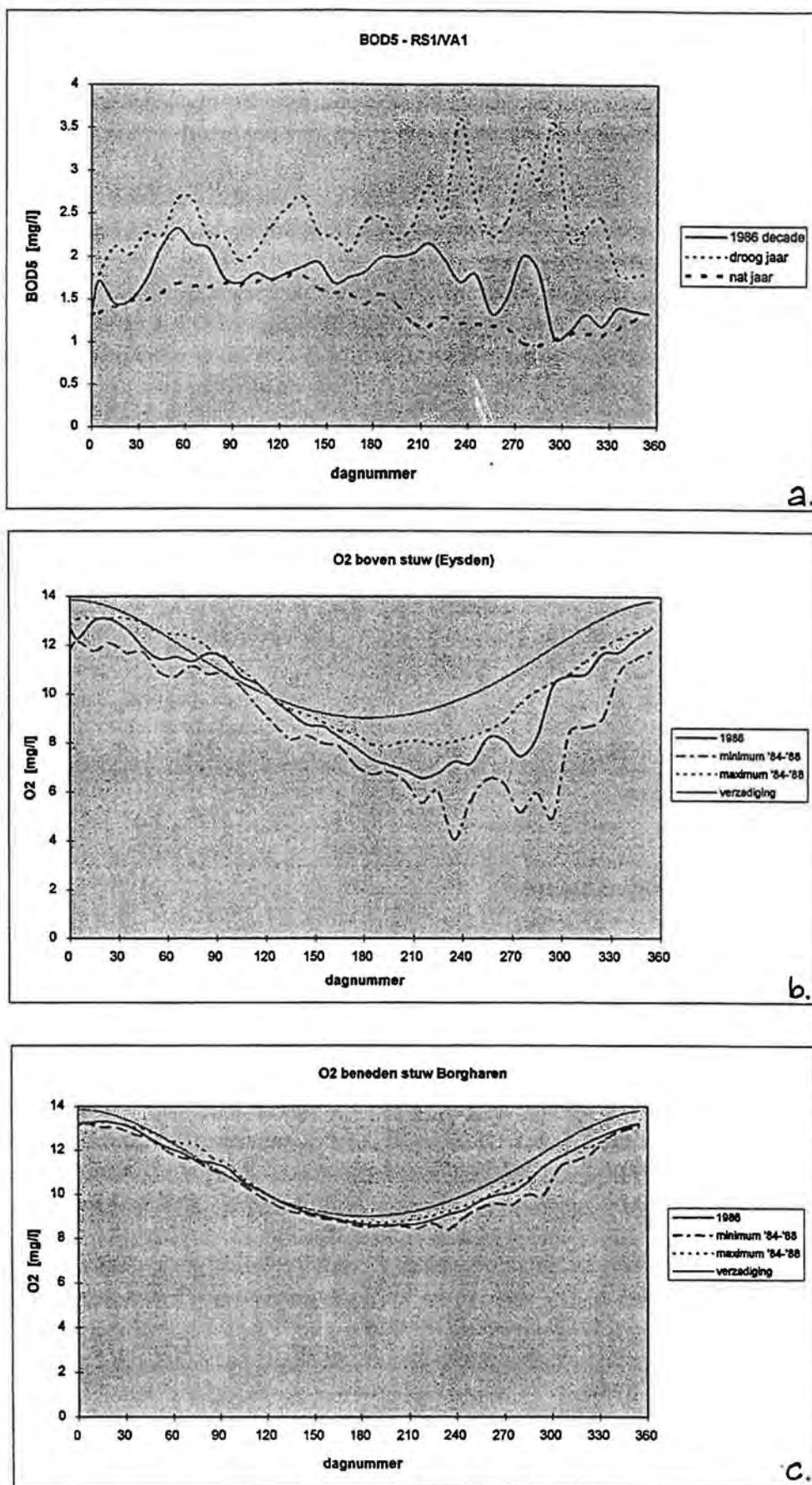
Omdat de prognoses over de verwachte waterkwaliteit sterk afhankelijk zijn van het succes van het betreffende beleid, worden in hoofdstuk 5 tevens de effecten aangegeven bij een minder verbeterde waterkwaliteit (Tabel 5.4).

### Vistrap

Naast de waterkrachtcentrale wordt in de autonome ontwikkeling een vistrap (minimumafvoer 4 m<sup>3</sup>/s) voorzien.

#### 4.3.4 Natuurwaarden

Het Nederlandse natuurbeleid komt voor een belangrijk deel tot uiting in de uitvoering van de Regeling Beheersovereenkomsten en Natuurontwikkeling (RBON) in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur (NBP, 1991). De autonome ontwikkelingen worden binnen het studiegebied mede bepaald door de uitvoering van deze regeling. Gedacht moet worden aan verwerving van gronden en het ontwikkelen van bepaalde natuurwaarden. Binnen de gebieden met een beheersovereenkomst gaat het om beheersactiviteiten zoals weidebeheer. In het Natuurbeleidsplan is het Grensmaasgebied aangewezen als kerngebied/natuurontwikkelingsgebied in de nationale ecologische hoofdstructuur. In het Structuurschema Groene Ruimte is de Grensmaas opgenomen als strategisch groenproject voor natuurontwikkeling. In de Derde Nota Waterhuishouding is aan de Grensmaas de ecologische doelstelling van het hoogste en middelste niveau toegekend. Als voorbereiding op de 4e nota Waterhuishouding zijn in het kader van de Watersysteem Verkenningen (WSV) van RWS-RIZA streefbeeld voor de natuur van de rivieren opgesteld (Postma e.a., 1995). Deze zijn uitgewerkt voor trajecten, zodat voor de onderhavige studie geen directie conclusies getrokken kunnen worden.



Figuur 4.10 Boven- en benedenstroomse BOD<sub>5</sub> en zuurstofprofielen in autonome ontwikkeling

Door de Provincie Limburg is de Beleidsnota Natuur en Landschap 1995-1999 uitgebracht, waarin ecologische ontwikkelingszones en landbouwgebied met aan kleine landschapselementen gebonden natuurwaarden worden onderscheiden. De Grensmaas is aangewezen als ecologische verbindingzone; het Bosscherveld als ecologische ontwikkelingszone. Net als de genoemde nationale beleidsnota's houdt deze nota reeds rekening met de uitvoering van het Grensmaasproject. Het zou de vergelijking slechts vertroebelen als de Grensmaasplannen als onderdeel van het nul-alternatief zouden worden opgenomen. Derhalve zijn deze ontwikkelingen niet als autonome ontwikkeling in strikte zin beschouwd, en is het nul-alternatief voor de natuur onder Autonome Ontwikkeling 1 gelijk aan de huidige situatie, behoudens een mogelijke toename van natuurwaarden als gevolg van eventuele (vrijwillige) verwerving door een natuurbeschermingsorganisatie in het kader van de RBON.

Voorts bestaat er internationale overeenstemming over het passeerbaar maken van de Maas voor migrerende vissen. Dit zou in 2002 gerealiseerd moeten zijn. Deze overeenstemming moet gezien tegen de achtergrond van het beleid om zichzelf instandhoudende populaties van Zalm en Zeeforel in de Maas weer tot ontwikkeling te laten komen. De aanleg van een vispassage langs de stuw van Borgharen is onderdeel van de genoemde overeenstemming en valt dus wel onder de autonome ontwikkeling. Uitgegaan wordt hier van de aanleg van een uitgekiende bekken-poel-vispassage. Deze beïnvloedt de bestaande natuurwaarden - uitgezonderd uiteraard de positieve invloed op trekvispopulaties - niet noemenswaard.

#### **4.3.5 Geluid**

Van belang voor de beschrijving van de geluidssituatie is de realisatie van de vistrap ter plaatse van de stuw. Omtrent de exacte invulling van de vistrap zijn nog geen gegevens beschikbaar en derhalve kan geen kwantitatieve uitspraak worden gedaan omtrent de wijziging van de geluidssituatie door de realisatie van de vistrap. Gesteld kan evenwel worden dat deze wijziging, door de betrekkelijk geringe hoeveelheid water die over de vistrap wordt geleid, minimaal zal zijn.

#### **4.3.6 Ruimtegebruik**

In het ruimtegebruik is onder Autonome Ontwikkeling 1 geen wijziging te verwachten.

#### **4.3.7 Vervoerssituatie**

Ook in de vervoerssituatie zijn onder de Autonome Ontwikkeling 1 geen veranderingen te verwachten.

#### **4.3.8 Landschap**

Wat betreft het landschapsbeeld zal er in de nabije toekomst vermoedelijk weinig veranderen. De geplande vispassage zal de openheid van het cultuurlandschap naar verwachting niet aantasten (zie Figuur 3.4).

## 4.4 Ontwikkeling bij doorgaan Grensmaasplannen (Autonome Ontwikkeling 2)

### 4.4.1 Algemeen

Zoals reeds gemeld is in het gebied rond de stuw van Borgharen een aantal ontwikkelingen gaande die als autonome ontwikkelingen aangemerkt zouden kunnen worden. Deze ontwikkelingen zijn onderdeel als gevolg van het Plan Grensmaas en van de aanpassing van Maasroute (tracénota). Deze plannen kunnen grote invloed hebben op de ontwikkeling van het studiegebied. Met name geldt dit voor het verval over de stuw, de waterkwaliteit en aquatische levensgemeenschappen. Deze activiteiten zijn op dit moment nog onderhevig aan eigen MER-procedures en kunnen strikt genomen dan ook niet als vigerend beleid leidend tot autonome ontwikkelingen beschouwd worden. Op verzoek van het bevoegd gezag is evenwel bij wijze van scenario een extra referentiesituatie beschreven waarin de Grensmaasplannen worden verondersteld te zijn uitgevoerd. Dit is Autonome Ontwikkeling 2. Hoewel de voorkeursvariant van het Plan Grensmaas nog niet formeel is vastgesteld en het betreffende MER nog niet ter inzage is gelegd, wordt hier uitgegaan van een variant van het Plan Grensmaas waarin zomerbedverbreding onmiddellijk benedenstrooms van de stuw Borgharen plaats vindt en tevens een weerdverlaging op de lokatie Bosscherveld wordt uitgevoerd in de vorm van een waterpark, in te richten ten westen van de stuw. Gezamenlijk met de vistrap is hiervoor een debiet in de orde 10 à 25 m<sup>3</sup>/s voor nodig (afhankelijk van de afvoer bovenstrooms). Beide ontwikkelingen zullen een positieve bijdrage leveren aan de zuurstofhuishouding. Voor een eerste inschatting wordt er vooralsnog vanuit gegaan dat beide leiden tot een volledige reductie van het zuurstofdeficiet. Met andere woorden; de zuurstofconcentratie in dat deel van de afvoer dat door vistrap of waterpark stroomt zal worden aangevuld tot de verzadigingswaarde.

### 4.4.2 Water en bodem

#### Hydraulische omstandigheden

Als gevolg van het uit te voeren natuurontwikkelingsproject (zomerbedverbreding) zal de Grensmaas ook een geringere hydraulische weerstand krijgen; hierdoor zullen waterstanden benedenstrooms van de stuw Borgharen lager zijn. Voor de waterkrachtcentrale is dit gunstig (grotere valhoogte). De stroming benedenstrooms van de stuw zal in de gestuwde situatie met flinke afvoer evenwel meer turbulent en minder stabiel worden, omdat de woelbakken achter de stuw bij lagere benedenwaterstand niet optimaal werken. Mogelijk ontstaat daardoor schade aan de oevers en de bodem.

In deze stromingssituatie kan verbetering worden aangebracht door aanleg van een weerstandsconstructie (bijvoorbeeld een rotspartij of een onderwaterdrempel) benedenstrooms van de stuw; hierdoor gaat de waterstand direct achter de stuw weer omhoog. De aanleg van een dergelijke constructie wordt momenteel bestudeerd in het kader van het MER Grensmaas; het meest kansrijke alternatief is verlenging van de woelbakken. De weerstand kan boven- of benedenstrooms van de uitlaat van de waterkrachtcentrale worden gerealiseerd. In het laatste geval verdwijnt het voordeel van de grotere valhoogte voor de waterkrachtcentrale, tenzij

een 'tunnel' door de weerstandsconstructie wordt aangelegd.

Zowel bij aanleggen als niet aanleggen van de weerstandsconstructie zal een hogere turbulentiegraad en een onstuimiger wateroppervlak ontstaan, hetgeen gunstig is voor de zuurstofopname. Deze situatie doet zich echter niet voor bij lage rivierafvoer, omdat het water dan geheel door de waterkrachtcentrale wordt geleid.

Overigens vormt de waterkrachtcentrale zelf op zijn beurt geen belemmering voor eventuele vergroting van de afvoercapaciteit van de Maas in de toekomst (bijvoorbeeld in het kader van het Natuurontwikkelingsplan Grensmaas), aangezien slechts een gering gedeelte van het Bosscherveld in beslag wordt genomen door de centrale. Het gebouw van de centrale zelf heeft een uiterst beperkt opstuwende werking. Daartegenover staat dat de aanleg van toe- en afleidingskanalen, en zeker ook de vistrap bij hoogwaters tot lagere waterstanden aanleiding geven. Wel dient rekening gehouden te worden met een toenemende weerstand als gevolg van bos-opslag op het Bosscherveld ten gevolge van natuurontwikkeling. Dit is echter geen gevolg van de realisatie van de waterkrachtcentrale en dient in het MER Grensmaas behandeld te worden.

### **Bodemverontreiniging**

De mate van bodemverontreiniging wordt op zich niet beïnvloed door de uitvoering van de Grensmaasplannen. Weerdverlaging op de lokatie Bosscherveld in het kader van het Natuurontwikkelingsplan Grensmaas zal echter de noodzaak met zich meebrengen dat ook voor dit doel verontreinigde bovengrond moet worden afgevoerd of verwerkt in een kleischerm (extra ontgraving van grind, om hierin klei te kunnen bergen). De weerdverlaging Bosscherveld wordt evenwel, onder meer gezien de geringe bijdrage aan de bescherming tegen hoogwater, eerst aan het einde van de looptijd van het Grensmaasproject, na 2005 voorzien. Aangezien de waterkrachtcentrale vóór 2000 in werking zou moeten kunnen zijn, is hiermee een afstemmingsprobleem gegeven.

In de plannen voor de uitvoering van het Grensmaasproject, die thans aan een m.e.r. worden onderworpen, blijkt dat ter plaatse van het Bosscherveld de gehele deklaag en een gedeelte van de zich hieronder bevindende grindlaag zal worden ontgraven. Het zuidelijk deel zal de functie van kleischerm krijgen, waartoe de grindlaag in zijn geheel tot aan de onderliggende kalksteen zal worden ontgraven, waarna de ontgravingsput tot iets boven het oorspronkelijke maaiveldniveau wordt aangevuld met het materiaal van de deklaag dat binnen het gebied is ontgraven. Op het noordelijk deel van het Bosscherveld zal een waterpark worden aangelegd, waartoe de grindlaag slechts over een beperkte diepte wordt ontgraven en geen nieuwe deklaag wordt aangebracht.

Bij de verwerking van het bodemmateriaal dat vrijkomt bij de realisatie van de waterkrachtcentrale zal worden aangesloten bij het Grensmaasproject. In concreto betekent dit dat voor het zuidelijke gedeelte van het Bosscherveld een klein deel van de in het Plan Grensmaas voorziene activiteiten versneld zal worden uitgevoerd, te weten het ontgraven van het grind tot op de kalksteen en het aanbrengen van een (partieel) kleischerm met behulp van de ontgraven deklaag.

Voor de realisatie van de waterkrachtcentrale inclusief toe- en afvoerkanalen en vistrap volgens Figuur 3.8 zal ongeveer 100.000 m<sup>3</sup> deklaag moeten worden ontgraven. Bij benade-



ring eenderde hiervan is matig tot sterk verontreinigd. Voor de berging van een dergelijke hoeveelheid materiaal moet een kleischerm worden aangelegd met een oppervlak van ongeveer 1,2 ha, rekening houdend met de in Plan Grensmaas voorzien maaiveldverhoging van gemiddeld 60 cm. Het licht verontreinigde materiaal zal worden gebruikt voor het aanbrengen van boven-, onder- en zijafdichting, één en ander overeenkomstig de voorgestelde uitvoering van het Grensmaasproject, waarmee de verspreidings- en blootstellingsrisico's worden geminimaliseerd. Het kleischerm wordt gesitueerd tussen de Maas en de aan te leggen vistrap, ten zuiden en direct aansluitend aan de lokatie van de waterkrachtcentrale. Door deze situering wordt bereikt dat de realisatie van de waterkrachtcentrale geen belemmering vormt voor de uitvoering van het Grensmaasproject.

Bij de gekozen vorm van verwerken van de vrijkomende grond kan niet worden volstaan met een saneringsplan ingevolge de Wet Bodembescherming. Voor het bergen van het bodemmateriaal zijn mogelijk vergunningen nodig ingevolge de Wet milieubeheer en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Om in een zo vroeg mogelijk stadium overeenstemming met de betrokken bevoegde gezagen te verkrijgen, heeft reeds in het voorbereidende stadium overleg plaatsgevonden over de eisen die aan de gekozen oplossingsrichting worden gesteld en over de gegevens die bij de vergunningaanvragen moeten worden overlegd. Een dergelijke sanering moet gezien worden in het kader van het Plan Grensmaas als geheel, en kan overigens worden losgekoppeld van het onderhavige MER.

#### **4.4.3 Kwaliteit oppervlaktewater**

Voor de ontwikkelingen in de kwaliteit van het oppervlaktewater geldt onder Autonome Ontwikkeling 2 hetzelfde als onder Autonome Ontwikkeling 1 (mede in het kader van het programma Zalm-2000). In het Grensmaas-gebied benedenstrooms van de stuw Borgharen zal echter door betere beluchting in het bredere zomerbed een sterk herstel van de zuurstofhuishouding optreden.

#### **4.4.4 Natuurwaarden**

Zoals gesteld onder Autonome Ontwikkeling 1 wordt in het studiegebied door verschillende beleidsdocumenten natuurontwikkeling voorzien. Het plan Grensmaas zal leiden tot het volledig uit productie nemen van de landbouw in het Bosscherveld. Na weerdverlaging resulteert hier een natuurgebied, mogelijk bestaande uit een grindige vlakte met stroompjes water, waartussen wilgenopslag plaatsvindt. Deze ontwikkeling maakt het gebied tevens geschikt voor een veelheid aan aquatische organismen, vogelsoorten (o.m. ijsvogel) en mogelijk ook zoogdieren (otter). Tevens zullen de migratiemogelijkheden voor trekvissoorten door de aanleg van een waterpark naar verwachting toenemen.

#### **4.4.5 Geluid**

Over de effecten van Autonome Ontwikkeling 2 op het referentieniveau van het omgevingsgeluid kan geen kwantitatieve uitspraak gedaan worden, aangezien de exacte inrichting van het Bosscherveld in dit alternatief nog niet bekend is. Verwacht wordt evenwel dat onder Autono-

me Ontwikkeling 2 met een toename van de begroeiing op het Bosscherveld, en een kleine afname van de afvoer van Maaswater over de stuw Borgharen, het referentieniveau van het omgevingsgeluid niet zal toenemen doch eerder enigszins afnemen.

#### **4.4.6 Ruimtegebruik**

Zoals gemeld zal het Bosscherveld na uitvoering van Plan Grensmaas een natuurbestemming krijgen, mogelijk met sterke recreatieve functie (waterpark).

#### **4.4.7 Verkeersinfrastructuur**

Na uitvoering van Plan Grensmaas is Bosscherveld slechts voor voetgangers toegankelijk. Mogelijk wordt een fietsroute gepland langs de zuidkant van het gebied, leidend over de stuw.

#### **4.4.8 Landschap**

Het landschappelijk karakter van het studiegebied zal na uitvoering van Plan Grensmaas aanzienlijk zijn veranderd van een cultuurlandschap in een door afgraving lager gelegen natuurreservaat. Hoog opgaand bos wordt hierbij niet verwacht, echter de huidige openheid van het gebied zal wijzigen in een coulissenlandschap met vele bosschages en doorkijkjes.

## 5 Gevolgen voor het milieu

### 5.1 Inleiding

Een belangrijk onderdeel van elk MER is (zie Wet milieubeheer, art. 7.10, lid 1e):

*"Een beschrijving van de gevolgen voor het milieu, die de voorgenomen activiteit onderscheidelijk de alternatieven kunnen hebben, alsmede een motivering van de wijze waarop deze gevolgen zijn bepaald en beschreven."*

De beschrijving van de effecten van de alternatieven vindt plaats per milieu-aspect voor zover daartoe informatie beschikbaar is. Gegeven de algemene vereisten voor een MER en de specifiek voor dit MER geldende richtlijnen wordt hierna achtereenvolgens aandacht besteed aan de effecten van voornemen en alternatieven voor respectievelijk:

- Water en bodem (par. 5.2) en Waterkwaliteit (par. 5.3)
- Natuurwaarden (par. 5.4) en Visstand (par. 5.5)
- Wateroverlast en externe veiligheid (par. 5.6)
- Geluid (par. 5.7), Ruimtegebruik (par. 5.8) en Verkeersinfrastructuur (5.9)
- Landschappelijke waarden (par. 5.10)
- Emissies gelieerd aan energie-opwekking (par. 5.11)

### 5.2 Water en Bodem

#### 5.2.1 Beheer van de stuw

Na realisatie van de waterkrachtcentrale zal het beheer van de stuw worden aangepast. Het af te voeren water zal nu niet meer alleen via de stuw worden afgelaten maar ook via de waterkrachtcentrale. Voor het in werking zetten van één turbine van de centrale is een minimaal debiet van 30 m<sup>3</sup>/s vereist. Het debiet door de waterkrachtcentrale in volle werking bedraagt nominaal ca 200 m<sup>3</sup>/s. In Tabel 5.1 is de nieuwe situatie aangegeven. Het aantal dagen per jaar dat een afvoersituatie zich zal voordoen is ontleend aan de duurlijnegrafiek zoals is weergegeven in Figuur 4.1.

<i>Afvoer Maas (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Duur (dagen per jaar)</i>	<i>Gebruik stuw Borgharen na realisatie waterkrachtcentrale</i>
Q ≤ 40	50	Waterkrachtcentrale buiten gebruik; alle afvoer over de stuw
40 ≤ Q ≤ 200	180	Geen afvoer over de stuw; alle water door waterkrachtcentrale
200 < Q < 800	120	Afvoer over stuw en waterkrachtcentrale; waterkrachtcentrale werkt op vol vermogen.
800 < Q < 1250	10	Onderafvoer stuw en afvoer door centrale; waterkrachtcentrale werkt op vol vermogen.
1250 ≤ Q	5	Afvoer door rivier; stuw gestreken en centrale buiten gebruik.

Tabel 5.1 Afvoerverdeling over stuw en waterkrachtcentrale, uitgaande van een minimale afvoer van 10 m<sup>3</sup>/s over vistrap/waterpark.

Uit de tabel blijkt dat de stuw gedurende een groot aantal dagen per jaar (185 dagen) geen water meer zal afvoeren en gedurende een groot deel van de tijd een verminderde afvoer zal hebben. Bij een afvoer groter dan 1300 m<sup>3</sup>/s (gedurende ca 5 dagen per jaar) wordt de stuw gestreken en is er een situatie met vrije afstroming. De waterkrachtcentrale is dan buiten gebruik. De stuw wordt ook gestreken bij ijsgang.

Wanneer de vistrap en het waterpark Bosscherveld zijn gerealiseerd zullen deze ook water onttrekken. Het benodigde debiet voor de vistrap bedraagt minimaal 4 m<sup>3</sup>/s, terwijl de gezamenlijke watervraag waarschijnlijk zal liggen tussen 10 en 25 m<sup>3</sup>/s, afhankelijk van de Maasafvoer. Het lijkt aannemelijk dat de vistrap prioriteit krijgt boven de waterkrachtcentrale in de watertoekenning. Het aantal dagen dat de waterkrachtcentrale in gebruik kan zijn daalt daarmee met circa 5 per jaar.

## 5.2.2 Waterafvoer, stroombeelden en translatiegolven

### Afvoer van water

In de huidige situatie wordt het water van de Maas tot een debiet van 240 m<sup>3</sup>/s (gemeten bij St Pieter) over de bovenrand van de stuw afgevoerd. Boven 240 m<sup>3</sup>/s (afvoer stuw) wordt water ook onder de schuiven door afgelaten. De bovenafvoer geeft een goede beluchting van het water, hetgeen gunstig is in verband met de zuurstofopname. Na realisatie van de waterkrachtcentrale zal gedurende een groot deel van het jaar geen bovenafvoer meer plaats vinden. Tabel 5.2 geeft hiervan een beeld.

Situatie	Zonder waterkrachtcentrale		Met waterkrachtcentrale	
	afvoer (m <sup>3</sup> /s)	dagen/jaar	afvoer (m <sup>3</sup> /s)	dagen/jaar
bovenafvoer stuw	≤ 240	250	≤ 40	50
alleen waterkrachtcentrale	-	-	40 - 200	180
bovenafvoer stuw	-	-	200 - 440	80
boven- en onderafvoer stuw	240 - 800	100	440 - 800	40
onderafvoer stuw	> 800	≈ 15	> 800	≈ 15
stuw gestreken	> 1250	≈ 5	> 1250	≈ 5

Tabel 5.2 Aantal dagen dat de verschillende afvoerregimes voorkomen (excl. afvoer via vistrap / waterpark)

Het aantal dagen met alleen bovenafvoer bedraagt na realisatie van de waterkrachtcentrale nog slechts 130 per jaar. Het water zal dus gedurende een groot deel van het jaar minder belucht worden en daardoor benedenstrooms van de stuw minder zuurstof bevatten dan in de huidige situatie. Wanneer een vistrap en het waterpark Bosscherveld worden gerealiseerd, wordt er minder water via de stuw afgelaten. Aangenomen mag evenwel worden dat de vistrap en het waterpark zodanig worden ontworpen dat er een turbulente stroming ontstaat met een goede zuurstofopname. Per saldo zal er dan weinig veranderen. In paragraaf 5.3

wordt hier nader op ingegaan.

Na realisatie van de waterkrachtcentrale zal het debiet door de stuw kleiner zijn dan of ten hoogste gelijk zijn aan het huidige debiet door de stuw. De waterkrachtcentrale en vistrap / waterpark voeren het mindere deel af. Benedenstrooms van de stuw verandert er - afgezien van de plaats waar het water instroomt - evenwel zeer weinig. De waterstand benedenstrooms is een functie van het debiet, het doorstroomprofiel, de helling van de rivier en de hydraulische weerstand. De benedenstroomse stuw te Linne ligt op een dermate grote afstand en zoveel lager dat er direct benedenstrooms van de stuw Borgharen geen opstuwing te verwachten is. Er is dan ook sprake van vrije afstroming over een groot traject benedenstrooms van de stuw Borgharen.

In het kader van het natuurontwikkelingsproject Grensmaas zal de rivier een natuurlijker karakter krijgen. Hiermee samenhangend zal de Grensmaas een geringere hydraulische weerstand krijgen. De waterstanden in de Grensmaas zullen daardoor lager zijn. Direct benedenstrooms van de stuw Borgharen zal het waterstandsverlagende effect bij afvoeren tot de jaargemiddelde waarde ( $236 \text{ m}^3/\text{s}$ ) mogelijk zeer beperkt zijn; bij hogere afvoeren mag een toenemend effect worden verwacht. Voor de waterkrachtcentrale is dit gunstig (grotere valhoogte). Een hogere turbulentiegraad en een onstuimiger wateroppervlak is tevens gunstig voor de zuurstofopname.

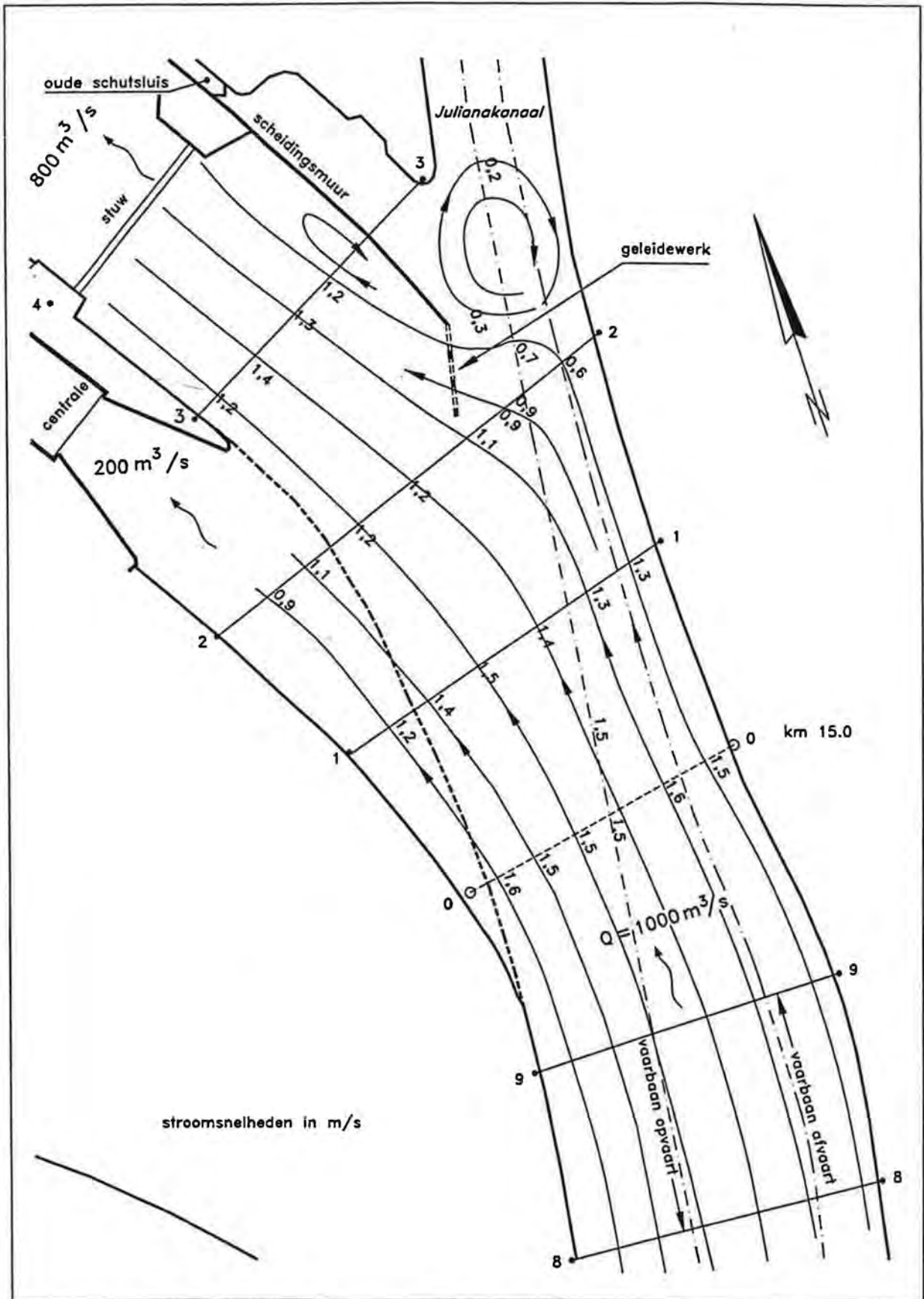
Op grond van globale gegevens over de effecten van de maatregelen in het Grensmaasproject, kan er van worden uitgegaan dat het waterniveau benedenstrooms van de stuw Borgharen bij verschillende Maas-afvoeren zal afnemen. De waterstand na uitvoering van de maatregelen van het Grensmaasproject bij een afvoer van  $710 \text{ m}^3/\text{s}$  op enige afstand benedenstrooms van de stuw kan ca 1,3 m lager zal zijn dan in de huidige situatie en bij een afvoer van  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$  ca 2,6 m lager. Direct achter de stuw is de waterstandsverlaging mogelijk iets geringer. Ook bij kleinere afvoeren zijn de waterstandsverlagingen benedenstrooms geringer, maar evenzeer nog betrekkelijk gunstig voor de werking van de waterkrachtcentrale.

De waterstand bovenstrooms van de waterkrachtcentrale en de stuw zal in de toekomst mogelijk eveneens een verandering ondergaan. Er wordt een peilverhoging van zo'n 10 cm voorzien in het kader van het moderniseren van de Maasroute voor de scheepvaart. Dit komt ten goede aan de valhoogte over de waterkrachtcentrale.

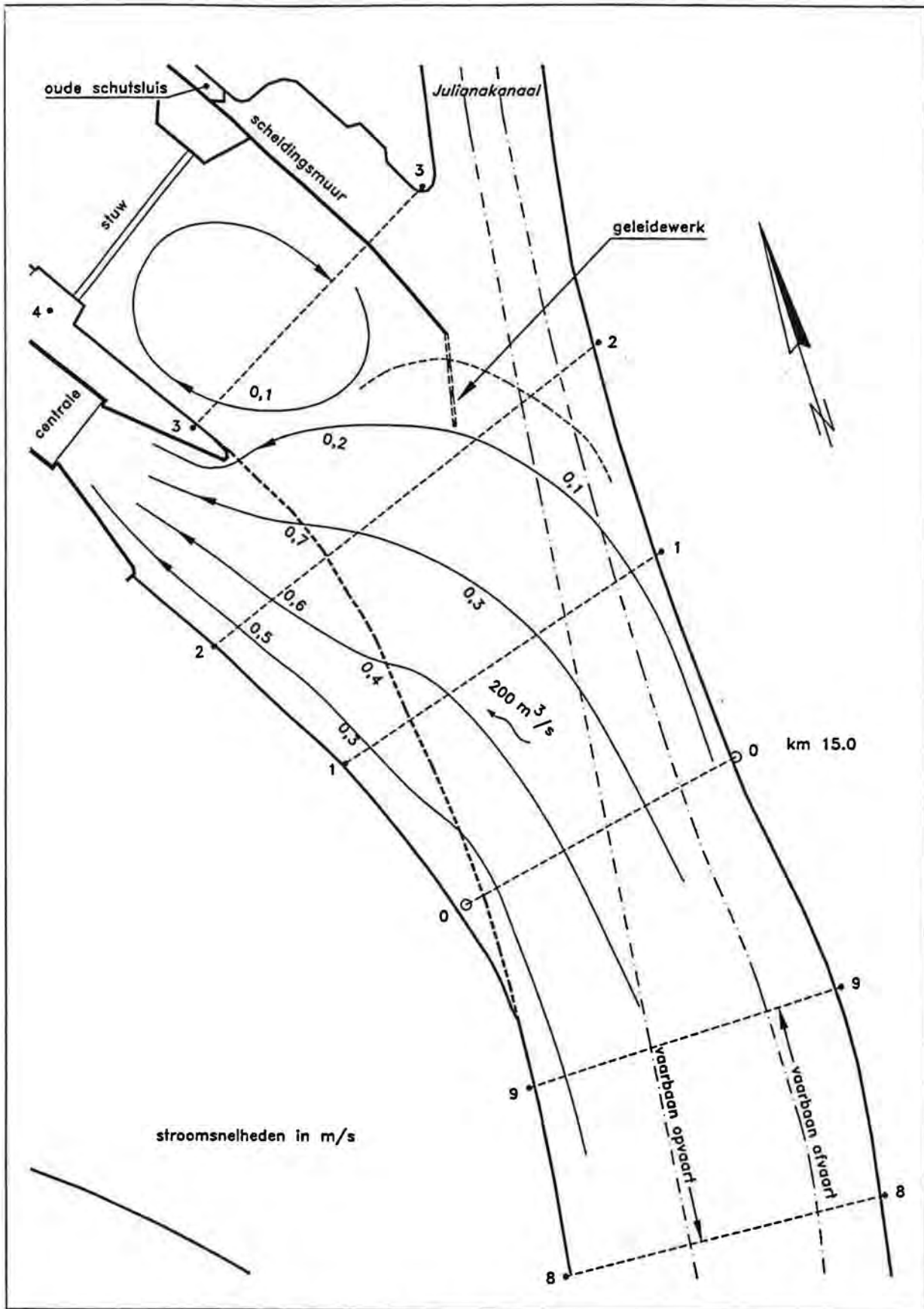
### **Stationaire stroombeelden**

De invloed van de waterkrachtcentrale op de stationaire stroombeelden is tweërlei: ten eerste verandert de stationaire stroming doordat de rivier zich vanaf km 15.0 verbreedt met de toeleiding naar de centrale; ten tweede kunnen door de centrale translatiegolven worden opgewekt die mogelijk het stroombeeld beïnvloeden. Deze beide invloeden worden hieronder besproken.

Het stationaire stroombeeld dat in de huidige situatie ontstaat bij een voor de scheepvaart maatgevende afvoer van ca  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  is in Figuur 4.3 geschetst. Bij lagere afvoeren is het beeld overigens vrijwel hetzelfde, zij het dat stroomsnelheden dan naar verhouding lager zijn.



Figuur 5.1 Stationair stroombeeld met waterkrachtcentrale



Figuur 5.2 Stationair stroombeeld bij afvoer geheel door waterkrachtcentrale

In de nieuwe situatie zal de waterkrachtcentrale bij een afvoer van 1000 m<sup>3</sup>/s al zijn afgeschakeld. Als extreem uitgangspunt wordt hier eerst verondersteld dat nog steeds 200 m<sup>3</sup>/s door de waterkrachtcentrale wordt geloosd (de centrale wordt dan als spuisluis gebruikt) en dat dus circa 800 m<sup>3</sup>/s door de stuw wordt afgevoerd. Het stroombeeld voor deze situatie is geschetst in Figuur 5.1. Het beeld toont nog veel overeenkomst met het huidige stroombeeld zonder waterkrachtcentrale (Figuur 4.3), maar door het veel bredere profiel is het debiet anders verdeeld en zijn de stroomsnelheden bij de mond van het Julianakanaal beduidend lager.

Normaal zal geen water meer door de waterkrachtcentrale worden afgevoerd bij de maatgevende afvoer van ca 1000 m<sup>3</sup>/s. In dat geval zal de toestroming vanaf de zuidwestzijde naar de stuw erg ongunstig worden, maar dat zal nauwelijks merkbaar zijn bij de kanaalmond: de dwarsstromingen ter plaatse zullen zeker niet ongunstiger zijn dan in de huidige situatie.

Als de totale afvoer rond 200 m<sup>3</sup>/s (of minder) bedraagt, zal het gehele debiet via de centrale lopen (Figuur 5.2). Boven de stuw zal dan een grote neer kunnen ontstaan, die "met de klok mee" draait. De neer zal zeer zwak zijn met snelheden van orde 0,1 m/s en ter plaatse van de monding van het Julianakanaal zal de dwarsstroming vrijwel verwaarloosbaar zijn.

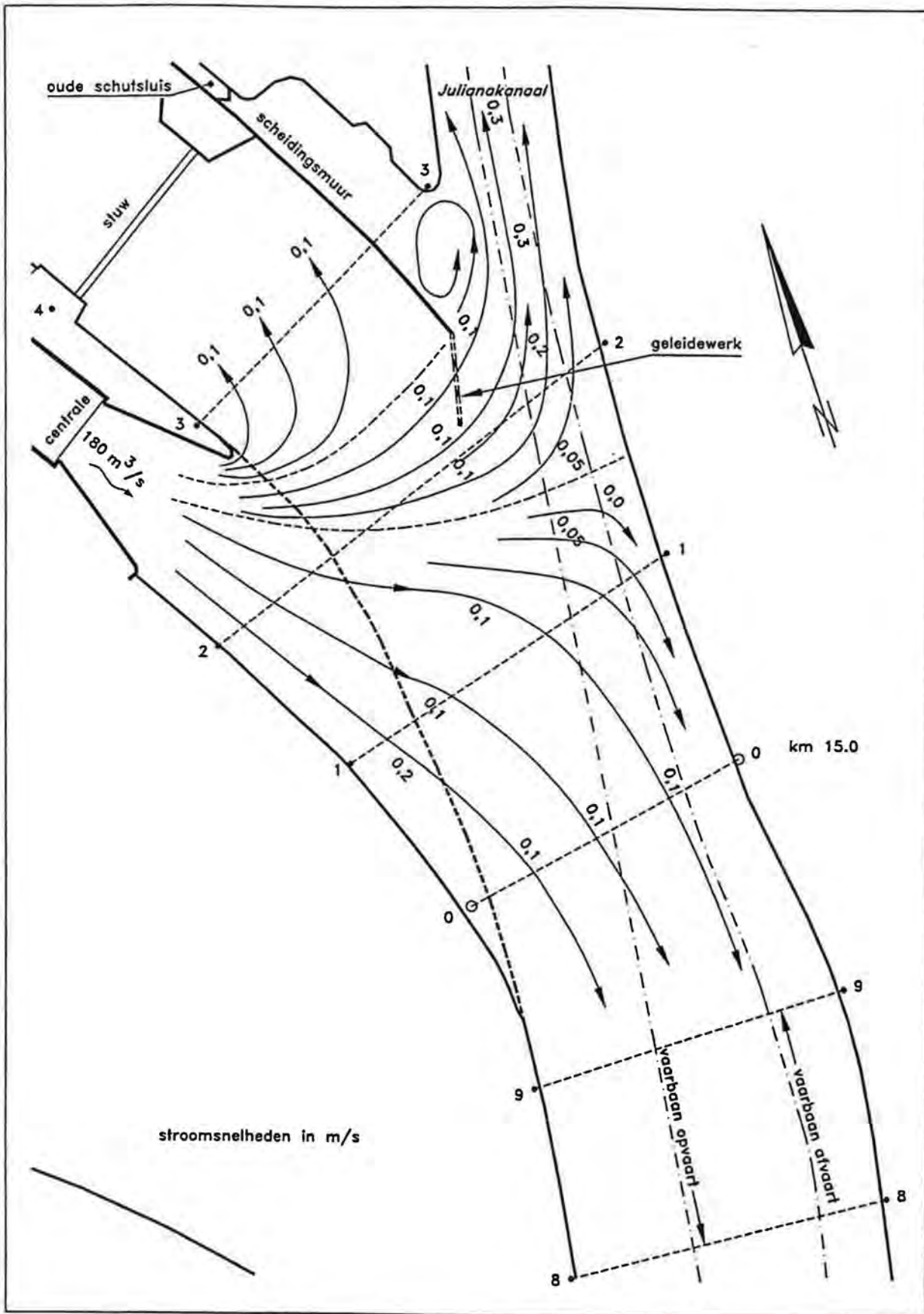
### **Translatiegolven als gevolg van het centrale-bedrijf**

De nieuwe centrale zal worden uitgerust met turbines, waarmee de afvoeren tijdens het normale bedrijf heel geleidelijk geregeld kunnen worden. De debietveranderingen zullen door de stuw worden gecompenseerd. Opgemerkt zij dat de stuwregeling traag is waardoor geen onmiddellijke compensatie mogelijk is.

De sterkste translatiegolf die door de centrale kan worden veroorzaakt, ontstaat als de gehele centrale abrupt wordt afgeschakeld. De kans dat dit gebeurt is waarschijnlijk zeer klein; het geeft een bovengrens voor de grootte van een translatiegolf. In de praktijk is er nog de mogelijkheid dat de centrale over gaat op sluisbedrijf; de afvoer door de centrale wordt dan teruggebracht tot 60% à 70% van het oorspronkelijk werkzame debiet. We nemen als ongunstig uitgangspunt aan dat de centrale wel plotseling volledig wordt afgeschakeld en dat het debiet door de centrale bij zo'n calamiteit met 180 m<sup>3</sup>/s afneemt. Deze debietverandering zal niet direct door de stuw kunnen worden gecompenseerd. De ontstane golf zal zich vanuit de centrale radiaal verspreiden en binnen circa 30 seconden bij de kanaalmond zijn. Door de radiale verspreiding neemt de hoogte snel af tot minder dan 0,1 m. Het stroombeeld van deze golf is geschetst in Figuur 5.3. De stroming is bij de kanaalmond globaal tegengesteld aan de richting van de stationaire dwarsstroom (Figuur 4.3).

Een ander aspect van de translatiegolf is zijn steilheid. In tegenstelling tot de golven die van Born en Lixhe komen (zie paragraaf 4.2.2), is de golf die van de waterkrachtcentrale Borgharen komt wat betreft steilheid niet te verwaarlozen. De golf is het hoogst en het steilst dicht bij de centrale, maar dat is buiten de scheepvaartbanen. De golf loopt ook het Julianakanaal in en geeft daar een langsverhang dat van belang zou kunnen zijn voor (grote) afgemeerde schepen: de steilheid wordt globaal berekend op circa 2 promille. Dat is meer dan gewoonlijk wordt toegelaten in schutsluizen.





Figuur 5.3 Stroombeeld als gevolg van translatiegolf bij centrale-uitval

De sluis bij Limmel is niet in gebruik als de waterkrachtcentrale in bedrijf is (deze sluis komt bij hoge afvoeren in gebruik als de stuw gestreken is en de waterkrachtcentrale dus buiten bedrijf is gesteld). Als schepen (bij zeer hoge afvoeren) dus moeten afmeren voor of in de schutsluis Limmel, zullen zij daar nooit getroffen kunnen worden door een translatiegolf als gevolg van een uitvallende centrale.

Als de centrale uitvalt bij een Maasafvoer van 200 m<sup>3</sup>/s kan de stroomsituatie geschat worden door de Figuren 5.2 en 5.3 te combineren. De optredende stroomsnelheden zullen daarbij lager zijn dan bij de maatgevende afvoer van ca 1000 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.3 Riviermorfologie

#### Open rivier

De situatie waarbij de centrale niet werkt omdat de afvoer zo groot is dat de stuw gestreken moet worden, wordt de open rivier situatie genoemd. In de aantakkanalen zal geen doorgaande stroming optreden. Door de aanwezigheid van het aanstroomkanaal zullen de stroomlijnen enigszins het aanstroomkanaal inlopen. Bij de scheidingspijler tussen aanstroomkanaal en rivier wordt de stroming waarschijnlijk uitgeworpen de rivier in. Dit houdt in dat in het rivierdeel direct na de pijler een gebied ontstaat met weinig stroming (er ontstaat een neer) en dat de doorgaande stroming wordt geconcentreerd over een smallere breedte. Bij een goede vormgeving van de scheidingspijler kan het samentrekken van de stroming evenwel worden beperkt. Het stroombeeld achter de stuw zal hierdoor nauwelijks afwijken van dat in de oorspronkelijke situatie zonder centrale.

In het boven- en benedenstroomse aantakkanaal zal een door de hoofdstroming aangedreven neer kunnen ontstaan. Door uitwisseling van slib kan dan in de aantakkanalen enige sedimentatie van fijn materiaal optreden. Ook kan er in het bovenstroomse aantakkanaal enige sedimentatie van zand optreden en in de monding van het benedenstroomse aantakkanaal een zand- en grinddrempel ontstaan. Op de morfologie van de Maas ter plaatse hebben deze processen een verwaarloosbare invloed. De aanzanding in het bovenstroomse aantakkanaal kan worden belemmerd door een niveauverschil tussen de bodem van het aanstroomkanaal en de rivier aan te brengen. In dat geval kan er weinig materiaal via bodemtransport het aanstroomkanaal binnen komen. Het sediment dat het aanstroomkanaal instroomt zal bovendien relatief fijn zijn (schatting:  $D < 1$  mm). Dit materiaal sedimenteert op plaatsen met lage stroomsnelheden, voornamelijk ter plaatse van de neer en dicht bij het turbinegebouw. Bij lagere afvoeren, waarbij de centrale in bedrijf is, wordt het fijne materiaal op deze plaatsen waarschijnlijk snel opgewerveld en eenvoudig door de turbines afgevoerd zonder schade te veroorzaken. Er wordt daarom niet verwacht dat regelmatig uitgebreid baggeronderhoud nodig zal zijn. Eventueel bij het baggeren van de toe- en afvoerkanalen vrijkomend materiaal zal direct benedenstrooms van de stuw in de rivier worden teruggestort, mits deze niet verontreinigd is.

Een vrij conservatieve schatting voor de sedimentatie van zand in de aantakkanalen bij openrivier afvoeren is dat 15% van het doorgaande transport neerslaat in het bovenstroomse en het benedenstroomse aantakkanaal in een verhouding 2:1. Dit houdt in dat tijdens een hoogwatergolf met een sedimenttransport van ca 6700 m<sup>3</sup> circa 670 m<sup>3</sup> in het bovenstroomse

en 335 m<sup>3</sup> in het benedenstroomse aantakkanaal sedimenteert. Deze betrekkelijk geringe hoeveelheden worden tijdens perioden waarin de centrale werkt waarschijnlijk weer vrij snel zonder nadelige gevolgen voor de centrale afgevoerd.

Een conservatieve schatting voor de hoeveelheid slib die neerslaat in de aantakkanalen tijdens open-rivier afvoeren is 2% van de getransporteerde hoeveelheid van ongeveer 210.000 ton per hoogwatergolf. Dit betekent dat 4.200 ton slib neerslaat, verdeeld over boven- en benedenstrooms aantakkanaal. Door de korte duur van de hoge afvoeren zal het slib niet kunnen consolideren, zodat het bij lagere afvoeren snel zal worden afgevoerd. Bovenstaande aannamen over de sedimentatie en erosie van zand in de aantakkanalen dienen in een fysisch modelonderzoek kwalitatief te worden geverifieerd.

#### 5.2.4 Centrale in bedrijf

Wanneer de Maasafvoer minder dan 40 m<sup>3</sup>/s is, is de waterkrachtcentrale buiten bedrijf. Tussen afvoeren van 40 en circa 800 m<sup>3</sup>/s is de centrale in bedrijf.

##### Afvoer tussen 40 en ca 200 m<sup>3</sup>/s

Al het water wordt door de centrale (en een klein gedeelte door de vistrap, zie de aannamen in paragraaf 5.3.3) afgevoerd. Bij genoemde afvoeren zijn de sedimenttransporten zeer laag. Aanzanding van enige betekenis is daarom niet te verwachten. Het materiaal dat voor de stuw sedimenteert wordt bij hogere afvoeren, wanneer de schuiven enigszins getrokken zijn en onderstroming optreedt, afgevoerd.

Het slibgehalte van het water bij lage afvoeren is gemiddeld circa 20 mg/l (metingen bij Linne). Deze concentraties leveren geen gevaar op voor de turbines. In het riviergedeelte direct benedenstrooms van de stuw zal enig slib neerslaan. Dit zal echter bij hogere afvoeren, waarbij water via de stuw stroomt weer snel worden afgevoerd.

Het via het afstroomkanaal afgevoerde water stroomt uit in de Grensmaas. De plaatselijk aanwezige afpleisteringslaag zal door de optredende stroomsnelheden niet instabiel worden.

##### Afvoer tussen 200 en 800 m<sup>3</sup>/s

Bij deze afvoeren gaat ca 200 m<sup>3</sup>/s door de centrale; de rest wordt via de stuw afgelaten. De eventueel aanwezige aanzandingen direct voor en achter de stuw zullen dan grotendeels worden afgevoerd. Ook in deze situatie zal het stroombeeld in de rivier benedenstrooms van het uitstroomkanaal van de centrale weer snel het huidige stroombeeld (zonder centrale) benaderen. Naar verwachting zal geen extra erosie van de oever tegenover het afstroomkanaal optreden.

Het sedimenttransport bij de afvoeren waarbij de centrale in bedrijf is, is vrij laag. De grootte van het totale sedimenttransport bij een afvoer van 1000 m<sup>3</sup>/s is ongeveer 230 m<sup>3</sup>/dag (RWS, 1981). De korreldiameter van het getransporteerde materiaal is grotendeels kleiner dan 1,5 mm. In geval dat de bodem van het instroomkanaal hoger wordt aangelegd dan de rivierbodem zal slechts weinig materiaal het kanaal naar de centrale instromen. De concentratie vaste stof die door de turbines moet worden afgevoerd is derhalve klein. Problemen voor

de turbines worden daarom ook niet verwacht. De gemiddelde slibconcentratie bij deze afvoeren is ongeveer 90 mg/l (metingen Linne). Ook dit kan zonder problemen door de turbines worden afgevoerd.

### **Grensmaas**

De morfologische gevolgen voor de Grensmaas zijn waarschijnlijk nihil omdat het afvoer-  
verloop op de Grensmaas niet wezenlijk verandert door de bouw van de waterkrachtcentrale.  
Ook zal de grootte van het sedimenttransport niet belangrijk wijzigen. Wel zal het slib dat  
direct voor of achter de stuw sedimenteert pas bij hogere Maasafvoeren (dus met minder hoge  
frequentie dan voorheen) weer in suspensie wordt gebracht en verder worden getransporteerd;  
dit omdat de schuiven van de stuw pas bij hogere afvoeren open gaan. De gevolgen hiervan  
voor de morfologie van de Grensmaas worden echter gering geacht. Dicht in de buurt van  
de waterkrachtcentrale kunnen zich wellicht kleine morfologische veranderingen voordoen.

### **5.2.5 Effect van de waterkrachtcentrale op de afvoer door het winterbed**

Na realisatie van de waterkrachtcentrale is het doorstroomprofiel van het Bosscherveld  
veranderd. De vraag is nu in hoeverre bij hoog water de afvoer door het Bosscherveld door  
de bouw van de waterkrachtcentrale wordt beïnvloed en, indien een reductie optreedt in de  
afvoercapaciteit, welke maatregelen getroffen zouden kunnen worden om deze reductie te  
compenseren. Tevens dient, als uitvloeisel van de beleidslijn Ruimte voor de Rivier, toekomstige  
weerdverlaging niet belemmerd te worden.

Voor de beantwoording van deze vragen is het van belang om inzicht te hebben in de huidige  
afvoer door het Bosscherveld. De situatie op dit moment is als volgt:

Op de linker oever van de Maas bovenstrooms van de stuw Borgharen bevindt zich een  
aftakking naar de overlaat Bosscherveld. Langs deze aftakking is een kade aanwezig. Langs  
de Maas vanaf de aftakking tot aan de stuw is eveneens een kade aanwezig. Wanneer het  
water bij hoge waterstand door het Bosscherveld stroomt, zal het water eerst over deze kades  
heen moeten stromen. De kades vormen een stroombelemmerend element; het debiet naar  
en door het Bosscherveld wordt er naar verwachting in hoge mate door bepaald.

In de nieuwe situatie met waterkrachtcentrale is er een weerstandselement bijgekomen in het  
Bosscherveld, maar dit bevindt zich benedenstrooms van de kades. De invloed van dit nieuwe  
weerstandselement op de toestroming naar het Bosscherveld is beperkt. Weliswaar zorgt ieder  
weerstandselement voor opstuwing van water, maar de waterstandverhoging in het Bosscher-  
veld als gevolg van het gebouw van de waterkrachtcentrale is zeer lokaal en bedraagt volgens  
een aparte modelstudie door WL bij hoge afvoeren 15 à 20 cm in de directe omgeving boven-  
strooms van het gebouw. Daarentegen hebben de toe- en afvoerkanalen een compenserende  
werking waardoor de waterstanden bovenstrooms bij hoogwater lager zijn dan thans. Dit  
verlagende effect is het grootst op 500 m bovenstrooms van de centrale, en bedraagt bij hoge  
afvoeren tot 20 cm.

Wanneer de natuurontwikkelingsplannen voor de Grensmaas worden gerealiseerd, zakt de waterstand benedenstrooms van de stuw Borgharen. Bij grote afvoeren zal de waterstand in het Bosscherveld dan ook lager zijn.

Voor de huidige en de nieuwe situatie zijn inmiddels berekeningen gemaakt van de waterstand ter plaatse van het Bosscherveld bij grote afvoeren. Deze zullen bij de vergunningaanvraag Rivierenwet aan het bevoegd gezag voorgelegd worden. Om de opstuwingseffecten zo veel mogelijk te beperken wordt het centrale-gebouw zo smal mogelijk gehouden en de aansluitende damwanden zo laag mogelijk (van niveau bovenkant centrale snel afnemend tot maaiveldniveau). Daarnaast neemt het waterbergend vermogen van de rivier ter plaatse van de centrale toe, door de aan te leggen toe- en afvoerkanalen van de centrale.

Toekomstige weerdverlaging wordt door de voorgenomen activiteit niet belemmerd, afgezien van de zeer geringe oppervlakte die de waterkrachtcentrale zelf in beslag neemt. De toegangsweg naar de centrale heeft geen noodfunctie, en kan indien gewenst bij toekomstige verlaging van het winterbed afgebroken en verlaagd worden.

#### **5.2.6 Grondwaterhuishouding**

De grondwaterhuishouding zal door de onttrekkingen ten behoeve van de bouwput en de aanleg van de toe- en afvoerkanalen, niet noemenswaard beïnvloed worden, aangezien de grondwaterstanden ter plaatse vrijwel uitsluitend bepaald worden door de waterstanden in de Maas. Het te onttrekken water zal dus slechts zeer lokaal een grondwaterstandsverlaging tot gevolg hebben.

#### **5.2.7 Bodemkwaliteit**

Formeel is in het gehele overstromingsgebied van de Maas sprake van een "geval van ernstige verontreiniging" in de zin van de Wet Bodembescherming, en dient in het kader van de bouw van de waterkrachtcentrale een saneringsplan te worden opgesteld. Daarin wordt aangegeven wat de verontreinigingssituatie ter plaatse is, waar grondverzet zal plaatsvinden, wat de kwaliteit van het vrijkomende materiaal is en op welke wijze dit zal worden verwerkt.

Om in een zo vroeg mogelijk stadium overeenstemming te bereiken omtrent de verwerking van het vrijkomende bodemmateriaal, zal voor het opstellen van een saneringsplan vroegtijdig overleg gevoerd worden met het bevoegd gezag. Aangezien in het project Grensmaas parallelle problemen een belangrijke rol spelen, wordt hier gekozen voor een afstemming tussen beide projecten zoals reeds is beschreven onder de autonome ontwikkeling (paragraaf 4.4.2).

### 5.2.8 Conclusies

De conclusies van het effectenonderzoek op het gebied van water en bodem kunnen als volgt worden samengevat:

1. Het morfologisch karakter van de Maas bij Borgharen is rustig. Dit is het gevolg van de grove samenstelling van de bodem bovenstrooms van de stuw en de aanwezigheid van de afpleisteringslaag benedenstrooms daarvan. Deze afpleisteringslaag wordt slechts bij afvoeren groter dan 1200 m<sup>3</sup>/s instabiel. Bij lagere afvoeren wordt het sediment, dat bestaat uit fijner materiaal dan het bodemmateriaal, voornamelijk van bovenstrooms aangevoerd.
2. Tijdens perioden met hoge afvoeren waarbij de centrale buiten werking is, zijn de sedimenttransporten relatief groot. In het bovenstroomse aantakkanaal kan dan enig zand ( $D < 1$  mm) en slib terecht komen. Dit materiaal wordt tijdens perioden waarin de centrale werkt waarschijnlijk weer afgevoerd en geeft geen problemen voor de turbines.
3. Bij hoge afvoeren en de centrale afgeschakeld zal in het benedenstroomse aantakkanaal slib neerslaan en zal er waarschijnlijk een zand- en grinddrempel kunnen ontstaan in de monding van het benedenstroomse aantakkanaal. Het slib wordt tijdens lagere afvoeren, waarbij de centrale weer in werking is, snel afgevoerd en ook een zand- en grinddrempel zal mogelijk snel worden afgevoerd.
4. Uitgebreid onderhoudsbaggerwerk zal naar verwachting niet nodig zijn in de aantakkanaalen.
5. Erosie van de overliggende rivieroever benedenstrooms van de centrale is onwaarschijnlijk. Het stroombeeld in de rivier benedenstrooms van de centrale zal naar verwachting na korte afstand gelijk worden aan het stroombeeld in de huidige situatie.
6. Bij het in bedrijf zijn van de centrale zal enig zand- en slibtransport door de turbines plaatsvinden. De korreldiameters en concentraties zullen echter niet zodanig zijn dat er problemen voor de turbines verwacht mogen worden.
7. De morfologische en hydrologische gevolgen van de centrale voor de Grensmaas worden nihil geacht.
8. Naar verwachting zullen zich geen morfologische veranderingen in het Julianakanaal voordoen als gevolg van de centrale.
9. De eventuele realisatie van het waterpark Bosscherveld en van een vistrap zal geen belangrijke morfologische consequenties als gevolg hebben.
10. Voor tot realisatie van de waterkrachtcentrale kan worden overgegaan dient een oplossing gevonden te worden voor de verwijdering of reiniging van de aanwezige vervuilde bovengrond.

## 5.3 Kwaliteit oppervlaktewater

### 5.3.1 Inleiding

Verwijzend naar paragraaf 4.2.4 kan gesteld worden dat gezien de huidige inrichting benedenstrooms van de stuw te Borgharen (mede dankzij die stuw) nauwelijks zuurstofproblemen te verwachten zijn. De centrale vraagstelling voor het deelonderzoek waterkwaliteit luidt dan ook:

*"Leidt de aanleg van een waterkrachtcentrale te Borgharen tot dusdanige veranderingen in de zuurstofhuishouding dat normonderschrijdingen danwel bedreiging voor de ter plaatse voorkomende levensgemeenschappen te verwachten zijn?"*

Ter beantwoording van deze vraag volgt hieronder een beschrijving van de gevolgen van aanleg van de voorgenomen activiteit op de zuurstofhuishouding. De methode waarmee deze zijn bepaald wordt beschreven in Bijlage VI.

Bij de effectvoorspelling is rekening gehouden met de aanleg van een vistrap en waterpark in samenhang met de aanleg van de waterkrachtcentrale. Voor de afvoerverdeling over stuw, waterkrachtcentrale, vistrap en waterpark zijn enkele additionele aannamen gedaan.

Er vindt geen (additionele) beluchting plaats in de turbines. Additionele beluchting is in bepaalde omstandigheden alleen mogelijk via de overstortkleppen van de stuw.

In de aan onderstaande beschrijving ten grondslag liggende concept-berekeningen is vooralsnog uitgegaan van een ongewijzigde afvoer-valhoogte relatie over de stuw te Borgharen bij uitvoering van voorgenomen activiteit. Implementatie hiervan zou in die situaties waarbij nog afvoer over de stuw plaatsvindt tot een gewijzigde zuurstofinslag leiden; wijzigingen in de afvoer-valhoogte-relatie als gevolg van uitvoering van het Plan Grensmaas zijn wel in ogenschouw genomen (RS2, VA2, MMA2, zie onder).

### 5.3.2 Uitgangspunten

#### Formulering bovenstroomse randvoorwaarden

Voor zuurstof en BOD<sub>5</sub> (biologisch zuurstofverbruik) zijn voor de huidige situatie bovenstroomse randvoorwaarden aangehouden volgens Van der Veen (1990). Ter bepaling van de randvoorwaarden voor de Autonome Ontwikkeling 1 is de concentratie BOD<sub>5</sub> met 40% gereduceerd, voor zuurstof heeft een reductie van 40% op het zuurstoftekort plaatsgevonden.

In de studie van Van der Veen zijn voor zuurstof en BOD<sub>5</sub> relaties afgeleid tussen het decadegemiddelde debiet, stofconcentraties te Eijsden en de seizoensvariabiliteit. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verder verwezen naar Van der Veen (1990). De gebruikte relaties worden beschreven in Bijlage VI.

#### Zuurstofinslag bij stuwen

De verandering in de zuurstofhuishouding lijkt grotendeels gerelateerd aan het verschil in afvoer van onderverzadigd water over de stuw te Borgharen.

Bovenafvoer over stuwen zal effect op de zuurstofhuishouding in een rivier hebben, als gevolg van het intensieve contact tussen water en lucht op het moment dat het water over de stuw stroomt. Metingen van zuurstofgehalten aan weerszijden van de stuwen (o.a. RWS, Directie Limburg, 1975) laten het belang van stuwen op de zuurstofhuishouding zien.

Bij de stuw te Borgharen treedt afhankelijk van de valhoogte over de stuw (debietsafhankelijk), de temperatuur en de mate van zuurstofverzadiging een extra zuurstofinslag op. Dit proces is getracht te ondervangen door het definiëren van een zuurstoflozing ter plaatse.

Na de realisatie van de waterkrachtcentrale zal gedurende een groot deel van het jaar geen bovenafvoer over de stuw meer plaats vinden, waardoor het water benedenstrooms van de stuw het in die periode zonder de positieve bijdrage als gevolg van die stuw moet doen.

### Uitwisseling met de atmosfeer

Processen als de mineralisatie van detritus en nitrificatie hebben een negatief effect op de zuurstofconcentratie. Bij de primaire productie van algen wordt zuurstof geproduceerd. Naast bovengenoemde processen speelt in de Grensmaas de uitwisseling van zuurstof met de atmosfeer een grote rol. De flux is gerelateerd aan het verschil tussen de actuele zuurstofconcentratie en het zuurstofverzadigingsconcentratie (afhankelijk van de temperatuur en de saliniteit). Bij onderverzadiging treedt een positieve temperatuurafhankelijke flux op vanuit de atmosfeer naar het water.

Verminderde zuurstofinslag bij de stuw zal als gevolg van het grotere zuurstofdeficiet een grotere reaëratieflux als gevolg hebben. Onderzocht is hoever het negatief effect van verminderde zuurstofinslag benedenstrooms doorwerkt.

### 5.3.3 Effecten

In onderstaande beschrijving is een aantal situaties onderscheiden, die kort afzonderlijk besproken worden; voor meer gedetailleerde tabellarische resultaatsbeschrijving wordt verwezen naar bijlage VI. Als referentiekader worden de huidige situatie en de autonome ontwikkeling van de waterkwaliteit beschouwd voor die situatie dat er geen inrichtingsveranderingen optreden. Voor de helderheid van de vergelijking is in de berekeningen de water-vraag van vistrap en waterpark steeds als één grootheid beschouwd. De onderzochte situaties zijn:

- huidig situatie (HS): de situatie als beschreven in hoofdstuk 4.2.4.
- autonome ontwikkeling 1 (RS1): als beschreven in 4.3.3 (40% reductie zuurstof tekort en BOD<sub>5</sub> vracht) zonder implementatie van de vistrap en waterpark.
- voorgenomen activiteit (huidig, VA0): Uitvoering van de voorgenomen activiteit in combinatie met aanleg van een vistrap en een waterpark in relatie tot de huidige bovenstroomse waterkwaliteit.
- voorgenomen activiteit bij autonome ontwikkeling 1 (VA1): Uitvoering van de voorgenomen activiteit in combinatie met aanleg van een vistrap en een waterpark in relatie tot de autonome ontwikkeling van de bovenstroomse waterkwaliteit (RS1).
- voorgenomen activiteit bij autonome ontwikkeling 2 (VA2): Als RS1 maar met een gewijzigde afvoervalhoogte relatie als gevolg van uitvoering plan Grensmaas.



- Ten behoeve van het MMA wordt bovendien een (in eerste instantie kwalitatieve) beschrijving gegeven van te verwachten effecten van maatregelen als additionele afvoer over de stuw voor extra beluchting bij lage zuurstofconcentraties.

Voor de afvoer-afhankelijke verdeling van het water over stuw, centrale, vistrap en waterpark ten behoeve van de varianten is het beheer aangehouden als gepresenteerd in Tabel 5.1, met additionele aannamen ten aanzien van de afvoerverdeling over de vistrap en het waterpark. Het benodigde debiet voor de vistrap bedraagt 4 m<sup>3</sup>/s, terwijl de gezamenlijke watervraag ligt tussen de 10 en 25 m<sup>3</sup>/s (6 - 21 m<sup>3</sup>/s voor het waterpark) afhankelijk van de Maasafvoer bovenstrooms. Dit resulteert in de volgende toevoegingen:

- Bij een afvoer kleiner of gelijk 10 m<sup>3</sup>/s, stroomt 6 m<sup>3</sup>/s over de stuw en 4 m<sup>3</sup>/s over de vistrap.
- Tot een afvoer van 100 m<sup>3</sup>/s neemt de gezamenlijke watervraag van vistrap en waterpark lineair toe tot 10 m<sup>3</sup>/s.
- In de range tussen 100 en 1000 m<sup>3</sup>/s neemt de watervraag lineair toe tot zijn maximum van 25 m<sup>3</sup>/s.
- De afvoeren over vistrap en waterpark komen in eerste instantie ten laste van de afvoer over de stuw.

#### *HS / RS1*

Voor een beschrijving van de huidige en autonome ontwikkeling van de zuurstofhuishouding wordt in eerste instantie verwezen naar hoofdstuk 4. In de Figuren 5.4 en 5.5 zijn de geschatte zuurstofprofielen boven- en benedenstrooms van de stuw gepresenteerd ten opzichte van de 7 mg/l norm en de verzadigingsconcentratie voor 1986, voor een droog jaar (minimum afvoer '84-'88) en een nat jaar (maximum afvoer '84-'88).

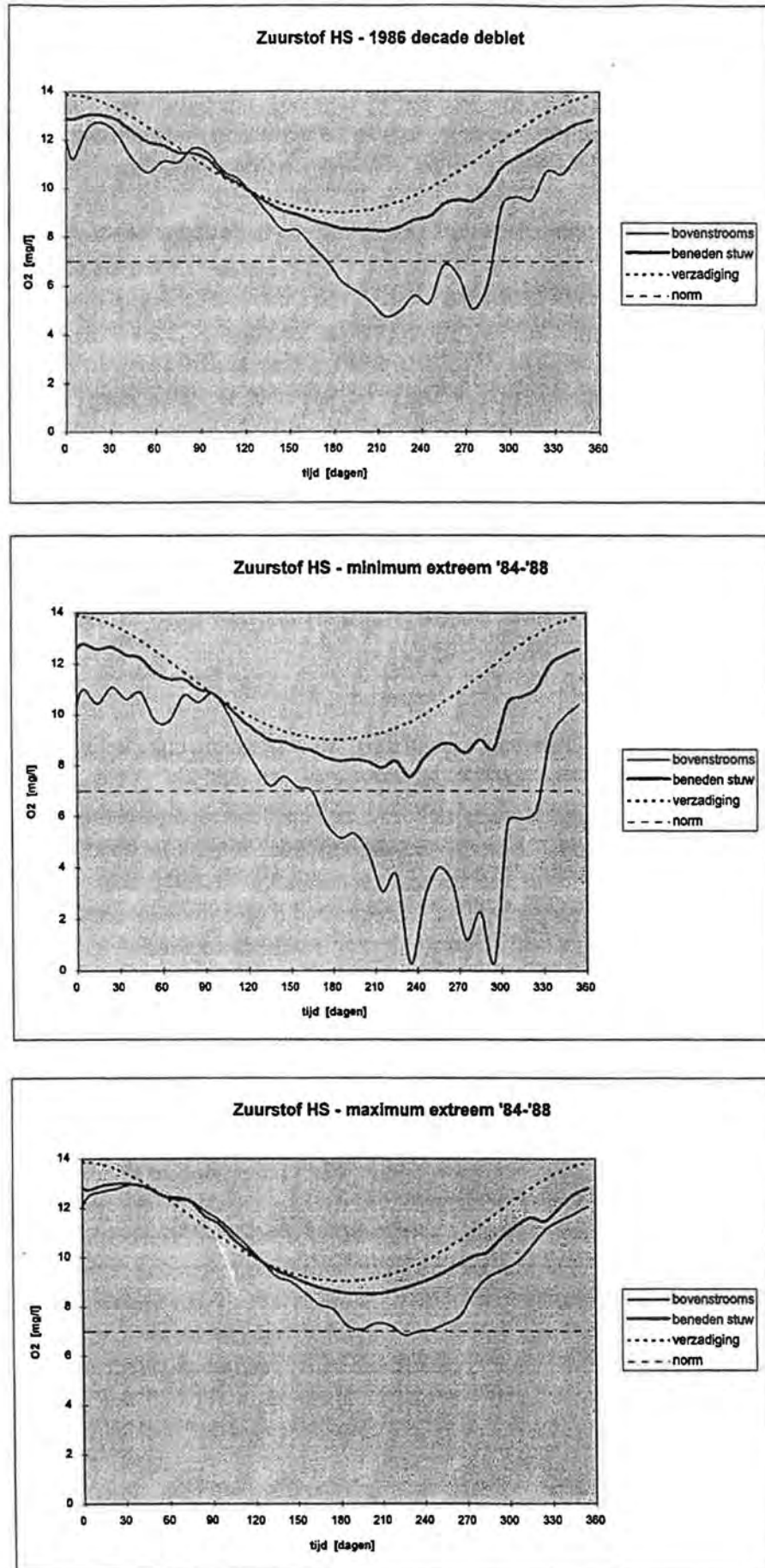
Hieruit kan geconcludeerd worden dat bij de autonome ontwikkeling er al een aanzienlijke bovenstroomse verbetering valt te verwachten ten aanzien van de normonderschrijdingsduur (gemiddeld van ca. 4 maanden naar ca. 3 weken per jaar) en -waarde (in plaats van waarden tot beneden de 2 mg/l tot een ondergrens van circa 4,5 mg/l). Ten gevolge van de positieve bijdrage door zuurstofinslag over de stuw valt benedenstrooms hiervan in beide varianten geen normonderschrijding te verwachten.

#### *VA0 / VA1*

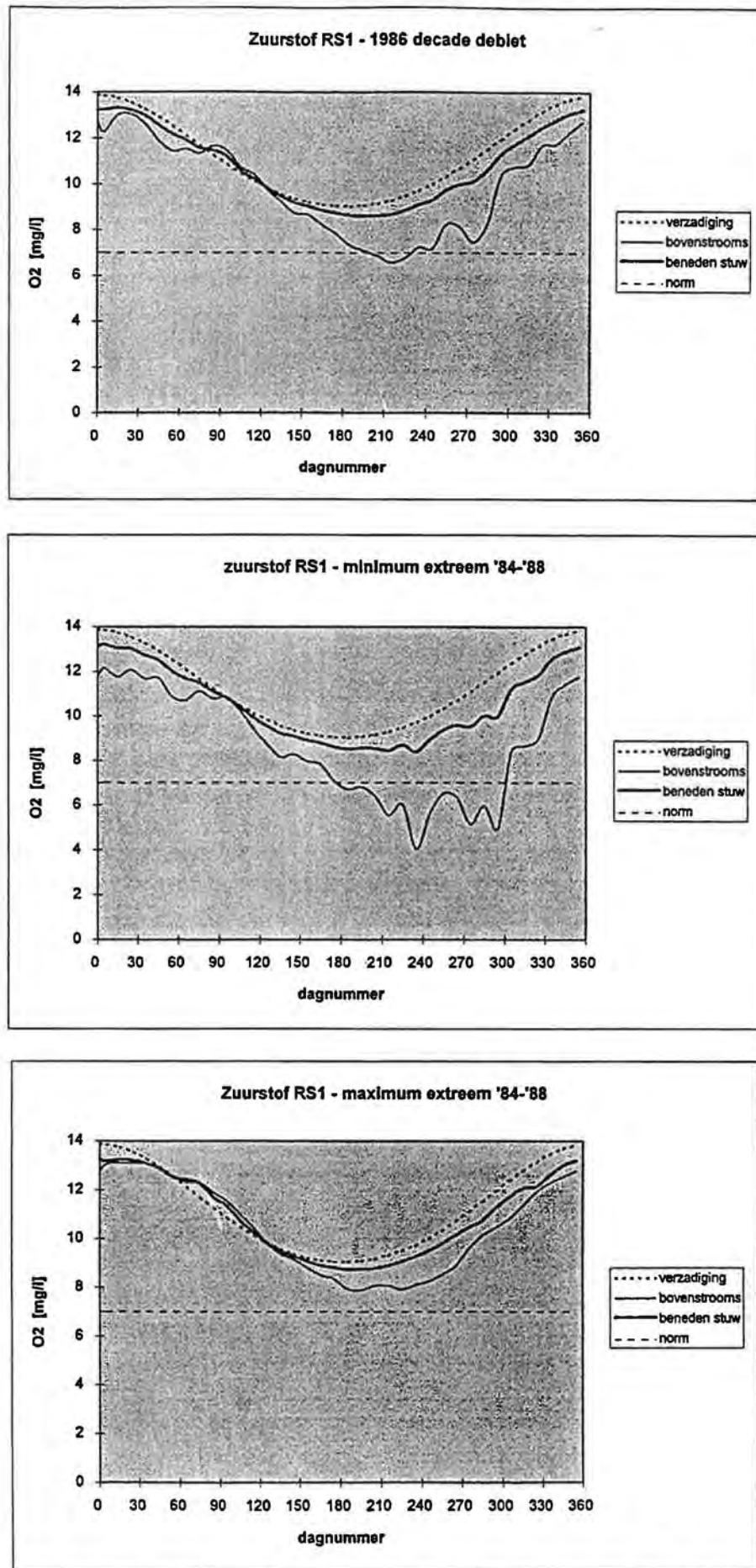
Ten gevolge van een verminderde afstroming over de stuw bij afvoeren boven de 30 m<sup>3</sup>/s, wanneer de waterkrachtcentrale in werking treedt valt een achteruitgang van de zuurstofconcentratie benedenstrooms te verwachten. Periodieke onderschrijdingen van de 30 m<sup>3</sup>/s afvoergrens kunnen tevens grotere fluctuaties benedenstrooms introduceren.

Dit beeld wordt bevestigd door de resultaten als gepresenteerd in Figuur 5.6. Bij de huidige waterkwaliteit zijn hierdoor tevens normonderschrijdingen benedenstrooms mogelijk. Een eventuele additionele maatregel als verleggen van de afvoer-ondergrens voor in bedrijfsname van de centrale gedurende de zomermaanden en het alsnog gedeeltelijk afvoeren van water over de stuw, waardoor er langer en (meer) water over de stuw stroomt lijkt dan wenselijk (zie MMA).

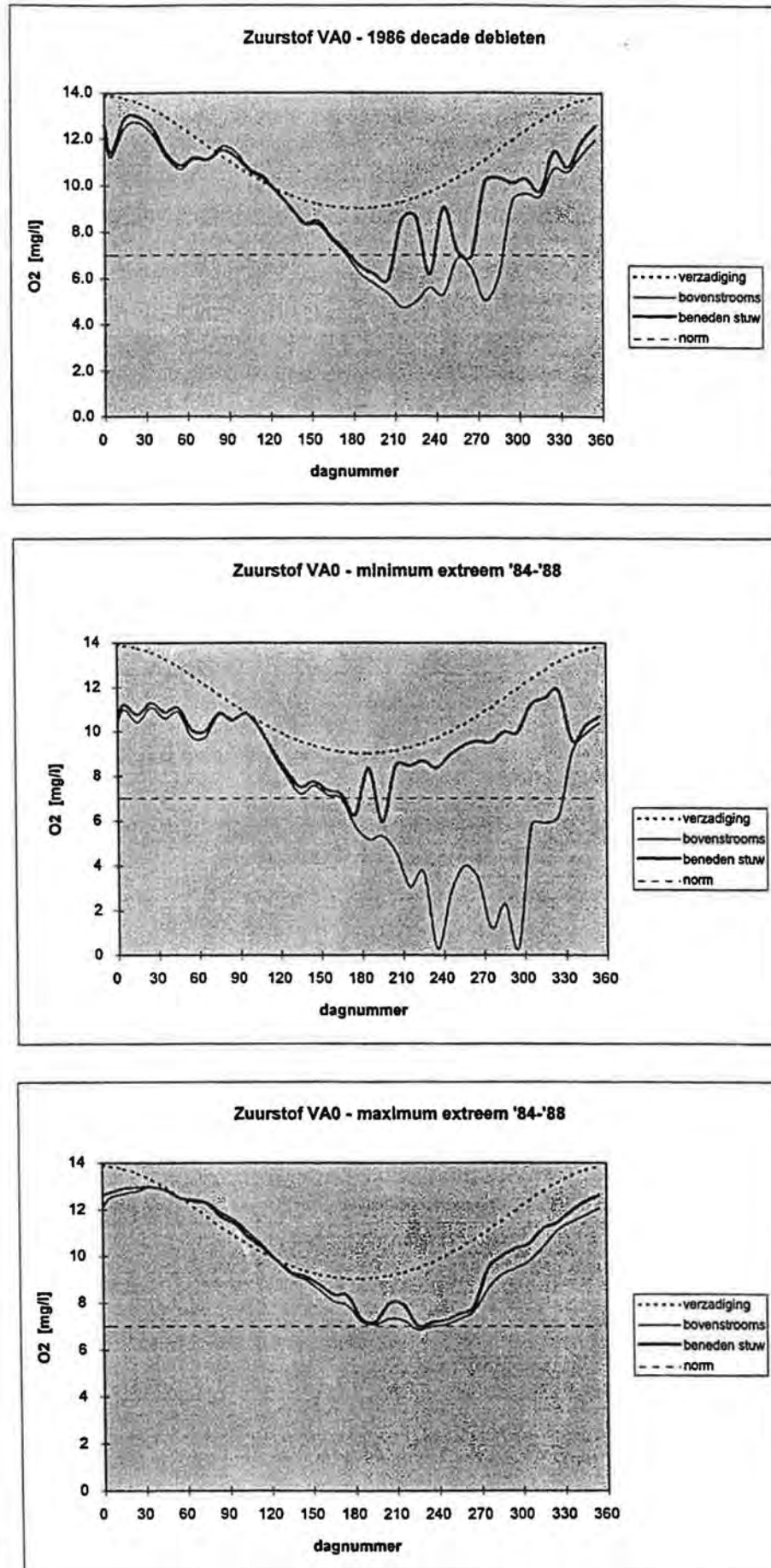
In geval van de te verwachten autonome ontwikkeling van de waterkwaliteit (VA1, Figuur 5.7) valt wel een achteruitgang van de benedenstroomse concentraties te bespeuren ten opzichte van de autonome ontwikkeling 1 (RS1), maar normonderschrijdingen vallen niet te verwachten.



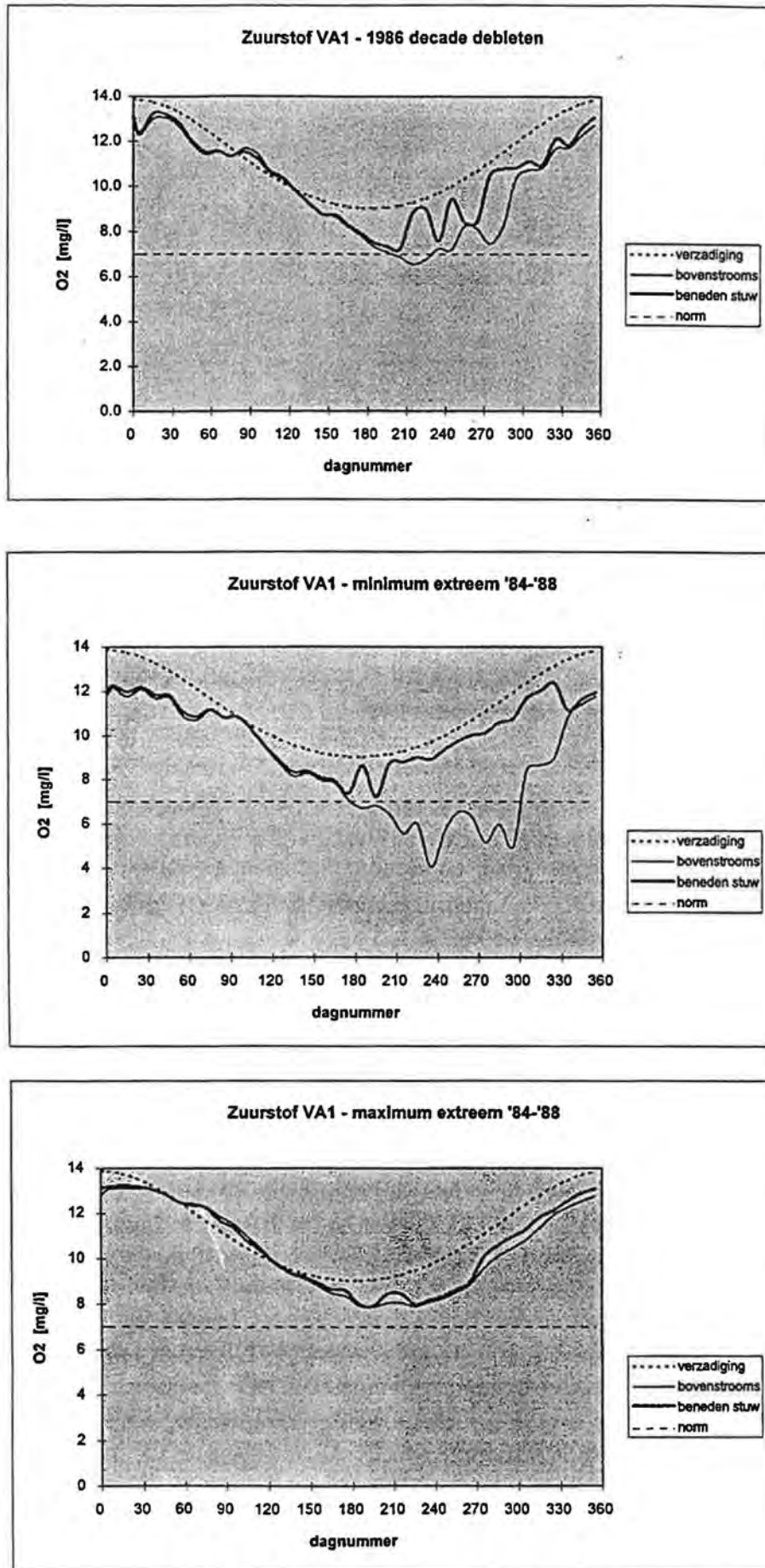
Figuur 5.4 Zuurstofverloop over het jaar in de huidige situatie voor een gemiddeld (boven), een droog (midden) en een nat jaar (onder)



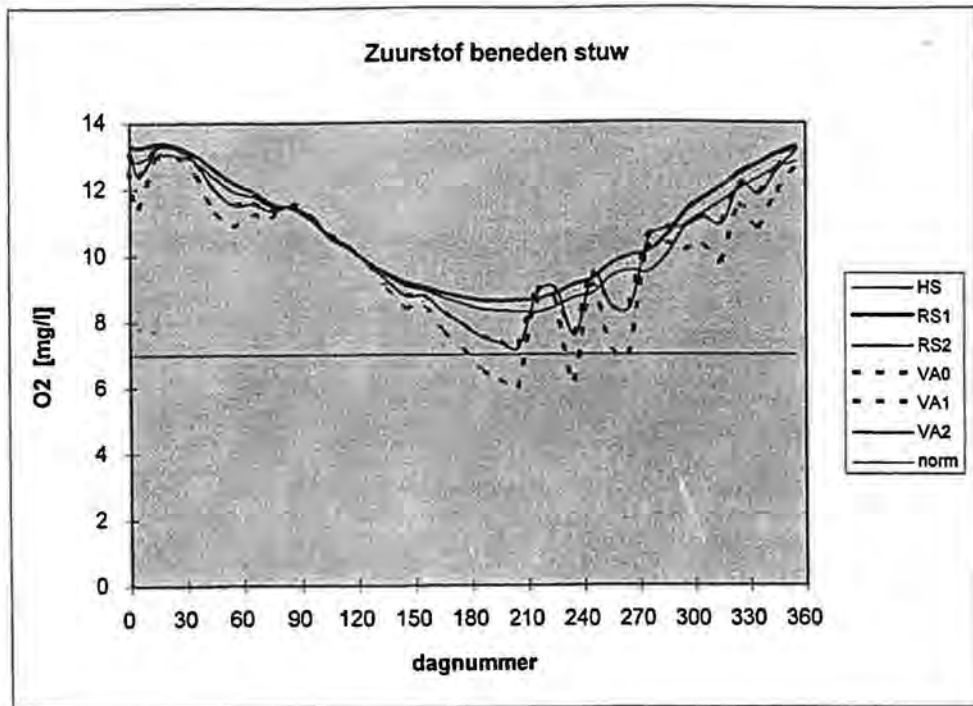
Figuur 5.5 Zuurstofverloop over het jaar in de autonome ontwikkeling (referentie 2010) voor een gemiddeld (boven), een droog (midden) en een nat jaar (onder)



Figuur 5.6 Zuurstofverloop over het jaar bij werkende waterkrachtcentrale onder de huidige condities voor een gemiddeld (boven), een droog (midden) en een nat jaar (onder)



Figuur 5.7 Zuurstofverloop over het jaar bij werkende waterkrachtcentrale onder verbeterde waterkwaliteitsomstandigheden als gedefinieerd in de autonome ontwikkeling (referentie 2010), voor een gemiddeld (boven), een droog (midden) en een nat jaar (onder)



Figuur 5.8 Vergelijking van het zuurstofverloop beneden de stuw onder de verschillende varianten (op basis van het afvoerverloop in het referentiejaar 1986).

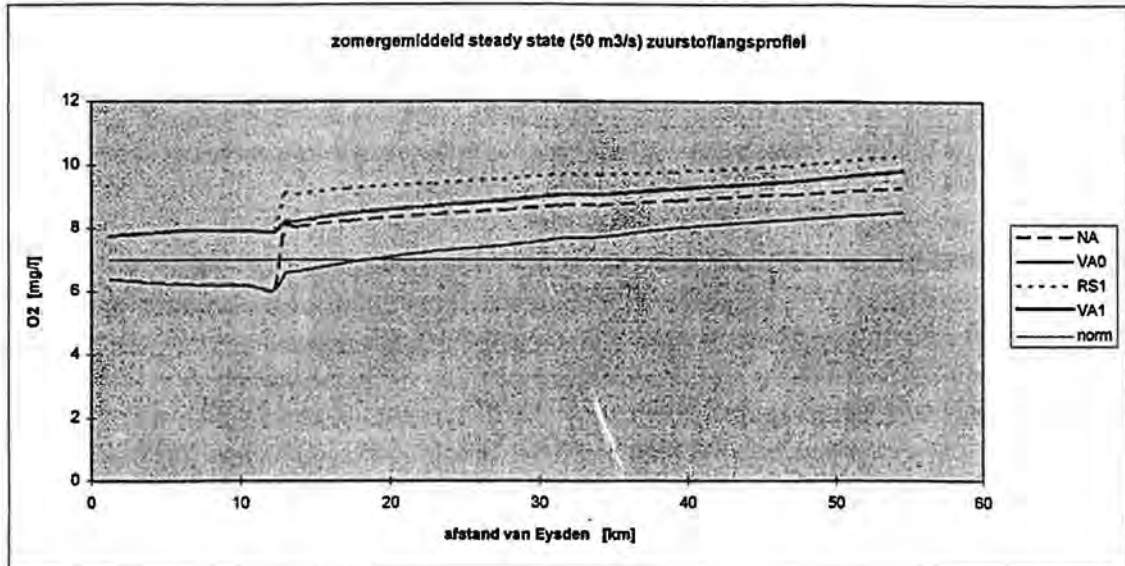
#### VA2

Uitvoering van het plan Grensmaas zal in een andere afvoer-valhoogte relatie resulteren (zie Figuur 4.1). De valhoogte verandert echter nauwelijks bij zeer lage afvoeren, juist de situatie waarbij eventueel een positief effect wenselijk is. Figuur 5.8, waarin de zuurstofprofielen van alle varianten voor de "1986" som zijn gepresenteerd onderstreept het geringe effect van deze wijziging op de zuurstofhuishouding.

Eventuele opzet van de bovenwaterstand met 10 cm zal bij lage afvoeren met een valhoogte van ca. 5 meter naar alle waarschijnlijkheid ook slechts in een verbetering van enkele procenten resulteren.

#### Longitudinaal profiel

Ter indicatie van de effecten meer benedenstrooms van de stuw is een steady state simulatie met behulp van het bestaande SOBEK-Grensmaas model uitgevoerd. In Figuur 5.9 is als resultaat hiervan het verloop van de zomergemiddelde (periode mei-september) zuurstofconcentratie bij een afvoer van 50 m<sup>3</sup>/s te Borgharen (= 80 m<sup>3</sup>/s te Eijsden) voor het traject Eijsden-Stevensweert. De afname van de invloed van de zuurstofinbreng te Borgharen bij een betere bovenstroomse waterkwaliteit of het in uitvoering brengen van de voorgenomen activiteit is duidelijk waarneembaar. Indien de waterkrachtcentrale bij de huidige waterkwaliteit zou worden gerealiseerd zou dit in het bovenste deel van de Grensmaas in de zomer onderschrijding van de zuurstofnorm tot gevolg hebben. Als gevolg van herbeluchting door oppervlakkige afstroming over de grindbanken valt vervolgens nog een verdere stijging van de zuurstofconcentraties te bespeuren.



Figuur 5.9 Zomergemiddelde (mei-september) zuurstofconcentratie bij een afvoer van 50 m<sup>3</sup>/s te Borgharen voor het traject Eijsden - Stevensweert

### 5.3.4 Conclusies

In Figuur 5.8 zijn voor de 1986 decade afvoer situatie voor alle scenario's de resultaten gepresenteerd.

Tabel 5.3 geeft een overzicht van het aantal dagen per jaar dat voor de verschillende varianten op basis van de indicatieve berekeningen onderschrijding van de zuurstofnorm valt te verwachten.

	<i>Normonderschrijding bovenstrooms stuw [dag/jaar]</i>			<i>Normonderschrijding benedenstrooms stuw [dag/ jaar]</i>		
	<i>nat</i>	<i>gemiddeld</i>	<i>droog</i>	<i>nat</i>	<i>gemiddeld</i>	<i>droog</i>
HS Huidige situatie	20	120	170	0	0	0
RS1 Autonome ontwikkeling 1	0	30	120	0	0	0
VA0 Voorgenomen activiteit (huidig)	20	120	170	0	50	20
VA1 Voorgenomen activiteit 1	0	30	120	0	0	0
VA2 Voorgenomen activiteit 2		30			0	

Tabel 5.3 Aantal dagen met normonderschrijding voor zuurstof (7 mg/l) bij verschillende varianten

Opvallend is het geringere aantal dagen waarin overschrijding van de norm benedenstrooms van de stuw wordt berekend in geval van de uitvoering van de voorgenomen activiteit bij de huidige waterkwaliteit voor het droge jaar versus het gemiddeld jaar. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in het feit dat in het droge jaar de centrale gedurende langere tijd buiten werking is gesteld (140 dagen versus 50 dagen voor een gemiddeld jaar) en er dus relatief meer water over de overstortkleppen van de stuw stroomt.

Voor de autonome ontwikkeling (situatie 2010) is uitgegaan van een reductiepercentage van het zuurstoftekort met 40%. Voordat deze situatie bereikt is zullen zich nog mogelijk overschrijdingen van de zuurstofnorm kunnen voordoen. Bij in gebruik name van de waterkrachtcentrale voor 2010 zullen dan mogelijk periodieke mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. Om een indruk te krijgen van het aantal dagen dat de norm nu overschreden wordt, geeft Tabel 5.4 voor de voorgenomen activiteit een indicatie van het aantal overschrijdingsdagen afhankelijk van het reductiepercentage van het zuurstoftekort. De jaartallen die bij de reductiepercentages in deze tabel gegeven worden, kunnen tevens vervangen worden door andere, afhankelijk van het succes dan wel falen van het betreffende beleid.

Voorgenomen activiteit: reductiepercentage zuurstoftekort  jaartal tussen haakjes op basis van interpolatie	Normonderschrijding bovenstrooms stuw [dagen/jaar]			Normonderschrijding benedenstrooms stuw [dagen/jaar]		
	nat	gemiddeld	droog	nat	gemiddeld	droog
bij huidige kwaliteit (1996)	20	120	170	0	50	20
bij 10% reductie (1999)	0	100	160	0	40	20
bij 20% reductie (2003)	0	80	130	0	30	20
bij 30% reductie (2007)	0	70	130	0	10	10
bij autonome ontwikkeling (40%) (2010)	0	30	120	0	0	0
bij 50% reductie	0	10	80	0	0	0

Tabel 5.4 Normonderschrijding voor zuurstof bij verschillende maten van reductie van het zuurstoftekort (indicatieve berekeningen).

Voor de nul-variant worden benedenstrooms als gevolg van permanente afstroming over de stuw geen normonderschrijdingen berekend. Gezien de te verwachten autonome ontwikkeling van de zuurstofhuishouding, vallen er bij de voorgenomen activiteit eveneens geen normonderschrijdingen te verwachten. Wel vallen er in dit geval ten opzichte van het nul-alternatief een achteruitgang van de zuurstofgehalten en grotere fluctuaties te verwachten. Bij in gebruikname van de centrale alvorens voldaan wordt aan de 40% reductie van het zuurstoftekort zal het zonder mitigerende maatregelen gedurende de zomermaanden noodzakelijk zijn naast de afvoer tevens het zuurstofgehalte als randvoorwaarde voor het in bedrijf stellen/houden van de centrale aan te houden.

De uitgevoerde berekening heeft betrekking op een inschatting van de *ter plaatse* van de stuw te verwachten verschillen in de zuurstofgehalten. In de analyse is geen gebruik gemaakt van meetgegevens meer benedenstrooms van de stuw (bijvoorbeeld Stevensweert), waar inciden-



teel nog lage zuurstofgehalten worden gevonden. Dergelijke waarnemingen vallen meestal samen met zeer lage afvoeren in de zomer. In deze situaties valt er überhaupt geen verschil te verwachten tussen de huidige situatie en de situatie met waterkrachtcentrale, omdat deze afvoeren kleiner zijn dan het minimum vereiste debiet voor ingebruikstelling van de centrale, en alle water dus nog afstroomt over de stuw. Bovendien kunnen dergelijke waargenomen zuurstofconcentraties mogelijk ook veroorzaakt worden door benedenstroms van de stuw gelegen vervuiliingsbronnen zoals de Geul, de Ur en de DSM-lozing. Beantwoording van de vraag naar de exacte oorzaak van dergelijk lage zuurstofgehalten valt echter buiten het kader van dit MER.

Uitvoering van plan Grensmaas lijkt door de geringe verschillen in valhoogte bij lage debieten niet tot verdere substantiële benedenstroomse verbeteringen te leiden.

## 5.4 Natuurwaarden

Wat betreft ecologie zijn de belangrijkste effecten:

- verstoring van potentiële ecologische relaties, vooral door beïnvloeding migratie van vissen, m.n. trek vanuit zee naar bovenstroomse gebieden; en
- beïnvloeding van de zuurstofhuishouding.

Deze effecten op de visstand worden behandeld in paragraaf 5.5.

Voorts is nauwelijks bedreiging van betekenis van terrestrische natuurwaarden c.q. doelsoorten ter plaatse van de waterkrachtcentrale en in het zomerbed te verwachten, aangezien dergelijke waarden niet aanwezig zijn (zie 4.2.5). De kans op plotselinge uitval van de centrale is gering (zie par. 5.2.2). De effecten daarvan op het benedenstroomse ecosysteem zijn gering, aangezien de stroomsnelheid afneemt, en dat slechts tijdelijk.

Ook in relatie tot de plannen voor natuurontwikkeling langs de Grensmaas wordt, behalve voor de visstand, geen significant effect verwacht van de aanleg en werking van een waterkrachtcentrale.

## 5.5 Visstand

### 5.5.1 Algemeen

De aanleg van een waterkrachtcentrale heeft gevolgen voor de aquatische makrofauna en voor de visstand. De gevolgen zijn vooral:

- Mortaliteit door de turbines van de waterkrachtcentrale zelf.
- Verslechtering van het leefmilieu door vermindering van het zuurstofgehalte.
- Invloed op de stroomopwaartse migratie van vis.

De gevolgen voor de makrofauna zijn direct gerelateerd aan de waterkwaliteit (met name zuurstof huishouding) en worden hier niet verder gespecificeerd.

In het navolgende wordt een overzicht gegeven van de ervaringen met waterkrachtcentrales aangaande de effecten op de visstand, en worden enige mitigerende maatregelen besproken, zowel voor de mortaliteit als voor de zuurstofbehoefte.

## 5.5.2 Mortaliteit

### Visschade bij bestaande waterkrachtcentrales

Bij een aantal bestaande waterkrachtcentrales is onderzoek gedaan naar schade aan vis ten gevolge van passage door de turbines van de waterkrachtcentrale. In de Maas zijn waterkrachtcentrales gerealiseerd bij Linne en Alphen. Bakker en Gerritsen (1992a en 1992b) hebben hier onderzoek gedaan naar visschade. In de Overijsselse Vecht is waterkrachtcentrale De Haandrik gebouwd. Hier is onderzoek naar visschade verricht door Haddingh (1989).

De waterkrachtcentrale bij Linne is voorzien van vier horizontale Kaplan-turbines. De rotor van elke turbine heeft een diameter van 4 m en een rotatiesnelheid van 88 omwentelingen per minuut. Er zijn 3 loopschoepen en 16 leidschoepen per turbine. Bij oplopend debiet door de waterkrachtcentrale wordt het debiet telkens gelijkmatig over de turbines verdeeld, met een minimum turbinedebiet van 30 m<sup>3</sup>/s. De ontworpen waterkrachtcentrale bij Borgharen heeft turbines met vergelijkbare kenmerken.

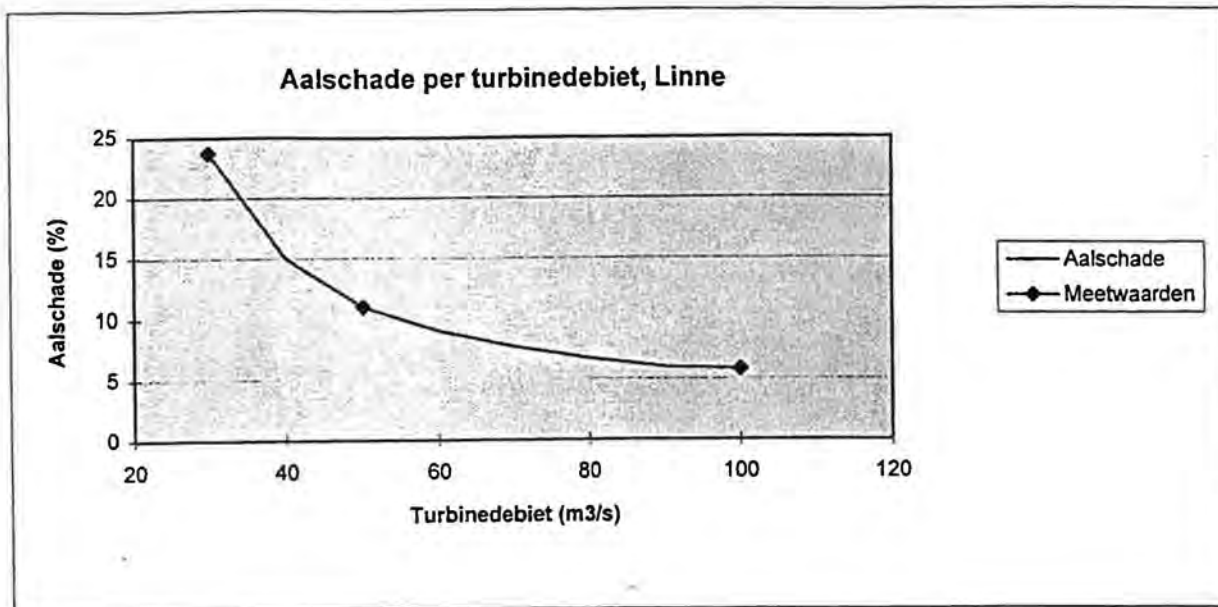
	<i>Aal</i>	<i>Schubvis</i>												
Totale lethale schade	Najaar: 13%	5%												
Debietafhankelijk	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q (m<sup>3</sup>/s)</th> <th>Najaar</th> <th>Voorjaar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>23%</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>10%</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>6%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Q (m <sup>3</sup> /s)	Najaar	Voorjaar	30	23%	9%	50	10%	1%	100	6%		Geen verband aangetoond
Q (m <sup>3</sup> /s)	Najaar	Voorjaar												
30	23%	9%												
50	10%	1%												
100	6%													
Lengteafhankelijk	Ja, schade hoger bij toenemende lengte	Blankvoorn laat een hogere schade bij grotere lengte zien, overige soorten nauwelijks tot niet												
Uitgestelde sterfte	max. 15%	Niet bepaald												

Tabel 5.5 Schade aan aal en schubvis bij de waterkrachtcentrale Linne, 1990 (naar Bakker en Gerritsen, 1992a en 1992b).

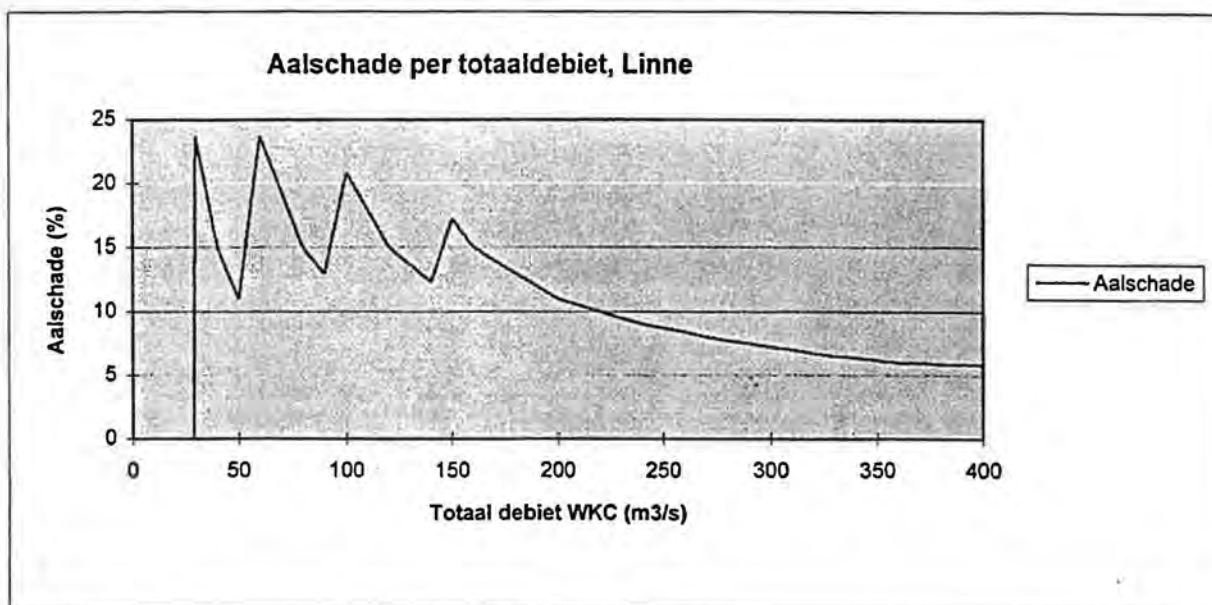
In het onderzoek bij Linne is een splitsing gemaakt tussen schade aan aal en schade aan schubvis. De belangrijkste schadegegevens uit dit onderzoek zijn in Tabel 5.5 samengevat. De najaarsschade van aal is uitgezet tegen het turbinedebiet in Figuur 5.10. Hieruit blijkt dat de schade sterk afneemt bij groter wordend turbinedebiet. Wanneer de verschillende turbines na elkaar in werking treden laat de visschade een zaagtandverloop zien (Figuur 5.11).

Informatie over specifieke riviervissen als kopvoorn en winde is in de literatuur niet apart onderscheiden; informatie over gewenste doelsoorten voor de Maas als zalm en zeeforel is nog veel schaarser. Volstaan moet worden met de opmerking dat voor deze vissoorten de schadepercentages van schubvis worden aangehouden.

De waterkrachtcentrale bij Alphen is eveneens voorzien van horizontale Kaplan-turbines. Visschade bij de waterkrachtcentrale bij Alphen is minder uitgebreid onderzocht. Bakker en Gerritsen (1992a) geven voor aal schadecijfers die zijn bepaald door een beroepsvisser. Deze najaarsschade bedraagt 19%.



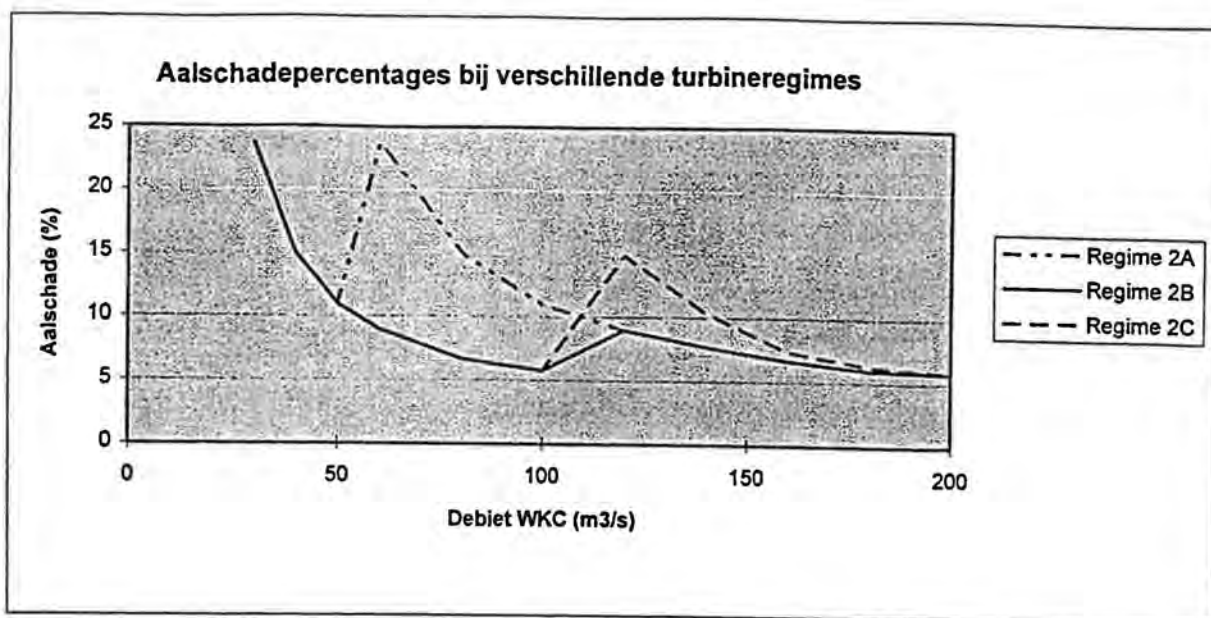
Figuur 5.10 Relatie tussen aalschade en turbine-debiet (gegevens Linne)



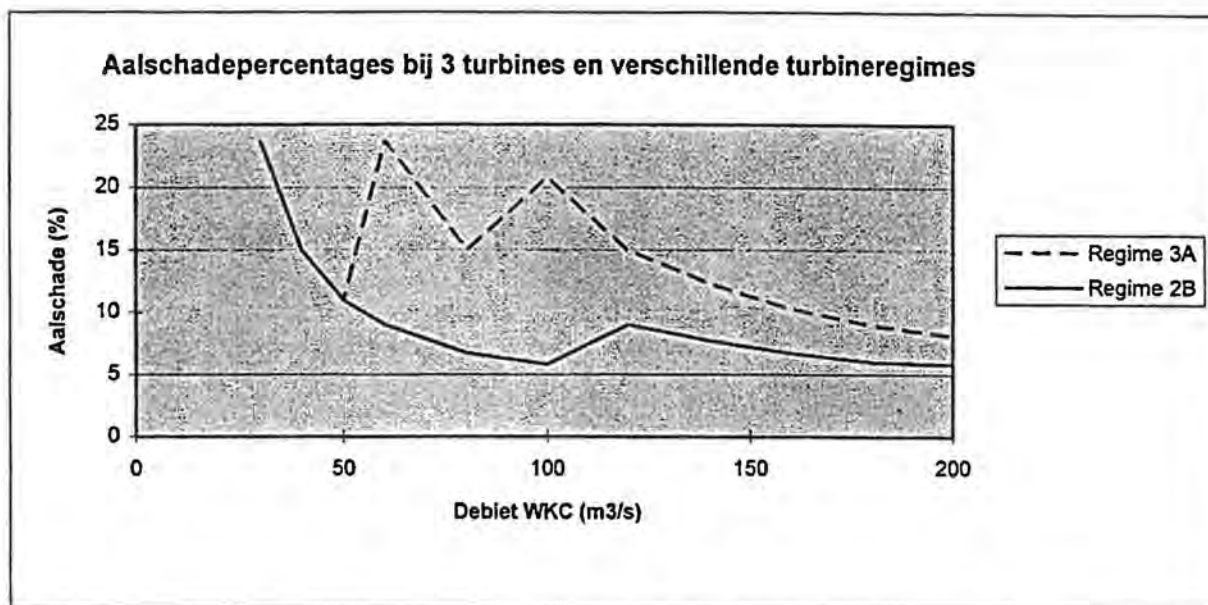
Figuur 5.11 Relatie tussen aalschade en turbine-debiet, bij na elkaar in werking tredende turbines (gegevens Linne)

Voor schubvis wordt het schadecijfer bij Alphen gelijk gesteld aan het schadecijfer bij Linne. Bij bepalen van deze schade is gekeken naar vissoorten voor welke beide waterkrachtcentrales een rol spelen bij de stroomafwaartse trek, zoals zalm en zeeforel. Bakker en Gerritsen (1992b) geven een schade van 4% voor zeeforelsmolts (jonge zeeforel die naar zee trekt om daar op te groeien), zowel voor Alphen als voor Linne.

Bij De Haandrik in de Overijsselse Vecht is in tegenstelling tot de voorgenomen waterkrachtcentrale Borgharen een *verticale* Kaplan-turbine geïnstalleerd met een debiet van ongeveer 6,7 m<sup>3</sup>/s. De diameter van de rotor is 1,6 m en het toerental bedraagt 150 omwentelingen per minuut. Er zijn 4 loopschoepen en een leidschoepenkrans aanwezig.



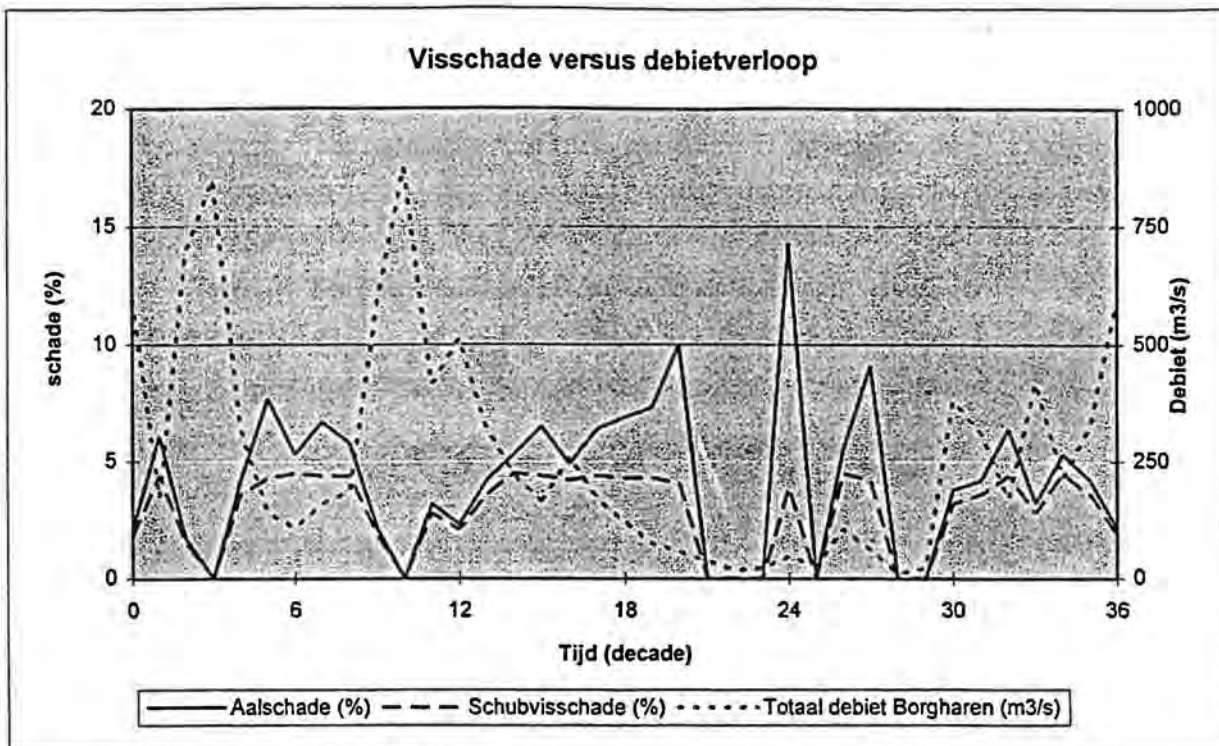
Figuur 5.12 Relatie tussen aalschade en turbine-debiet bij verschillende turbine-regimes



Figuur 5.13 Relatie tussen aalschade en turbine-debiet bij 2- en 3-turbine-regimes

Regime 2A geeft een beeld van aalschade (Figuur 5.12) dat vergelijkbaar is met het schadebeeld bij Linne (Figuur 5.11), echter omdat bij Borgharen sprake is van twee turbines in plaats van vier zoals bij Linne zijn er nu ook slechts twee pieken in de aalschade. Beide pieken bij Borgharen geven circa 24% aalschade weer; vanaf de laatste piek neemt de procentuele aalschade af bij toenemend debiet door de turbine en de waterkrachtcentrale.

Regime 2B is eveneens in Figuur 5.12 weergegeven. De piek ten gevolge van inschakeling van de tweede turbine ligt lager (9% in plaats van 24%). De aalschade als gevolg van regime 2B is bij een debiet door de centrale tussen 50 en 100 m<sup>3</sup>/s ruim lager dan de aalschade als gevolg van regime 2A; voor de overige debieten door de waterkrachtcentrale is geen verschil in aalschade.



Figuur 5.16 Visschade in relatie tot het Maas-debiet bij turbineregime 2B (referentiejaar 1986)

### Cumulatieve schade Borgharen, Linne en Alphen

De totale schade aan vis door waterkrachtcentrales neemt toe met het aantal centrales. De cumulatieve schade is berekend met behulp van de formules, gegeven in bijlage V. Invulling van de in Bakker en Gerritsen (1992a en 1992b) bepaalde schadecijfers van Linne en Alphen en de schattingen van Borgharen geven de enkelvoudige en cumulatieve schadecijfers zoals weergegeven in het linker deel van Tabel 5.6. Gecorrigeerd naar totale afvoer zijn slechts schadecijfers van Borgharen beschikbaar (zie Figuur 5.15). Voor de schade bij Linne en Alphen zijn ruwe schattingen gemaakt (bijlage V). De cumulatieve kolommen in Tabel 5.6 dienen als volgt gelezen te worden: de cumulatieve schade vermeld bij Alphen geldt voor passage van slechts Alphen; de cumulatieve schade vermeld bij Linne geldt bij passage van zowel Linne als Alphen etc.

### Visschade door de waterkrachtcentrales in relatie tot de visstand

De aalschade door passage bij Linne bedraagt over het gehele najaar circa 470 kg, wat overeenkomt met 8% van de jaarlijkse vangst van een beroepsvisser bij Lith (Bakker en Gerritsen, 1992a). De cumulatieve gecorrigeerde aalschade na passage van drie waterkrachtcentrales is 20%. Dit komt overeen met circa 1400 kg aal.

De cumulatieve schade aan zeeforelsmolts, 12% (bijlage V), is lager dan de schade aan aal. Van zalm en zeeforel worden op verschillende locaties jonge exemplaren uitgezet.

	Visschade (niet gecorrigeerd voor afvoervariaties)				Gecorrigeerde visschade			
	Visschade (%)		Cumulatieve vis- schade (%)		Visschade (%)		Cumulatieve visschade (%)	
	Aal	Schubvis	Aal	Schubvis	Aal	Schubvis	Aal	Schubvis
<b>Alphen</b>	19	5	19	5	10	5	10	5
<b>Linne</b>	13	5	30	10	7	5	16	10
<b>Borgharen</b>	13	5	39	14	5	5	20	14

Tabel 5.6 Visschade, ten gevolge van passage door waterkrachtcentrales en gecorrigeerd voor het totale rivierdebiet, per centrale en cumulatief (referentiejaar 1986).

Daar standvis veelal slechts één waterkrachtcentrale in het leefgebied zal kennen wordt voor de schade aan deze vissen het enkelvoudige percentage genomen, ofwel 5%. Enkele van deze standvissoorten, waaronder kopvoorn en winde kennen echter een kritische populatie.

### Vermindering van de visschade door later inschakelen turbines

Indien de turbines niet bij 30 m<sup>3</sup>/s maar pas bij 50 m<sup>3</sup>/s ingeschakeld worden dan treden er aanzienlijk minder duidelijke pieken in de visschade op bij de lagere afvoeren. Dit is duidelijk af te lezen uit Tabel V.1 in Bijlage V. Bij het berekenen van de schadevermindering treedt hierbij echter het probleem van de kleine steekproef op: zoals uit Figuur 5.16 blijkt, treedt een situatie met afvoeren tussen 40 en 60 m<sup>3</sup>/s slechts gedurende één decade op (decade 24) in het referentiejaar 1986. Niettemin valt dan een duidelijke piek in met name de aalschade weg. Dergelijke situaties doen zich overigens inderdaad betrekkelijk weinig voor. De vermindering in de visschade door later inschakelen van de turbines wordt op jaarbasis geschat op aanzienlijk minder dan 1%. Exacte gegevens hierover kunnen slechts berekend worden indien langere meetreeksen van afvoeren en bijbehorende visschade-cijfers beschikbaar zijn.

### 5.5.3 Zuurstofbehoefte

De streefwaarde voor opgelost zuurstof, noodzakelijk voor aquatisch leven, is 5 mg/l. Voor oppervlaktewater geschikt voor zalmachtigen wordt een norm van 7 mg/l gehanteerd. Deze waarden worden op het moment regelmatig onderschreden. Het voorgenumen alternatief gecombineerd met de autonome ontwikkeling van de waterkwaliteit resulteert in een zuurstofgehalte boven de 7 mg/l.

Onderschrijding van de zuurstofnorm hoeft niet te betekenen dat er direct sterfte onder de waterorganismen optreedt. De tijdsduur en de mate van onderschrijding is bepalend voor het effect. Bovendien is de gevoeligheid voor lage zuurstofconcentraties niet voor elk organisme gelijk (volwassen vis kan een korte zuurstofarme periode gemakkelijker overleven dan hun jongere soortgenoten). Brits onderzoek naar het overleven van zalmsmolts bij lage zuurstofgehalten laat zien dat bij een zuurstofgehalte van 3,3 mg/l 50% van de jonge zalm binnen 3 dagen sterft (Alabaster e.a., 1979).

#### 5.5.4 Stroomopwaartse migratie van vis

De stroomopwaartse migratie van vis wordt in de autonome ontwikkeling mogelijk gemaakt door de aanleg van een vispassage (waarvan de functie t.z.t. mogelijk wordt overgenomen door het Waterpark Bosscherveld in relatie tot het Plan Grensmaas). Bij een juist ontwerp van de vistrap ten opzichte van het uitlaatkanaal van de waterkrachtcentrale zal de vis-aantrekkende werking van de waterkrachtcentrale een gunstige invloed kunnen hebben op de werking van de vispassage. Ook het ontwerp van het uitlaatkanaal van de centrale zal daarom reeds zo veel mogelijk op de voorziene vispassage moeten worden afgestemd. Bij afvoeren van beneden de 30 m<sup>3</sup>/s, wanneer de centrale wordt afgeschakeld, is dit effect echter niet aanwezig, en zal de vis juist meer moeite hebben de vispassage te vinden. Een oplossing voor dit probleem is echter te vinden in een uitgekiend ontwerp van de vistrap in samenhang met de centrale, zoals bijvoorbeeld weergegeven in Figuur 3.8.

#### 5.5.5 Conclusies

De schade aan vis veroorzaakt door de aanleg van een derde waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen bedraagt voor aal 20%, voor schubvis algemeen 14% en voor zeeforelsmolts 12%. De waterkrachtcentrale te Borgharen neemt hiervan 5% van de aalschade voor haar rekening, 5% van de schubvischade en 4% van de smoltsschade. Schade aan standvis bedraagt 5%. De effecten op de totale populaties zijn niet bekend, wel is er sprake van een dalende aalstand sinds 1980, wordt jonge zalm en zeeforel uitgezet in het kader van herintroductie en kennen enkele standvissoorten kritische populaties.

Bovenstaande schadecijfers zijn bepaald met behulp van de minst ongunstige inrichting van de waterkrachtcentrale, bestaande uit twee turbines waarvan eerst turbine 1 tot het maximale vermogen wordt ingezet, en vervolgens het water bij groter debiet gelijkmatig over beide turbines wordt verdeeld (regime 2B). De berekende schadecijfers moeten gezien worden als een grove benadering, gezien de onzekerheid in de exacte vergelijkbaarheid van de situatie bij de centrales in Linne en Borgharen.

Uit bovengenoemd onderzoek naar de zuurstofbehoefte kan worden afgeleid dat een overschrijding tot 5 mg/l voor enkele dagen geen grote sterfte tot gevolg heeft. Wordt het zuurstofgehalte onverwacht lager dan 5 mg/l of duurt een overschrijding tussen 5 en 7 mg/l langer dan circa 5 dagen, dan is het aan te bevelen maatregelen te treffen ten behoeve van afvoer over de stuw en daarmee extra aëratie van het water.

De aanleg van Waterpark Bosscherveld in het kader van het plan Grensmaas, en - als voorlopige maatregel vooruitlopend daarop - de aanleg van een vistrap over het Bosscherveld, zijn bedoeld om bij te dragen aan de opheffing van de compartimentering door verstuwing van de Maas. De waterkrachtcentrale daarentegen versterkt de compartimentering weer.

Aangezien de populatiedynamiek in de Maas van enkele belangrijke prioritaire vissoorten zoals zalm en zeeforel niet bekend is, gezien het geringe voorkomen van deze soorten, kan nog geen uitspraak gedaan worden over de mate waarin de ontwikkeling van zelfstandige levensvatbare populaties door de migratiebeperkende werking van de waterkrachtcentrale wordt belemmerd. Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk. Dergelijk onderzoek zou tevens zicht kunnen geven op de effectiviteit van eventuele compenserende maatregelen om de

populatie-ontwikkeling van deze vissoorten te bevorderen, zoals het aanleggen van paaibedden en opgroeiplaatsen.

## **5.6 Wateroverlast en externe veiligheid**

### **Wateroverlast en bescherming tegen overstroming**

Zoals in paragraaf 5.2.5 is beschreven, heeft de waterkrachtcentrale Borgharen een verwaarloosbare invloed op de waterstanden. Een grotere wateroverlast is ten gevolge van de waterkrachtcentrale in bedrijf dan ook niet te verwachten, noch ten opzichte van de huidige situatie, noch vergeleken bij de autonome ontwikkeling inclusief Plan Grensmaas.

### **Beïnvloeding scheepvaart**

De beïnvloeding van de scheepvaart door de waterkrachtcentrale in bedrijf is beschreven onder 5.2.2. De verwachting is dat de veiligheid van de scheepvaart niet noemenswaard door de waterkrachtcentrale in bedrijf zal worden beïnvloed.

### **Golfvorming, afkalving**

Het onderhoud van oevers en beschoeiingen in de directe nabijheid van de waterkrachtcentrale zal onder invloed van de werking van de waterkrachtcentrale mogelijk groter moeten zijn dan thans. Hiermee wordt echter in het ontwerp van de constructies rekening gehouden.

## **5.7 Geluid**

### **Akoestische consequenties van de waterkrachtcentrale**

Teneinde inzicht te verkrijgen in de akoestische consequenties van de waterkrachtcentrale zijn de in de omgeving te verwachten geluidemissieniveaus bepaald. Bij de berekening is gebruik gemaakt van de methoden zoals omschreven in de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai", IL-HR-13-01 (klasse C). De berekeningen zijn uitgevoerd ter plaatse van discrete posities en, indien van toepassing, in de vorm van geluidcontouren. Met betrekking tot de discrete posities wordt uitgegaan van de meetposities, welke eveneens zijn gehanteerd in verband met het referentieniveau van het omgevingsgeluid, aangevuld met enkele posities ter plaatse van geluidgevoelige bestemmingen. Meetpositie 1 is hierbij buiten beschouwing gelaten daar deze is gesitueerd op de plaats van de geprojecteerde waterkrachtcentrale. De gehanteerde posities worden aangeduid in Figuur 4.9. Bij de berekeningen is een ontvan-gerhoogte van 5 meter boven plaatselijk maaiveld gehanteerd.



## Gebruiks- en beheerfase

Met behulp van een computerrekenmodel zijn de te verwachten  $L_{Aeq}$ -niveaus ten gevolge van de waterkrachtcentrale in de gebruiks- en beheerfase berekend. Op grond van de voorgenomen bedrijfsvoering kan worden gesteld dat de etmaalwaarde van de geluidbelasting bepaald wordt door het  $L_{Aeq}$ -niveau gedurende de nachtperiode. In Tabel 5.7 worden de ter plaatse van de beschouwde rekenposities optredende  $L_{Aeq}$ -niveaus (voor de dag-, de avond- en de nachtperiode) en de daarop gebaseerde geluidbelastingen weergegeven.

De berekeningen zijn eveneens uitgevoerd in de vorm van geluidcontouren. In Figuur 5.18 worden de berekende  $L_{Aeq}$ -contouren welke van toepassing zijn op zowel de dag-, de avond- als de nachtperiode weergegeven. In Figuur 5.19 worden de geluidbelastingcontouren ( $B_i$  in dB(A) etmaalwaarde), bepaald door de berekende  $L_{Aeq}$ -contouren voor de nachtperiode, weergegeven.

De berekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van een maximaal debiet over de waterkrachtcentrale (200 m<sup>3</sup>/s). Bij lagere debieten zullen de  $L_{Aeq}$ -niveaus (enigszins) lager zijn. De weergegeven berekende waarden (in discrete posities en de geluidcontouren) geven inzicht in de maximaal optredende  $L_{Aeq}$ -niveaus.

Positie (Figuur 4.9)	Berekende $L_{Aeq}$ in dB(A)	Geluidbelasting $B_i$ in dB(A) etmaalwaarde
2	40	50
3	24	34
4	33	43
5	21	31
6	27	37
7	19	29

Tabel 5.7 Overzicht rekenresultaten voorgenomen activiteit (positie 1 = lokatie waterkrachtcentrale)

De berekende  $L_{Aeq}$ -niveaus ter plaatse van de posities 2 t/m 5 en 7 zijn lager dan de gemeten  $L_{95}$ -niveaus bij debieten over de stuw van 150 en 300 m<sup>3</sup>/s. Op geringe afstand van de waterkrachtcentrale (positie 2, afstand tot de waterkrachtcentrale ca. 65 meter) is het berekende  $L_{Aeq}$ -niveau 4 à 9 dB lager (afhankelijk van het debiet over de stuw) dan de gemeten  $L_{95}$ -niveaus. Op grotere afstand van de waterkrachtcentrale (de posities 3 t/m 5 en 7) zijn de berekende  $L_{Aeq}$ -niveaus minimaal 19 dB lager dan de gemeten  $L_{95}$ -niveaus. Gesteld kan worden dat het berekende  $L_{Aeq}$ -niveau significant lager is dan het referentie-niveau van het omgevingsgeluid.

Ter plaatse van geluidgevoelige bestemmingen wordt een  $L_{Aeq}$ -niveau ten gevolge van de voorgenomen activiteit berekend van maximaal 33 dB(A), overeenkomend met een geluidbelasting van maximaal 43 dB(A) etmaalwaarde.

Opgemerkt dient te worden dat ten gevolge van de voorgenomen activiteit het debiet over de stuw lager zal worden. Hierdoor zal het geluidniveau ten gevolge van de stuw tijdens bedrijf met de waterkrachtcentrale eveneens lager worden of maximaal gelijk blijven.

Verwacht wordt dat ten gevolge van de voorgenomen activiteit het totale geluidniveau (ten gevolge van stuw en waterkrachtcentrale tezamen) in de omgeving zal afnemen of in het uiterste geval gelijk zal blijven.

Tabel 5.8 geeft een overzicht van het geluidniveau in de omgeving van de voorgenomen activiteit.

$Q \leq 30 \text{ m}^3/\text{s}$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief
$30 < Q \leq \pm 1100 \text{ m}^3/\text{s}$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is lager dan of gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief
$\pm 1100 \text{ m}^3/\text{s} < Q$ :	totale geluidniveau na realisatie voorgenomen activiteit is gelijk aan het geluidniveau voor het nulalternatief

Tabel 5.8 Geluidniveau in de omgeving van de centrale

## 5.8 Ruimtegebruik

De invloed van de waterkrachtcentrale in bedrijf op het ruimtegebruik is beperkt tot de oppervlakte van het bedrijfsterrein van de waterkrachtcentrale, en bedraagt ca 3 ha. Voorts nemen de aan- en afvoerkanalen een oppervlakte van enige hectaren in. Deze oppervlakte zal onttrokken worden aan het huidige landbouwkundige gebruik.

## 5.9 Verkeer

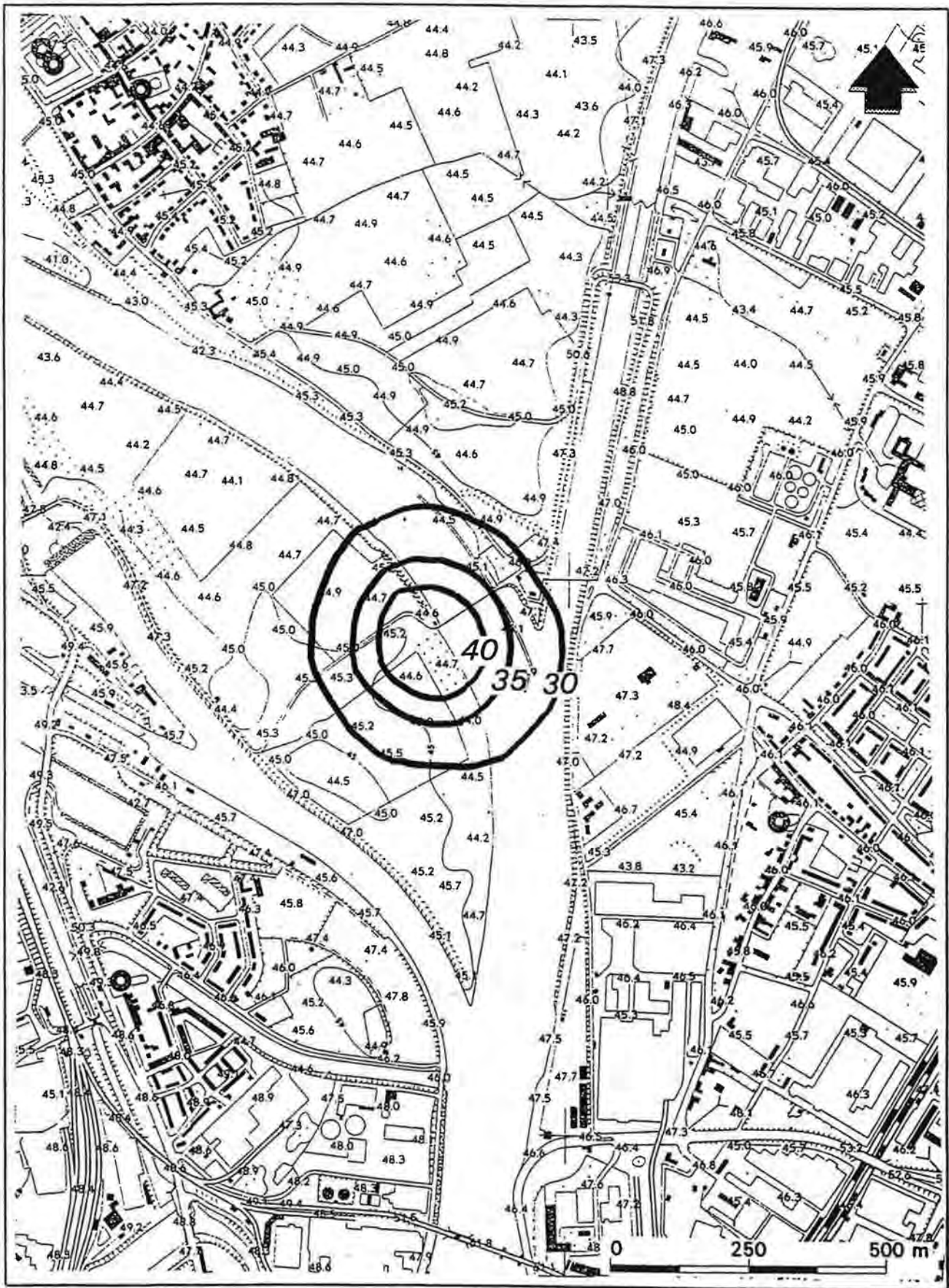
### Verkeer te land

Een dienstweg zal door het Bosscherveld beschikbaar moeten blijven. Deze heeft geen doorgaand karakter, en zal dus de verkeersinfrastructuur niet beïnvloeden.

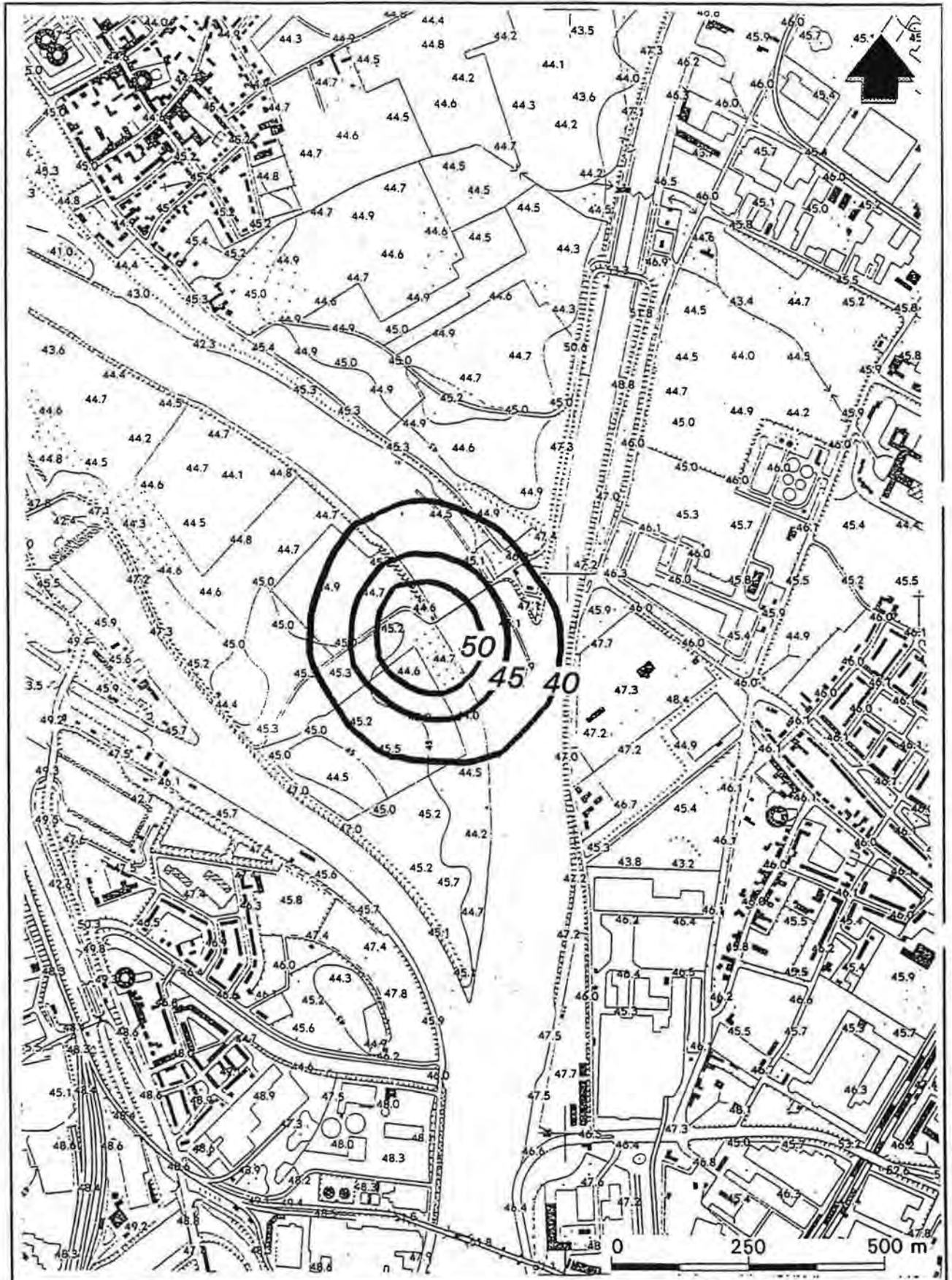
### Verkeer te water

Om de hinder voor de scheepvaart in de situatie met waterkrachtcentrale te kunnen beoordelen zijn de dwarsstroomcomponenten bepaald langs de vaarbaan voor de opvaart, zowel bij het stationaire stroombeeld bij werkende centrale (Figuur 5.1) als bij het tijdelijke stroombeeld dat bij een uitval van de centrale (translatiegolf, Figuur 5.3) ontstaat.

De dwarsstroomcomponenten bij stationaire stroming zijn vergeleken met die in de huidige situatie zonder waterkrachtcentrale (paragraaf IV.3). Bij de maatgevende afvoer van ca 1000  $\text{m}^3/\text{s}$  is de hinder voor de scheepvaart in de situatie met werkende waterkrachtcentrale wezenlijk minder: de stroming heeft voor de kanaalmond ongeveer hetzelfde verloop, maar is in de situatie met waterkrachtcentrale 20% zwakker. Bij het plotseling volledig uitvallen van de centrale ontstaat bij de kanaalmond orde 0,1 m/s dwarsstroom (Figuur 5.3); deze is tegengesteld aan de stationaire dwarsstroom (Figuur 5.1 of Figuur 5.2).



Figuur 5.18 Ligging  $L_{Aeq}$ -contouren ten gevolge van de voorgenomen activiteit (Adviesbureau Peutz & Ass.)



Figuur 5.19 Ligging geluidbelastingcontouren (in dB(A) etmaalwaarde) ten gevolge van de voorgenomen activiteit (Adviesbureau Peutz & Ass.)

De translatiegolven die worden veroorzaakt door het schutten bij Born en door het manipuleren met de centrale te Lixhe zijn in beide situaties (wel / geen waterkrachtcentrale) gelijk. Ze geven dwarsstroom bij de mond van het Julianakanaal, maar die bedraagt maximaal circa 0,1 m/s. De hinder door deze golven is slechts een fractie van de hinder die door de stationaire stroming wordt veroorzaakt, ondanks het feit dat de golven dagelijks diverse malen optreden.

Volledigheidshalve worden nog enige opmerkingen gemaakt over de situatie bij een Maasafvoer van rond de 200 m<sup>3</sup>/s. Deze situatie is interessant, omdat deze veel vaker voorkomt dan de voor de scheepvaart maatgevende stromingssituatie (1000 m<sup>3</sup>/s) en de gehele afvoer dan door de centrale gaat. In dat geval is de stationaire stroming bij de kanaalmond heel zwak (Figuur 5.2). De schutgolven van Born kunnen dan domineren over de stationaire stroming, en een beeld geven dat bij de kanaalmond overeenkomt met het beeld volgens Figuur 5.3. Uit de huidige praktijk is bekend dat de schepen van deze golven weinig of niets merken. Dat zal dus naar verwachting ook gelden voor het sterk overeenkomende geval waarbij de centrale plotseling uitvalt.

Opgemerkt wordt dat in de sluis van Limmel regelmatig schadevaringen optreden, d.w.z. de sluis wordt aangevaren. Mogelijk is dit het gevolg van een combinatie van translatiegolven, groene sluis, slechte geleidingswerken, en geringe kielspeling (en daardoor geringe manoeuvreerbaarheid). Dit wordt thans onderzocht in het kader van het project De Maaswerken (Maasroute).

Hiervoor is al aangegeven dat de translatiegolf bij centrale-uitval - hetgeen op zich onwaarschijnlijk is - een merkbaar langsverhang in het voorste deel van het Julianakanaal kan geven. Zolang de centrale in bedrijf is, en dus kan uitvallen, zullen daar echter geen schepen afgemeerd liggen, omdat de schutsluis Limmel aan beide zijden openstaat. Als verderop in het kanaal schepen liggen, bijvoorbeeld bij het industrieterrein, dan zullen deze schepen extra stevig zijn afgemeerd, omdat ze rekening houden met de zuiging van passerende scheepvaart. Schepen die op deze wijze zijn afgemeerd, zullen geen wezenlijke hinder ondervinden van een eventuele (inmiddels al wat afgevlakte) translatiegolf van de centrale. Door de steilheid van de translatiegolf kunnen schepen die juist op dat moment de sluis van Limmel invaren mogelijk last ondervinden van deze situatie (zie paragraaf 5.2.2); dit geldt mogelijk ook voor grotere schepen die op dat moment langs de linkeroever van de Maas onder de spoorbrug bij Maastricht afvarig zijn.

Samengevat kan worden gesteld dat de werkende waterkrachtcentrale een uit het oogpunt van scheepvaart gunstige invloed heeft op het stationaire stroombeeld, en dat de invloed van mogelijke translatiegolven gering is. De centrale geeft dus geen aanleiding tot meer hinder dan de scheepvaart in de huidige situatie zonder centrale ondervindt. Voorwaarde is dat de toeleiding naar de centrale een zodanige vormgeving krijgt dat de stroom langs de westelijke oever blijft aanliggen. Dit is ook een wezenlijke eis voor het goed functioneren van de centrale. Bij het normale centrale-bedrijf zullen de debietveranderingen geleidelijk verlopen en nagenoeg geheel worden gecompenseerd door bijstelling van de stuw. De golven die dan ontstaan (de normale bedrijfsgolven) zullen waarschijnlijk van zeer ondergeschikt belang zijn. Ook de invloed van het uitvallen van één turbine zal kleiner zijn dan de invloed van de thans al aanwezig translatiegolven. De eventuele realisatie van het waterpark Bosscherveld en van een vistrap zal niet leiden tot andere conclusies.

## 5.10 Landschappelijke waarden

De landschappelijke waarde van het Bosscherveld ter plaatse van de voorgenomen activiteit kan door de waterkrachtcentrale enigszins worden beïnvloed. Hieraan zal bij de landschappelijke inpassing, bijvoorbeeld door middel van beplanting, aandacht besteed worden. Bij uitvoering van het Plan Grensmaas betekent dit dat natuur en cultuur op een goede wijze in overeenstemming gebracht zullen worden.

## 5.11 Emissies energie-opwekking

Het vermogen van een waterkrachtcentrale is afhankelijk van het debiet dat door de turbines stroomt, de netto-valhoogte over de turbines en het rendement van de turbine-generator-eenheden. In dit stadium is de energie-opbrengst nog niet nauwkeurig aan te geven. Uitgaande van een tweetal extreme scenario's mag worden aangenomen dat de energie-opbrengst per jaar varieert van circa 25 GWh tot circa 31 GWh, met een langdurig-gemiddelde opbrengst van circa 30 GWh (uitgaande van een theoretisch optimaal gedrag van de centrale).

In de Maas zijn te Linne en Alphen al waterkrachtcentrales in werking. Met het mogelijk uitbreiden van deze milieuvriendelijke manier van energiewinning te Borgharen is eventueel een verdere reductie op het gebruik van fossiele brandstoffen mogelijk. In dit MER is een kwantificering van bespaarde emissies gemaakt ten opzichte van energie-opwekking met behulp van fossiele brandstoffen (zie tabel 3.2).

## 6 Vergelijking alternatieven

### 6.1 Algemeen

Cruciaal onderdeel van een MER is (zie Wet milieubeheer, art. 7.10, lid 1f):

*"Een vergelijking van de beschreven te verwachten ontwikkeling van het milieu met de beschreven gevolgen voor het milieu van de voorgenomen activiteit, alsmede met de beschreven gevolgen voor het milieu van elk der in beschouwing genomen alternatieven".*

Dit houdt in dat de milieu-effecten van de voorgenomen activiteit en de alternatieven onderling en met de referentiesituatie moeten worden vergeleken. Doel van deze vergelijking is inzicht te geven in de mate waarin de positieve en negatieve effecten van de voorgenomen activiteit en de alternatieven verschillen.

Bij de vergelijking moeten doelstellingen en grens- en streefwaarden van het milieubeleid worden betrokken.

De voorspelde gevolgen van de voorgenomen activiteit en de alternatieven daarvoor worden in dit hoofdstuk vergeleken, tegen de achtergrond van normen en uitgangspunten van het milieubeleid. De effectentabel (Tabel 6.1) geeft een overzicht van de effecten van de beschouwde alternatieven. Deze worden hieronder nogmaals kort beschreven.

### 6.2 Beschrijving van de alternatieven

- HS Huidige Situatie. Dit alternatief beschrijft de huidige situatie. Zie 4.2.
- RS1 Referentie-situatie 1. Dit alternatief beschrijft het Nul-alternatief met autonome ontwikkeling in de bestaande situatie. In de autonome ontwikkeling verandert dan nagenoeg alleen de waterkwaliteit, en wordt een vistrap voorzien. Zie 4.3.
- RS2 Referentie-situatie 2. Dit alternatief beschrijft de autonome ontwikkeling als er van uitgegaan wordt dat de natuurontwikkelingsplannen inmiddels uitgevoerd zijn. In deze situatie is behalve de autonome ontwikkeling in de waterkwaliteit tevens het verval over de stuw toegenomen, is het overstromingsrisico afgenomen, en is de landschappelijke inbedding gewijzigd in een meer natuurlijke begroeiing. Zie 4.4.
- VA1 Voorgenomen activiteit 1. Dit alternatief beschrijft de effecten van de voorgenomen activiteit, er van uitgaande dat de Grensmaasplannen (nog) niet zijn gerealiseerd. Wel wordt een vistrap over het Bosscherveld voorzien.
- VA2 Voorgenomen activiteit 2. Dit alternatief beschrijft de effecten van de voorgenomen activiteit, er van uitgaande dat de Grensmaasplannen inmiddels zijn gerealiseerd. Kenmerk hiervan is ondermeer de aanleg van een waterpark op het Bosscherveld.

- MMA<sub>natuur</sub>1 Meest milieu-vriendelijk alternatief 1. Alternatief er van uitgaande dat de Grensmaasplannen (nog) niet zijn gerealiseerd, waarbij in de periode tot 2010 bij voorkomende zuurstofgehalten aanhoudend lager dan de zalm-norm (7 mg/l), minder water door de waterkrachtcentrale geleid wordt, om extra beluchting door de stuw mogelijk te maken, en waarbij de waterkrachtcentrale gedurende zes weken in de trekperiode van stroomafwaarts migrerende aal en eventueel eveneens in de trekperiode van smolts buiten dienst wordt gesteld.
- MMA<sub>natuur</sub>2 Meest milieu-vriendelijk alternatief 2. Alternatief er van uitgaande dat de Grensmaasplannen inmiddels zijn gerealiseerd, waarbij in de periode tot 2010 bij voorkomende zuurstofgehalten aanhoudend lager dan de zalm-norm (7 mg/l), minder water door de waterkrachtcentrale geleid wordt, om extra beluchting door de stuw mogelijk te maken, en waarbij de waterkrachtcentrale gedurende zes weken in de trekperiode van stroomafwaarts migrerende aal en eventueel eveneens in de trekperiode van smolts buiten dienst wordt gesteld.

### 6.3 Vergelijking van de alternatieven

Tabel 6.1 geeft een samenvatting van de effecten van de alternatieven. Uiteraard kunnen de verschillende effecten op één alternatief niet bij elkaar opgeteld worden, om deze te vergelijken met een ander alternatief, aangezien de betekenis van de effecten dan meegewogen zou moeten worden. Dit is echter een verantwoordelijkheid voor de besluitvormers. Tabel 6.1 is bedoeld om een dergelijke afweging op verantwoorde wijze mogelijk te maken.

De toekenning van één, twee of drie plussen of minnen geeft een beeld van de ernst van de effecten; deze toekenning heeft op kwalitatieve wijze plaatsgevonden om de effecten van de verschillende alternatieven op een bepaald aspect onderling te kunnen vergelijken. Voor een meer kwantitatieve effectbepaling wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van dit MER.

Voor de vergelijking van de alternatieven is de autonome ontwikkeling zonder uitvoering Grensmaasplannen (RS1) als referentie genomen. De effecten zijn op alle aspecten voor dit alternatief op nul gesteld.

#### 6.3.1 Tijdelijke effecten

##### Beïnvloeding milieukwaliteit bovengrond

De milieukwaliteit van de bovengrond laat thans te wensen over, maar verbetert bij uitvoering van de Grensmaasplannen (RS2). Ook bij realisatie van de waterkrachtcentrale zal vervuilde grond worden verwijderd, waardoor de milieukwaliteit van de bovengrond ter plaatse verbetert. In het MMA wordt er van uit gegaan dat vervuilde bovengrond geheel wordt afgevoerd, hetgeen een licht positief effect heeft op de milieukwaliteit van de bovengrond.



Ingrep	Effect	huidige situatie	autonome ontwikkeling zonder Grensmaasplan	autonome ontwikkeling met Grensmaasplan	voorgenomen activiteit zonder Grensmaasplan	voorgenomen activiteit met Grensmaasplan	meest milieuvriendelijk alternatief zonder Grensmaasplan	meest milieuvriendelijk alternatief met Grensmaasplan
		HS	RS1	RS2	VA1	VA2	MMA1 natuur	MMA2 natuur
<b>effecten aanlegfase (tijdelijk)</b>								
Ontgronding	Beïnvloeding milieukwaliteit bovengrond	0	0	+	0	+	+	+
Aanbrengen wanden/schermen	Beïnvloeding stroming oppervlaktewater	0	0	0	0	0	0	0
	Beïnvloeding erosie/sedimentatie	0	0	0	0	0	0	0
Bemaling	Wateronttrekking	0	0	0	-	-	-	-
	Beïnvloeding grondwaterstroming	0	0	0	0	0	0	0
Tijdelijke ontsluiting	Bouwverkeer	0	0	0	-	-	-	-
	Geluid (bouwverkeer)	0	0	0	0	0	0	0
	Verkeershinder	0	0	0	-	-	-	-
<b>effecten gebruik</b>								
Verlegging waterstroom stuw -> centrale	Beïnvloeding zuurstofgehalte direct benedenstrooms van de stuw	-	0	+	-1)	0 1)	0	+
	Beïnvloeding scheepvaarthinder	0	0	0	0	0	0	0
	Beïnvloeding vismigratie door sterfte en/of beschadiging	-	0	0	--	--	-	-
Beïnvloeding peil bovenstrooms	Translatiegolven	0	0	0	0	0	0	0
	Gemiddelde afwijking overeengekomen stuwpeil	0	0	0	0	0	0	0
Milieu-effecten conventionele centrales	Energiebesparing	0	0	0	++	+++	+ 2)	++ 2)
	NOx + SO2 emissies; thermische vervuiling	0	0	0	++	+++	+ 2)	++ 2)
Nieuwe geluidsbron	Geluidshinder	0	0	0	+	+	+	+
Nieuwe lozingsbron	Waterverontreiniging	0	0	0	0	0	0	0
Verwijdering drijfvuil	Vermindering drijfvuil in Maas	0	0	0	+	+	+	+
Nieuw gebouwd object in winterbed	Beïnvloeding overstromingsrisico	0	0	+	0	+	0	+
	Beïnvloeding landschappelijke kwaliteit	0	0	+	0	+	0	+

- ongunstig milieu/natuur-effect
- enigszins ongunstig milieu/natuur-effect
- 0 verwaarloosbaar / n.v.t.
- + enigszins gunstig milieu/natuur-effect
- ++ gunstig milieu/natuur-effect
- +++ zeer gunstig milieu/natuur-effect

1) tot ca 2010 kunnen de zuurstofgehalten nog onder de zalmnorm komen; na 2010 is door de autonome verbetering van de waterkwaliteit geen overschrijding van de zalmnorm meer te verwachten

2) tot ca 2010 (wegens tijdelijk afschakelen van de turbines bij lage zuurstofgehalten); daarna ++ of +++

Tabel 6.1 Vergelijking van de alternatieven.

De toekenning van één, twee of drie plussen of minnen geeft een beeld van de ernst van de effecten; deze toekenning heeft op kwalitatieve wijze plaatsgevonden om de effecten van de verschillende alternatieven op een bepaald aspect onderling te kunnen vergelijken. Voor een meer kwantitatieve effectbepaling wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van dit MER.

Voor de vergelijking van de alternatieven is de autonome ontwikkeling zonder uitvoering Grensmaasplannen (RS1) als referentie genomen. De effecten zijn op alle aspecten voor dit alternatief op nul gesteld.

### **Beïnvloeding stroming oppervlaktewater**

De stroming van het oppervlaktewater wordt niet noemenswaard beïnvloed door het aanbrengen van schermen en wanden voor de waterkrachtcentrale.

### **Beïnvloeding erosie/sedimentatie**

Ook in het erosie/sedimentatiepatroon wijzigt nagenoeg niets als gevolg van één van de alternatieven.

### **Wateronttrekking**

De wateronttrekking voor de aanleg van de bouwput is gering, maar is niettemin aangemerkt als een licht negatief effect. De hoeveelheid te onttrekken water overschrijdt de 2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar niet.

### **Beïnvloeding grondwaterstroming**

De grondwaterstroming wordt niet noemenswaard de beperkte bemaling bij de bouw van de waterkrachtcentrale beïnvloed. Door de grindige bodem zijn de grondwaterstanden en -stroming volledig afhankelijk van het oppervlaktewaterpeil in de Maas. Deze zullen dan ook niet door de bemaling wijzigen.

### **Bouwverkeer**

Enige invloed van bouwverkeer zal bij de aanleg van de waterkrachtcentrale in alle gevallen plaatsvinden. Hiervoor zal de toegangsweg tijdelijk verlegd worden. Het bouwverkeer zal geconcentreerd zijn in de perioden dat beton gestort wordt.

### **Geluid (bouwverkeer)**

Met het tijdelijke bouwverkeer is nauwelijks of geen geluidshinder gemoeid, aangezien de bouwlocatie buiten directe gehoorsafstand van woningen is gelegen.

### **Verkeershinder**

Verkeershinder zal in geringe mate optreden, eveneens geconcentreerd in de periode dat beton gestort wordt. De vrachtautobewegingen zijn echter beperkt tot enkele malen per dag.

### 6.3.2 Effecten gebruik

#### Beïnvloeding zuurstofgehalte direct benedenstrooms van de stuw

Het zuurstofgehalte onderschrijdt de zalm-norm (7 mg/l) thans nog gemiddeld 45 dagen per jaar, in perioden met weinig afvoer in de zomer. In de autonome ontwikkeling 1 (RS1, 2010) wordt verwacht dat geen onderschrijdingen meer optreden. Wordt er van uitgegaan dat als de Grensmaasplannen doorgang vinden, de zuurstofhuishouding nog verder zal verbeteren door de afstroming over grindbedden van het Bosscherveld. Bij de voorgenomen activiteit treedt iets minder zuurstofinslag op bij de stuw, maar, uitgaande van de autonome ontwikkeling (2010), zal dit niet leiden tot onderschrijding van de zalm-norm. In de periode tot 2010 kunnen echter nog wel - afnemend - onderschrijdingen voorkomen. In het MMA is voorzien dat in deze gevallen meer water over de stuw geleid wordt, zodat maximaal gebruik kan worden gemaakt van de beluchtende werking van de stuw. Bij zeer lage zuurstofgehalten in het van Eijsden aanstromende rivierwater, is zelfs afschakelen van de waterkrachtcentrale echter niet afdoende (vergelijk HS).

#### Beïnvloeding scheepvaarthinder

Scheepvaarthinder zal door de waterkrachtcentrale in werking niet optreden.

#### Beïnvloeding vismigratie door sterfte en/of beschadiging

De beïnvloeding van de visstand door de waterkrachtcentrale is afhankelijk van de zuurstofhuishouding en van de visshade in de turbines. In de autonome ontwikkeling (RS1 en RS2, 2010) zal door de verbeterde zuurstofhuishouding de visstand minder last hebben van te lage zuurstofconcentraties in de zomer dan in de huidige situatie. Bij de voorgenomen activiteit (VA1 en VA2) is schade door de turbines niet te voorkomen (ongeveer 5 % van alle vissoorten). Door de verbeterende zuurstofhuishouding in de autonome ontwikkeling zal de visstand in de Grensmaas zich echter weer enigszins kunnen herstellen. In het MMA worden de effecten van de te lage zuurstofconcentraties zoveel mogelijk tegengegaan en zijn de effecten op de visstand vooral beperkt tot de schade door de turbines. De schade aan aal wordt in het MMA bovendien grotendeels voorkomen door de centrale tijdens de migratieperiode van aal buiten werking te stellen. Hierdoor wordt het overlevingspercentage van aal bij de waterkrachtcentrale Borgharen naar schatting vergroot van ca 95 % tot 97 à 98 %.

Effecten op de stroomopwaartse migratie van de waterkrachtcentrale (uitgaande van de aanleg van vispassage) zijn minimaal door de uitgekiende afstemming van het ontwerp van vispassage op dat van de waterkrachtcentrale.

#### Translatiegolven

Translatiegolven als gevolg van de werking of de afschakeling van de centrale zullen nauwelijks of geen effect veroorzaken voor de scheepvaart; uitsluitend schepen die in het onwaarschijnlijke geval van noodstop juist op dat moment de sluis van Limmel invaren kunnen mogelijk enige last ondervinden van de steilheid van de dan optredende translatiegolf.

### **Gemiddelde afwijking overeengekomen stuwpeil**

Het overeengekomen stuwpeil zal door de ingreep niet veranderen. Het beheer van de waterkrachtcentrale wordt volledig afgestemd met het beheer van de stuw.

### **Uitstoot CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, vliegias en thermische vervuiling**

Het gebruik van fossiele brandstoffen kan door de werking van de waterkrachtcentrale afnemen, en daarmee ook de uitstoot van luchtvervuilende gassen en vliegias. Door de toegenomen valhoogte na uitvoering van het plan Grensmaas is dit effect het grootst in de voorgenomen activiteit bij uitgevoerd Grensmaasplan (VA2); deze toegenomen valhoogte compenseert ruim het verminderde rendement doordat een gedeelte van het Maasdebiet over het waterpark Bosscherveld wordt geleid. Door het deels naar de stuw leiden van water in de perioden van lage zuurstofgehalten tot 2010 in het MMA, is dit effect in het MMA iets minder groot dan in de VA.

### **Geluidshinder**

De geluidshinder, zo daar al van gesproken kan worden, als gevolg van de waterkrachtcentrale is minimaal. Het geluid van het over de stuw vallende water overstemt het geluid van de centrale zelf. Aangezien bij de waterkrachtcentrale in werking minder water over de stuw gaat, zal het geluidsniveau afnemen. Dit is in de Tabel 6.1 weergegeven met een plus.

### **Waterverontreiniging**

Waterverontreiniging wordt door de waterkrachtcentrale niet veroorzaakt.

### **Vermindering drijfvuil in de Maas**

De krooshekreinigingsinstallatie verwijdert jaarlijks 60 ton drijfvuil uit het rooster van het krooshek. Dit kan worden gewaardeerd als een aanzienlijke bijdrage in de verwijdering van vuil uit de Maas.

### **Beïnvloeding overstromingsrisico**

Het overstromingsrisico zal door de waterkrachtcentrale niet vergroot worden (VA1, VA2). In tegendeel, zeker na uitvoering van de weerdverlaging in het Bosscherveld in het kader van het natuurontwikkelingsplan Grensmaas, zal het niveau van extreme hoogwaters aanzienlijk dalen (RS2, VA2, MMA2).

### Beïnvloeding landschappelijke kwaliteit

De landschappelijke kwaliteit zal door de aanwezigheid van de waterkrachtcentrale niet wezenlijk beïnvloed worden. Naast het kunstwerk van de stuw Borgharen zal de waterkrachtcentrale weinig opvallen. Indien gewenst kan met landschappelijke beplanting inpassing in het landschap worden bevorderd. De veranderingen in het landschap als gevolg van het natuurontwikkelingsplan Grensmaas (RS2, VA2, MMA2) zijn hier positief gewaardeerd, aangezien ze een bijdrage leveren aan de functionele herkenbaarheid van het rivierbed.

#### 6.3.3 Conclusie

Uit de vergelijking van effecten in Tabel 6.1 blijkt dat de waterkrachtcentrale Borgharen weinig negatieve milieu-effecten heeft. Het positieve milieu-effect van de centrale is de reductie in het verbruik van fossiele brandstoffen, en de daarbij behorende reductie in de uitstoot van luchtvervuilende stoffen. Voorts levert de waterkrachtcentrale een bijdrage aan het verwijderen van drijfvuil uit de rivier de Maas. Belangrijke effecten bij de aanleg worden niet verwacht, behoudens enige hinder van bouwverkeer gedurende zeer beperkte perioden. De geluidsbelasting zal afnemen bij in werking zijnde centrale.

Negatief effect is de schade aan de visstand, met name door mortaliteit in de turbines. Deze schade wordt bij Borgharen op grond van ruwe berekeningen geschat op 5 % van de stroomafwaarts migrerende vis. In het MMA wordt deze schade aan aal beperkt tot 2 à 3 % als gevolg van het afschakelen van de centrale tijdens de stroomafwaartse aantrekperiode.

De zuurstofgehalten benedenstrooms van de stuw en waterkrachtcentrale zullen in de komende jaren (autonome ontwikkeling) verbeteren. Echter, bij in werking zijnde centrale en bij lage afvoeren zal deze verbetering aanvankelijk mogelijk minder groot zijn. In het Maastraject benedenstrooms van de stuw Borgharen neemt overigens de zuurstofconcentratie in het Maaswater door beluchting bij afspoeling over grindbanken snel weer toe, zodat de norm voor zalm-achtigen (7 mg/l) slechts over korte afstand wordt onderschreden. Na eventuele realisatie van het Grensmaasproject zal de zuurstofhuishouding zowel met als zonder waterkrachtcentrale in bedrijf ruimschoots voldoen aan de zuurstofnorm voor zalm-achtigen. In het MMA<sub>natuur</sub> is aangegeven dat voor de periode, dat de zuurstofconcentraties nog te wensen over laten (tot ca 2010), meer water over de stuw wordt geleid, hetgeen meer beluchting teweeg brengt. Dit leidt ertoe dat de centrale jaarlijks enkele weken in deellast draait. Het negatieve effect van te lage zuurstofgehalten tot ca 2010 wordt hierdoor tot een minimum beperkt.

## 7 Leemten in kennis en evaluatie

### 7.1 Leemten in kennis

Wat betreft de volgende aspecten bestaat er tot op zekere hoogte een leemte in kennis:

- De beleidsontwikkeling en -implementatie in België - met name in Wallonië - van belang voor het zuurstofgehalte in de Maas.
- De vraag of, en hoe precies, de plannen voor de Grensmaas doorgang zullen vinden.
- De mate waarin visschade bij verschillende vissoorten zal gaan optreden.
- De exacte mate waarin de visschade gereduceerd kan worden door de turbines pas bij hogere debieten te laten opstarten. Hiertoe zijn langere meetreeksen van afvoeren en visschade nodig dan thans beschikbaar.
- De mate waarin mogelijk optredende visschade in de turbines, kan worden voorkomen door het aanbrengen van diverse typen van visgeleidingsmaatregelen.
- De kritische beperkingen voor prioritaire trekvissoorten als zalm en zeeforel - die nu in de Maas niet of nauwelijks voorkomen - om levensvatbare populaties op te bouwen.
- De invloed van zuurstofhuishouding in de Grensmaas benedenstrooms van de stuw Borgharen op de populatiedynamiek van de verschillende vissoorten, met name zalmachtigen.

Van de geconstateerde leemten zou de besluitvorming over de oprichting van de waterkrachtcentrale direct beïnvloed kunnen worden door:

- Effectieve methoden om vissen uit de turbines te weren. Zodra er bewezen technieken beschikbaar zijn kan alsnog overwogen worden deze toe te passen.
- Het zuurstofgehalte in de Maas bij binnenkomst in Nederland. Er wordt op vertrouwd dat de kwaliteit van het Maaswater de komende jaren duidelijk zal verbeteren. Indien dit niet het geval is, kunnen de randvoorwaarden behorende bij het MMA<sub>natuur</sub> in overweging worden genomen.
- Duidelijkheid over de exacte mate waarin visschade vermindert bij het later opstarten van de turbines. Aangezien bij de lagere afvoeren de energieopwekking betrekkelijk laag is zou dit een maatregel kunnen zijn die weinig rendementsverlies tot gevolg heeft.

Deze leemten in kennis zijn niet zo verregaand en/of van een zodanige importantie dat daardoor een verantwoorde besluitvorming over het voornemen - eventueel met opname van voorwaarden voor het toepassen van visgeleidingsmaatregelen zodra beschikbaar - in de weg wordt gestaan. Bij de maatregelen om visschade te voorkomen dient met behulp van een meetprogramma uiteraard eerst bepaald te worden bij welke vissoorten hoeveel, wanneer schade optreedt. Vervolgens dient vastgesteld te worden bij welke mate van schade maatregelen noodzakelijk zijn en of deze maatregelen redelijkerwijs implementeerbaar zijn.

## 7.2 Evaluatie

Wanneer voor de besluitvorming over een activiteit een milieu-effectrapport is opgesteld, moet het bevoegd gezag nagaan of de voorspelde effecten ook daadwerkelijk optreden. De initiatiefnemer moet aan een dergelijk evaluerend onderzoek medewerking verlenen, o.m. door over uitgevoerde metingen inlichtingen te verstrekken.

De daadwerkelijk optredende milieu-effecten kunnen om de volgende redenen afwijken van de voorspelde effecten:

- tekortschieten van voorspellingsmethoden;
- niet voorzien van bepaalde effecten;
- leemten in kennis en informatie; of
- elders optreden van onvoorziene, maar invloedrijke ontwikkelingen.

Met al deze zaken dient bij het opzetten van een evaluatieprogramma rekening te worden gehouden. In dit geval kan aan de volgende aspecten voor een evaluatie-onderzoek gedacht worden:

- veranderingen in de lucht-emissies en koelwaterlozingen bij conventionele centrales als gevolg van de werking van de waterkrachtcentrale Borgharen;
- de ontwikkeling van het zuurstofgehalte in de Maas;
- monitoring overlevingspercentages en schade aan migrerende vis.

Het niet voorzien van bepaalde effecten lijkt in dit geval niet waarschijnlijk daar reeds meerdere waterkrachtcentrales enige tijd in bedrijf zijn en qua milieu-effecten worden gevolgd.

## **Bijlagen**



## Bijlage I      Literatuurlijst

- Alabaster, J.S., D.G. Shurben en M.J. Mallett, 1979. *The survival of smolts of salmon Salmo salar L. at low concentrations of dissolved oxygen*. In: Journal of Fish Biology, 1979. Volume 15, p. 1-8.
- Bakker, H.D. en J.J. Gerritsen, 1992. *Schade aan vis als gevolg van passage door waterkrachtcentrale in de Maas bij Linne*. Deel I: Aal (*Anguilla anguilla*). KEMA, Arnhem.
- Bakker, H.D. en J.J. Gerritsen, 1992. *Schade aan vis als gevolg van passage door waterkrachtcentrale in de Maas bij Linne*. Deel II: Schubvis. KEMA, Arnhem.
- Beleidslijn Ruimte voor de rivier. Ministeries van VROM en V&W, april 1996.
- Berger, H.E.J. en Meulenberg, M., 1995. *Automatisering stuw Borgharen*. in: OTAR no 9.
- DVGW, 1985. *Maßnahmen zur Sauerstoffanreicherung von Oberflächengewässern*. Merkblatt M 250. DVGW-Arbeitskreis "Maßnahmen zur Sauerstoffanreicherung von Oberflächengewässern", Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, Augustin.
- EnergieNed, 1993. *Uitgangspunten voor het tweede milieu actie plan van de Energiedistributiesector*", Arnhem.
- Gemeente Maastricht, 1993. *Gemeentelijk milieubeleidsplan Maastricht*. Maastricht, 15 maart 1993.
- Grontmij, december 1996. *Nader bodemonderzoek. Locatie toekomstige Waterkrachtcentrale te Borgharen*. Grontmij, Eindhoven.
- Holzer, W., 1932. *Der elektrische Fischrechen. Ein Beitrag zur Wissenschaftlichkeit von Wasserkraft-Niederdruckwerken*. Dissertation, Würzburg, Mitteilung Nr. 12, Institut für Wasserbau der technischen Hochschule Berlin.
- Habraken, J., 1997. *Inventarisatie zwerfvuil hoogwater 1995*. Achtergrondrapport MER Grensmaas. Projectbureau De Maaswerken, Maastricht.
- Haddingh, R.H., F.B.J. Koops en J.W. van der Stoep, 1988. *Research on fish protection at Dutch thermal and hydropower stations*. In: Loon, A.J. van, 1988. KEMA Scientific & Technical Reports. KEMA, Arnhem. Volume 6 (1988).
- Haddingh, R.H., 1989. *Waterkrachtcentrale bij De Haandrik*. Afleiden van vis en schade door turbinepassage. KEMA, Arnhem.
- Haddingh, R.H., 1996. *Visafleidingssystemen: toepassingsmogelijkheden van geluiden licht bij elektriciteitscentrales*. Rapport KEMA nr 64516-KES/WBR 96-3133, Arnhem.
- Haddingh, R.H., 1997a. *Visie en aanvullingen op het "Milieu-effectrapport Waterkrachtcentrale Borgharen"*. Notitie KEMA 00553-KES/WLK 97-5091 d.d. 97-05-01, Arnhem.
- Haddingh, R.H., 1997b. *Relatie nieuwe waterkrachtcentrales en visstand in de Maas*. Notitie KEMA 65075-KPG/CET 97-3126 d.d. 97-08-27, Arnhem.
- Hollweg, U. & H.-D. Thron, 1976. *Versuche zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes der Mosel mit Sauerstoffgas am Wasserkraftwerk Neef. Forschungsvorhaben Wasser Nr. 13/74 im Auftrage des Bundesministers des Inneren. Untersuchungen über die technischen Möglichkeiten der Gewässerbelüftung, Teilbericht I*. Bundesanstalt für Gewässerkunde, T2b/330.4/10001, Koblenz.
- ICWS, 1995. *Prognose-overschrijdende belasting via Rijn en Maas 1995-2015*. Watersysteemverkenningen 1996. RIZA werkdocument 95.181X, ICWS-rapport 95-06. International Centre of Water Studies, P.H.L. Buijs, Amsterdam.
- Interdepartementale Commissie Geluidhinder, 1980. *Richtlijnen voor karakterisering en meting van omgevingsgeluid*. Publicatie van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder nr. IL-HR-15-01, 1980.
- Interdepartementale Commissie Geluidhinder, 1981. *Handleiding meten en rekenen industrielawaai*. Publicatie van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder nr. IL-HR-13-01, maart 1981.

- Klijn, F. *et al.*, 1997. *MER Grensmaas, Deelrapport Natuur*. Deelrapport 1-4, IWACO/WL/CSO, Maastricht.
- Knijff, L., 1996. *Trajectnota/MER Zandmaas Maasroute*. Deelnota Water en Bodem. Fase 1. Huidige situatie, autonome ontwikkeling, methodiek. Bijdrage waterkwaliteit RIZA Dordrecht. Rijkswaterstaat, projectbureau Zandmaas, Maastricht.
- Ministerie van Economische Zaken, 1990. *Nota Energiebesparing*, Kamerstuk 21570 nr 1, Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken, 1993. *Vervolgnota Energiebesparing*.
- Ministerie van Economische Zaken, 1993. *De derde energienota*.
- Ministerie van Landbouw, 1991. *Natuurbeleidsplan*. TK 1989-1990, 21 149, nrs. 2 en 3.
- Novem, 1996. *Grootschalige waterkracht in Nederland; Eindrapport van het Novem Programma Waterkracht*. Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu B.V.
- Postma, R., M.J.J. Kerkhofs, G.B.M. Pedrolì & J.G.M. Rademakers, 1995. *Een stroom natuur. Natuurstreefbeeld voor Rijn en Maas*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Project Watersysteemverkenningen, RIZA-Nota 95.060, Arnhem.
- Provinciaal Milieubeleidsplan Limburg, 1995. Milieubeleidsplan Limburg 1995 - 1998. Provincie Limburg, 17 februari 1995.
- Raat, A.J.P., 1996. *De visstand in de Grensmaas*. Natuurhistorisch Maandblad 85, 6: 127-130.
- Rijksgeologische Dienst, 1973. *Rapport betreffende een geologisch lengteprofiel over de Maas in de provincie Limburg*. Rapport no GB 1327.
- Rijkswaterstaat, 1968. *Bodemhoogten van de Maas van Borgharen tot Linne*. Rijkswaterstaat, Directie Limburg, Afdeling Studiedienst, 1968. Nota 68.2.
- Rijkswaterstaat, 1981. *Sedimenttransport in de Maas*. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, District Zuid-Oost, Afdeling Maas, 1981. Nota 81.24.
- Rijkswaterstaat, 1988. *De waterkwaliteit van de Maas, de Zuid-Willemsvaart en het Julianakanaal in het jaar 1986*. Rijkswaterstaat, Directie Limburg, afdeling ANW, 1988. Nota AN41.
- RWE, 1989. *Sauerstoffanreicherung an der Saar. Referat anlässlich der RWE Wasserkraftwerks-konferenz am 17.10.1989 in Vianden*. Manuskript Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Essen.
- Veen, R. van der, 1990. *Relatie tussen debiet en stoftransport van de Maas te Eijsden*. RIZA Werkdocument 90.015X, Arnhem.
- Pfifferling, R., 1996. *Literaturstudie Fischmigration an Staustufen mit Wasserkraftwerken*. VOITH HYDRO Power Generation Bericht Nr. 1384, Heidenheim.
- Volkart, P., 1979. *Flussbelüftung. Methoden der Sauerstoffanreicherung. Einsatz von Wasserturbinen*. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie. ETH, Zürich.
- Vriese, F.T., 1991. *De visstand in de Grensmaas*. RWSL/OVB 1991-01. OVB Onderzoeksrapport 1991-21. OVB, Nieuwegein.
- Vriese, F.T., 1993. *Visgeleidingssystemen bij waterkrachtcentrales*. OVB Onderzoeksrapport 1993-20, OVB, Nieuwegein.
- Vriese, F.T., 1994. *Geleidingssystemen helpen vissen bij passeren turbines*. OVB-Bericht. 1994-1.
- Vriese, F.T., 1996. *Biologische argumenten voor keuze van doelsoorten voor visgeleiding. Stappenplan Visgeleiding, Fase 1*. OR/OVB 1994-01. OVB Onderzoeksrapport 1996-11, OVB, Nieuwegein.
- Vriese, F.T. & A.J.P. Raat, 1993. *Stappenplan Visgeleiding*. OVB-Onderzoeksrapport 1993-24, OVB, Nieuwegein.
- Vriese, F.T., S. Semmekrot & A.J.P. Raat, 1994. *Assessment of spawning and nursery areas in the river Meuse*. Water Science Technology 29: 297-299.
- WL, 1981. *Morfologische verschijnselen in de Grensmaas*. Verslag vooronderzoek R863. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- WL, 1987. *Waterkrachtcentrale Alphen. Rapport modelonderzoek Q77*. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.

- WL, 1990. *Maasmor, morfologisch model van de Maas in Nederland*. Verslag onderzoek Q967. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- WL, 1991a. *Bodemtransportmetingen op de Grensmaas*. Verslag veldmetingen B241. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- WL, 1991b. *Waterkrachtcentrale Borgharen*. Rapport onderzoek Q486. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- WL, 1993. *ZWENDL-DELWAQ voor Rijn en Maas*. Rapport T441. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- WL, 1995. *Vorm van het maatgevende hoogwater te Borgharen*. Rapport onderzoek Q2048. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- Zalm terug in onze rivieren. Beleidsnotitie Ministeries van LNV en V&W, januari 1992.

## Bijlage II      Lijst van definities, afkortingen en symbolen

ALARA	As low as reasonably achievable (best beschikbare technologie)
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
BG	Bevoegd gezag
$B_i$	Geluidbelasting. De maximale waarde van de drie navolgende grootheden: het $L_{Aeq}$ -niveau gedurende de dagperiode, het $L_{Aeq}$ -niveau gedurende de avondperiode vermeerderd met 5 dB en het $L_{Aeq}$ -niveau gedurende de nachtperiode vermeerderd met 10 dB
B-MAP:	Milieu-actieplannen van de distributiebedrijven, waarin voorgenomen MAP-activiteiten worden beschreven
B&W	College van Burgemeester en Wethouders (van Maastricht)
CMER	Commissie voor de milieu-effectrapportage
Debiet	Afvoer (in $m^3$ per seconde)
dB(A)	Eenheid van o.a. het A-gewogen geluidrukniveau (ref. $2 \cdot 10^5$ Pa), het A-gewogen geluidvermogeniveau (ref. $1 \cdot 10^{12}$ W) en de immisierelevante bronsterkte (ref. $1 \cdot 10^{12}$ W)
Duurlijn	Betreft afvoer- en valhoogteduurlijnen. De duurlijnen geven een grafisch verband tussen over- c.q. onderschrijdingsfrequenties van voorkomen enerzijds en waarden voor afvoer of valhoogte anderzijds. De duurlijnen worden gebruikt voor de opbrengstberekening van een waterkrachtcentrale.
Emissie	Hoeveelheid stof of andere agentia, zoals geluid en straling, die door bronnen in het milieu worden gebracht
EPZ	N.V. Electriciteits-Productiemaatschappij Zuid-Nederland EPZ
EZ	(Ministerie van) Economische Zaken
GMP	Gemeentelijk Milieubeleidsplan
Grensmaas	Het deel van de Maas tussen Borgharen en Maasbracht dat de grens vormt met België. De beroepsvaart voor dit deel van de Maas wordt afgewikkeld via het Juliana-kanaal.
GS	College van Gedeputeerde Staten (van de provincie Limburg)
Hydrologische gegevens	Informatie over valhoogte en debiet, merendeels vastgelegd in duurlijnen.
IN	Initiatiefnemer (MEGA Limburg)
$L_{Aeq}$	Het A-gewogen equivalente geluidniveau per etmaalperiode (conform de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai", IL-HR-13-01)
$L_{max}$	Het maximaal optredende immissieniveau ten gevolge van piekgeluiden
$L_w$	Geluidvermogeniveau van de bron (conform de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai", IL-HR-13-01)
$L_{WR}$	Immissierelevante bronsterkte (conform de "Handleiding meten en rekenen industrielawaai", IL-HR-13-01)

L <sub>95</sub>	Het geluidniveau dat gedurende 95 % van de tijd wordt overschreden. Het L <sub>95</sub> kan worden beschouwd als een soort "onderkant" of "minimum" van het geluidniveau
MAP	Milieu-actieplan van de energiedistributiebedrijven
MEGA	N.V. Maatschappij voor Elektriciteit en Gas Limburg
MER	Milieu-effectrapport
m.e.r.	Milieu-effectrapportage (de procedure)
MJ	MegaJoule (Miljoen Joule)
MMA	Meest milieuvriendelijk alternatief; in dit geval meestal MMA <sup>natuur</sup> , d.w.z. het alternatief dat op minimale schade aan de natuur is gericht. MMA1: MMA bij autonome ontwikkeling zonder Plan Grensmaas; MMA2: MMA bij autonome ontwikkeling met inbegrip van Natuurontwikkelingsplan Grensmaas.
MoMaRo	Afkorting van Modernisering Maasroute. Plannen van RWS ter verbetering van de bevaarbaarheid van trajecten van de Maas. Onderdeel hiervan vormt het plan tot verbreding van het zuidelijk deel van het Julianakanaal met belangrijke consequenties voor de mogelijkheden voor waterkracht te Born en Maasbracht.
MWE	Megawatt elektrisch vermogen
NA	Nulalternatief
Natuurontwikkelingsplan Grensmaas	Plan voor ontwikkeling van natuurwaarden in en langs de Grensmaas. Onderdeel hiervan vormt beddingverbreding met gevolgen voor waterkracht te Borgharen.
Neer	Roterende waterbeweging rond een verticale as
NMP	Nationaal Milieubeleidsplan
Novem	Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu B.V.
Ontwerpdebiet	Doorstroomdebiet waarvoor de turbine is ontworpen (m <sup>3</sup> /s)
PAK	polycyclische aromatische koolwaterstof(fen)
PMP	Provinciaal Milieubeleidsplan
REB	Regulerende energiebelasting. Per 1/1/96 ingevoerde heffing van 3 ct/kWh. Voor duurzame projecten komt de heffing ten goede aan het projectresultaat.
Regeling Groen beleggen	De regeling biedt belastingfaciliteiten aan beleggers in bepaalde milieuvriendelijke projecten. De voordelen resulteren in een lagere rente voor de exploitant. Verwacht wordt een rentevoordeel van 1%. Waterkracht komt voor de regeling in aanmerking.
RS1	Referentiesituatie 1: Huidige situatie + autonome ontwikkeling zonder dat Plan Grensmaas wordt uitgevoerd.
RS2	Referentiesituatie 2: Huidige situatie + autonome ontwikkeling met inbegrip van de uitvoering van Natuurontwikkelingsplan Grensmaas.
RWS	Rijkswaterstaat; hier meestal: RWS Directie Limburg
Schutverlies	Debiet nodig voor het schutten van schepen en daardoor niet voor waterkracht aanwendbaar.
Sep	N.V. Samenwerkende electriciteitsproductiebedrijven

Stuwbeheer	Het beleid dat gevoerd wordt ten behoeve van de handhaving van stuwpeilen. Het stuwbeheer beïnvloedt de valhoogte.
Valhoogte	Verschil tussen boven- en benedenstroomse peil bij stuw of sluis, eventueel na verdiscontering van verliezen (netto-valhoogte).
VA	Vorgenomen activiteit. VA0: Vorgenomen activiteit bij de huidige omstandigheden; VA1: voorgenomen activiteit in de situatie dat Plan Grensmaas niet wordt uitgevoerd. VA2: voorgenomen activiteit in de situatie dat Plan Grensmaas is uitgevoerd.
VAMIL	Een regeling voor Vrije Afschrijving van MILieu-investeringen (afkorting). Het betreft een belastingfaciliteit voor ondernemingen die onder de heffing van de vennootschaps- en/of inkomstenbelasting vallen. Voordelen zijn te behalen door het moment van afschrijven naar eigen voorkeur te kiezen. Waterkracht is nog niet in de regeling opgenomen.
Verhang	Hoek tussen de waterspiegel en het horizontale vlak. Bij gelijkblijvende afvoer leidt verbreding van een kanaalprofiel tot afname van het verhang.
Vistrap	Voorziening om vis langs een obstakel als een stuw te leiden, vooral bedoeld voor migratie in bovenstroomse richting. Het voor een vistrap benodigde debiet kan niet voor waterkracht benut worden. Dit debiet is voor alle Maaslokaties gesteld op minimaal 4 m <sup>3</sup> /s.
v&w	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Waterpark	Een in het Bosscherveld gepland natuurpark. Het voor dit park benodigde debiet van naar schatting 5 à 15 m <sup>3</sup> /s wordt onttrokken aan de Grensmaas en kan niet voor waterkracht worden benut.
WL	Waterloopkundig Laboratorium   WL
Wm	Wet milieubeheer
Wvo	Wet verontreiniging oppervlaktewateren
Wwh	Wet op de Waterhuishouding
Zalmnorm	Specifieke waterkwaliteitsnorm voor 'water voor zalm-achtigen'. Vereist is een zuurstofgehalte van minimaal 7 mg/l.

## Bijlage III Besluitvormingskader

### III.1 Inleiding

Artikel 7.10 lid 1 sub c van de Wet Milieubeheer (Wm) schrijft voor dat een MER ten minste onder andere bevat:

*“Een aanduiding van de besluiten bij de voorbereiding waarvan het milieu-effectrapport wordt gemaakt, en een overzicht van de eerder genomen besluiten van bestuursorganen, die betrekking hebben op de voorgenomen activiteit en de beschreven alternatieven”*

Deze besluiten worden hieronder kort beschreven. Per in aanmerking komend wettelijk kader worden (kort samengevat) vermeld.

- Het doel van de betrokken wet.
- De eventuele vergunningplicht involge de betrokken wet (het *“besluit bij de voorbereiding waarvan het milieu-effectrapport wordt gemaakt”*)
- Indien blijkt dat een vergunning, c.q. een besluit moet worden genomen: de voor dat besluit te volgen procedure (m.n. de coördinatie).
- De beleidsruimte bij het verlenen van de vergunning, zoals vastgelegd in de *“eerder genomen besluiten”*. Deze beleidsruimte is voor een belangrijk deel vastgelegd in besluiten, verordeningen en planvorming op het gebied van ruimtelijke ordening, waterstaat en milieu. Deze worden hierna, per te nemen besluit, kort samengevat. De daaraan te ontleen toetsingscriteria zijn tabellarisch samengevat in een afsluitende paragraaf bij dit hoofdstuk.

Hierna wordt aangegeven of besluiten dienen te worden genomen in het kader van de volgende wetten:

- Wet op de ruimtelijke ordening (Wro) en Woningwet (Ww).
- Wet milieubeheer (Wm).
- Wet bodembescherming (Wb).
- Grondwaterwet (Gww).
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo).
- Wet op de waterhuishouding (Wwh).
- Ontgrondingenwet (Ogw).
- Rivierenwet (Rw).
- Wet tot vaststelling van bepalingen betreffende ‘s-Rijks waterstaatswerken (Wrw); o.m. Baggerreglement.
- Natuurbeschermingswet (Nbw).

## III.2 Wet op de ruimtelijke ordening (Wro) en Woningwet (Ww)

### *Doel*

De Wet op de ruimtelijke ordening (Wro) is de kaderwet voor de totstandkoming van ruimtelijke plannen op rijks-, provinciaal en gemeentelijk niveau. In de Wro wordt voorgescreven welke overheden verantwoordelijk zijn voor welke ruimtelijke planvorming, en wat de randvoorwaarden en procedures bij de totstandkoming (en afwijking) van deze plannen zijn. Met de Wro wordt beoogd een optimaal kwalitatief en kwantitatief gebruik van het Nederlands grondgebied te bevorderen. De ruimtelijke planvorming is daarom van oudsher een belangrijk middel voor de bescherming van de milieukwaliteit en natuurwaarden geweest.

De Woningwet (Ww) stelt regels met het oog op de kwaliteit en kwantiteit van het bouwen en de volkshuisvesting. Milieu- (en veiligheids)aspecten kunnen hierbij voornamelijk alleen aan de orde komen bij de keuzen van bouwmethoden en bouwmaterialen, en het onderzoek naar de kwaliteit van de bodem ('schone-grond-verklaring').

### *Vergunningplicht.*

Voor de aanleg van een waterkrachtcentrale is op grond van artikel 40 Woningwet (Ww) een bouwvergunning nodig.

Op grond van art 14 Wro kan in een bestemmingsplan worden bepaald, dat in een bepaald gebied voor bepaalde werken of werkzaamheden een aanlegvergunning nodig is, voor zover dat noodzakelijk is om te voorkomen dat een terrein minder geschikt wordt voor de verwerking van een in het plan aangegeven bestemming of ter handhaving of bescherming van een reeds gerealiseerde bestemming. Voor de aanleg van de waterkrachtcentrale is onder het vigerende plan echter geen aanlegvergunning nodig.

### *Procedure*

Burgemeester en Wethouders van de gemeente Maastricht zijn het Bevoegd Gezag voor de Bouw- en aanlegvergunningen. Bij het verlenen van een bouwvergunning vindt afstemming plaats met de benodigde milieuvergunningen. De aanvraag voor een bouwvergunning is alleen ontvankelijk indien deze tegelijk met of ná de aanvraag voor de benodigde milieuvergunningen wordt ingediend. Artikel 52 van de Woningwet bepaalt bovendien dat de aanvraag om een bouwvergunning moet worden aangehouden totdat:

- ofwel de beschikking op de aanvraag om de Wm-vergunning is gegeven, tegen het ontwerp van die beschikking geen bedenkingen zijn ingebracht en de beschikking niet afwijkt van dat ontwerp,
- ofwel de beschikking ingevolge artikel 20.3 eerste lid, van de Wet milieubeheer van kracht is geworden (het einde van de termijnen van bezwaar en beroep).

Het Bevoegd Gezag moet binnen 5 weken na beëindiging van een eventuele aanhouding beslissen over de verlening van de Bouwvergunning.



Indien een voorbereidingsbesluit ex artikel 25 Wro (planherziening) is genomen, of een ontwerp voor een planherziening ter inzage is gelegd, kunnen burgemeester en wethouders, of, indien zij daarom verzoekt, de gemeenteraad op grond van art. 19 Wro / art. 50 lid 5 Wro in de bouwvergunning vrijstelling verlenen van het geldende bestemmingsplan, mits vooraf van Gedeputeerde Staten een verklaring van geen bezwaar is ontvangen.

Op 3 september 1996 heeft de gemeente op verzoek van de provincie, i.v.m. de recente hoogwaterproblematiek (circulaire 'Bouwen langs de Maas'), een voorbereidingsbesluit tot wijziging van het bestemmingsplan genomen, inhoudende een (voornemen tot) zoneringsplan t.b.v. het bouwen langs de Maas. Op grond hiervan zal voor het verkrijgen van de bouwvergunning de procedure van art. 19 Wro / art. 50 lid 5 Woningwet moeten worden doorlopen.

#### *Beleidsruimte*

Voor het verlenen van een bouwvergunning geldt het zgn. 'imperatief limitatief' stelsel van artikel 44 Ww, d.w.z. dat, samengevat en voor zover hier relevant, de bouwvergunning moet en alleen mag worden geweigerd indien het bouwwerk niet voldoet aan het bouwbesluit, de bouwverordening en/of het bestemmingsplan (afgezien van de wettelijke mogelijkheden tot afwijking van het plan), en de vereiste milieuvergunningen zijn verkregen. Aan de bouwvergunning mogen bovendien alleen voorwaarden worden verbonden ter bescherming van die belangen welke worden beschermd met de voorschriften waaraan het bouwwerk moet voldoen (artikel 56 lid 3, Ww).

De beleidsruimte voor het verlenen van de bouwvergunning is dus vrijwel volledig in regelgeving, planvorming, besluiten en verordeningen vastgelegd, dit in tegenstelling tot de situatie bij o.a. de milieuvergunningen, waarbij de in de vergunningfase resterende beleidsruimte (ook bij aanwezigheid van gedetailleerde beleidsplannen) meestal groter is. De beleidsruimte bij de (hier te doorlopen) procedure van artikel 19 Wro is overigens groter, omdat de aard van de planafwijking uiteraard niet van tevoren bekend is. Er zijn echter wel beperkingen. Op grond van art. 50 lid 5 mag de te realiseren bestemming niet strijdig zijn met de in voorbereiding zijnde bestemming. Op grond van art. 15 Wro mogen aan een vrijstelling slechts voorwaarden worden verbonden ter bescherming van de belangen, ten behoeve waarvan de bepalingen, waarvan vrijstelling wordt verleend, in het plan zijn opgenomen.

Het genoemde voorbereidingsbesluit van 3 september heeft betrekking op het realiseren van bestemmingen welke zich niet met extreme hoogwaterstanden verdragen. Het is daarom niet op voorhand duidelijk in welke mate het voorbereidingsbesluit ook een toetsingskader voor het verlenen van de bouwvergunning kan zijn. Dit zal afhangen van de precieze uitwerking van het besluit. Een goede afstemming van de verdere planontwikkelingen is daarom noodzakelijk.

In dit verband is van belang dat de gemeente, ten behoeve van de projectgroep Grensmaas, werkt aan de voorbereiding van de volgende integrale bestemmingsplanherziening. De omgeving van de lokatie krijgt daarin onder andere een natuur- en recreatiebestemming. De planontwikkeling zal t.b.v. van de vergunningverlening mede moeten worden afgestemd op de wens tot vestiging van de waterkrachtcentrale. Voor het Grensmaasproject is echter nog geen voorbereidingsbesluit genomen. Dit besluit wordt in de loop van 1997 verwacht en zal vanaf dat moment wel een relevant toetsingskader voor een procedure op grond van art. 19 Wro zijn.

Bij planontwikkeling en vergunningverlening zal tevens rekening moeten worden gehouden met het feit dat de lokatie en haar directe omgeving onderdeel zijn het Maasdal, dat in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) ligt en het Nationaal Landschapspatroon, zoals aangegeven in het structuurschema Groene Ruimte. De omgeving van de lokaties is ook een onderdeel van de provinciale ecologische structuur, zoals aangegeven in het Provinciaal milieubeleidsplan en de Provinciale milieuverordening. Er zijn geen nabijgelegen beschermde natuurmonumenten.

Hierna wordt kort aandacht geschonken aan de vigerende plannen en verordeningen, voor zover van belang voor het verlenen van de bouwvergunning.

- *Bestemmingsplan.* Van alle ruimtelijke plannen, is het gemeentelijk bestemmingsplan het belangrijkste planologische toetsingskader voor de verlening van een bouw- en/of aanlegvergunning. Dit omdat dit plan het meest gedetailleerd en rechtstreeks (d.w.z. juridisch) bindend is. Het provinciale streekplan (mits voldoende actueel) is richtinggevend voor planwijzigingen en -afwijkingen, voor zover de bevoegdheid daartoe niet in het bestemmingsplan zelf geregeld is.

De grond waarop de waterkrachtcentrale zal worden gebouwd, heeft momenteel zoals gezegd een agrarisch(e) bestemming. Ook het feitelijk gebruik is agrarisch (buitendijks grasland). De procedurele en inhoudelijke consequenties zijn hierboven reeds toegelicht.

- *Bouwbesluit, Bouwverordening, Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming en de Uitvoeringsregeling Bouwstoffenbesluit.* Het op grond van artikel 2 Ww vastgestelde Bouwbesluit (Bb) stelt technische voorschriften voor bouwwerken en het bouwen, danwel aanpassen daarvan. Dit met het oog op de bruikbaarheid, veiligheid, gezondheid en het milieu. In de, op grond van artikel 8 Ww vastgestelde gemeentelijke bouwverordeningen worden, voor zover hier relevant, o.a. regels gesteld betreffende het bouwen en het gebruik van bouwwerken. Door de gemeenten is in onderling overleg een model-bouwverordening vastgesteld, waarvan per gemeente op onderdelen kan worden afgeweken.

Op grond van de bouwverordening dient voor elke bouwvergunning in principe een grondonderzoek naar de eventuele aanwezigheid van bodemverontreinigingen plaats te vinden. De overige milieu- en veiligheidsvoorschriften hebben vooralsnog alleen betrekking op zaken als thermische isolatie, ruimteventilatie, lichttoetreding in gebouwen en de constructieve veiligheid. Er worden nog geen specifieke eisen gesteld aan zaken als duurzaam materiaalgebruik en de mogelijkheden voor afvalscheiding bij sloop. Dit beleid is echter wel in ontwikkeling (zie hierna, bij de behandeling van het milieubeleidsplan van de gemeente Maastricht).

Voorts geeft het (mede) op grond van art. 120 Ww (internationale verplichtingen) vastgestelde Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming voorschriften m.b.t. de kwaliteit van de bouwmaterialen (m.n. licht verontreinigde grond en reststoffen) die wordt gebruikt bij de aanleg van werken. Dit om het uitspoelen/uitlogen van verontreinigingen tegen te gaan.

### III.3 Wet milieubeheer (Wm)

#### III.3.1 Doel van de wet

Met de Wet milieubeheer (Wm) wordt gestreefd naar een integrale aanpak van milieuvraagstukken, hetgeen het overzicht van en inzicht in deze vraagstukken moet vergroten. Inmiddels zijn door gefaseerde invoering van diverse onderdelen van de Wm de Hinderwet (Hw), de Afvalstoffenwet (aw) en de Wet chemische afvalstoffen (Wca) vervallen. De betrokken onderwerpen worden nu volledig geregeld in het kader van de Wm-vergunning.

Voor twee andere, nog wel bestaande sectorale wetten, de Wet Inzake de luchtverontreiniging (Luvo) en de Wet geluidhinder (Wgh) is de vergunningverlening inmiddels al wel geheel geïntegreerd met die van de Wm. Voor een tiental andere wetten is, door enkele verwijzing naar de Algemene wet bestuursrecht (Wvca), de procedure voor de vergunningverlening volledig geüniformeerd. Het streven is, om op termijn alle milieuvergunningen te integreren in één integrale milieuvergunning en één (uniforme) procedure.

#### III.3.2 Vergunning- en m.e.r.-plicht

*Vergunning.* In het bij de Wm behorende besluit Inrichtingen en vergunningenbesluit milieubeheer (Ivbm) worden de vergunningplichtige inrichtingen genoemd. Voor de oprichting van een waterkrachtcentrale is op grond van artikel 8.1. lid 1 en artikel 1.1 leden 3 en 4 Wm en Categorie 20 van Bijlage I bij het Ivbm een Wm-vergunning nodig. Op grond van artikel 8.1 lid 1 en artikel 8.33 Wm bestaat geen inhoudelijk onderscheid meer tussen de aanvragen voor nieuwe vergunningen en zgn. revisievergunningen.

Voor de realisatie van inrichtingen is geen separate vergunning op grond van de Wet geluidhinder (Wgh) meer nodig. De Wgh-vergunning is, althans voor inrichtingen, zowel inhoudelijk als procedureel volledig geïntegreerd met die van de Wm. In het Ivbm is tevens aangegeven voor welke, in gemeentelijke bestemmingsplannen aangegeven bestemmingen (de zgn. A-inrichtingen) conform artikel 41 Wgh geluidzones moeten worden vastgesteld. Een rivier-stuw en/of waterkrachtcentrale behoren niet daartoe.

*M.e.r.* De combinaties van m.e.r.-plichtige activiteiten en besluiten worden vermeld in bijlage C van het Besluit milieu-effectrapportage (Bmer), dat eveneens onder de Wm valt. De voorgenomen activiteit (een waterkrachtcentrale) wordt daar niet genoemd. Er is in dit geval dus geen sprake van een m.e.r.-plichtig besluit.

Op grond van artikel 7.4 Wm en bijlage D (activiteit 6) bij het Besluit milieu-effectrapportage, zijn voor de oprichting van een inrichting, bestemd voor het omzetten van hydrostatische in elektrische energie met een vermogen van 5 megawatt of meer, de procedurevoorschriften van artikel 7.8a (t/d) Wm (betreffende de m.e.r.-plicht beoordeling en de mogelijkheid tot vrijwillige milieu-effectrapportage) van toepassing (op besluiten waarop afdeling 3.5 van de Algemene Wet bestuursrecht en afdeling 13.2 van de Wm van toepassing zijn).

Afdeling 13.1 Wm vermeldt dat het hierbij gaat om besluiten in het kader van de volgende wetten, voor zover dit althans voor de betrokken besluiten in deze wetten zelf is bepaald:

- Mijnwet 1903
- Deconstructiewet
- Kernenergiewet
- Wet geluidhinder
- Grondwaterwet
- Wet inzake de luchtverontreiniging
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren
- Wet verontreiniging zeewater
- Wet milieugevaarlijke stoffen
- Wet bodembescherming.

Hierna zal blijken dat in dit geval, van deze tien wetten, de Wet bodembescherming (Wb), de Grondwaterwet (Gww) en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren van toepassing (kunnen) zijn. Uitgaande van de toepasselijkheid van deze wetten, zijn op grond van zowel artikel 17 Gww als van artikel 5.1 en 2.2b, en categorie 20 van bijlage I bij het Ivb, de afdelingen 3.5 Awb en 13.2 Wm van toepassing, zodat de procedurevoorschriften artikel 7.8a t/m 7.8d Wm ook van toepassing zijn. Op grond daarvan kan het Bevoegd Gezag besluiten dat voor de Wm-vergunning de m.e.r.-procedure moet worden doorlopen en/of kan de initiatiefnemer besluiten deze procedure vrijwillig te doorlopen. Dit laatste is bij dit MER het geval geweest.

### III.3.3 Vergunning- en m.e.r.-procedure

Voor de Wm-vergunning zijn op grond van artikel 8.2 lid 1 Wm en Categorie 20 van Bijlage I bij het Ivb Burgemeester en Wethouders van de gemeente Maastricht het Bevoegd Gezag (BG). B&W zijn tevens het coördinerend Bevoegd Gezag voor Gedeputeerde Staten van Limburg (voor de besluitvorming in het kader van de Ontgrondingenwet, de Grondwaterwet en de Wet bodembescherming) en de minister van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Directie Limburg (voor de besluitvorming in het kader van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren en de Rivierenwet).

De procedure voor de milieu-effectrapportage is geregeld in hoofdstuk 7 want de Wet milieubeheer. De procedures voor de vergunningverlening zijn geregeld in hoofdstuk 8, titel 8.1 Wm en in de Algemene wet Bestuursrecht (Awb), voorzover daarvan in hoofdstuk 13 Wm niet wordt afgeweken. De vergunningaanvraag wordt alleen samen met het Milieu-effectrapport (MER) in behandeling genomen. Het MER dient dus voorafgaand aan het indienen van de vergunningaanvraag te worden opgesteld. Vanaf dat moment is de behandeling gecoördineerd. Tabel III.1 geeft dit procedureschema weer.

De initiatiefnemer heeft, conform artikel 7.8a lid 1 Wm, zijn voornemen schriftelijk medegedeeld aan het Bevoegd Gezag. De initiatiefnemer heeft daarbij, conform het bepaalde in artikel 7.8a lid 3 Wm, tevens mededeling gedaan van zijn voornemen de m.e.r.-procedure vrijwillig te doorlopen. Daardoor zijn de voorschriften voor de uitvoering van verplichte milieu-effectrapportage (§§ 7.4 t/m 7.9 Wm) overeenkomstig van toepassing (§§ 7.4 t/m 7.9, zie bijlage 3.3.3a Wm).

De startnotitie tot realisatie van de waterkrachtcentrale is op 28 mei 1996 gepubliceerd, waarmee de procedure formeel is begonnen. Iedere Startnotitie moet voldoen aan de Regeling startnotitie milieu-effectrapportage (04-11-1993, Stcrt. 229.). De Commissie voor de milieu-effectrapportage (Cmer) heeft op 25 juli 1996 haar advies over de richtlijnen uitgebracht. Het Bevoegd Gezag heeft op 27 augustus 1996 de richtlijnen vastgesteld.

In artikel 8.28 Wm worden bij samenloop met de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo), hoofdstuk 13 Wm en van afdeling 3.5 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) van toepassing verklaard. Artikel 8.30 Wm bepaalt, dat binnen zes weken nadat een Wm-vergunning is aangevraagd een kopie van de aanvraag voor de Wvo-vergunning moet zijn overlegd. Indien de aanvrager reeds over een Wm-vergunning beschikt wordt, wordt voor de Wvo-vergunning het bevoegd gezag voor de Wm-vergunning geraadpleegd. Voor zover ze geen bevoegd gezag zijn, kunnen Gedeputeerde Staten van de betrokken provincie in bepaalde gevallen aanwijzingen geven (artikel 8.31 en 8.31a).

Op grond van artikel 8.5 Wm worden bij algemene maatregel van bestuur nadere regels gesteld met betrekking tot de procedure en inhoud van de vergunningaanvraag, waarbij o.a. zal worden bepaald dat bij samenloop met de Woningwet een afschrift van de bouwvergunningaanvraag moet worden overlegd (zodra deze wordt ingediend). Deze maatregel is echter nog niet van kracht.

### III.3.4 Beleidsruimte

Bij de verlening van de Wm-vergunning dient een integrale milieu-toets plaats te vinden, d.w.z. dat bij de besluitvorming alle milieu-aspecten worden meegewogen, óók die waarvoor separate sectorale wetgeving bestaat. Het belang van duurzame energievoorziening kan bij het verlenen van deze vergunning b.v. worden afgewogen tegen de eventuele schade aan de visstand. Om bij dergelijke afwegingen van ongelijksoortige belangen afstemmingsproblemen te voorkomen, bevat de Wm een aantal coördinatieregels (zie § III.3.3).

Artikel 8.11 bepaalt dat een Wm-vergunning slechts in het belang van de bescherming van het milieu kan worden geweigerd. Ze kan in het belang daarvan onder beperkingen worden verleend. Aan een vergunning worden die voorschriften verbonden die nodig zijn voor de bescherming van het milieu. Voor zover daarmee de nadelige gevolgen voor het milieu niet kunnen worden voorkomen, worden aan de vergunning die voorschriften verbonden die de grootst mogelijke bescherming bieden, tenzij dat redelijkerwijs niet kan worden gevergd. Dit laatste principe wordt ook wel aangeduid als het 'ALARA-beginsel' (As Low As Reasonably Achievable').

Bij de toepassing van het ALARA-beginsel geldt vooralsnog de beperking dat de in afdeling 13.1 Wm genoemde sectorale wetten prevaleren, d.w.z. dat eventuele beperkende voorschriften daar alleen van mogen afwijken voor zover dat bij die wetten is toegestaan. Daarvan zijn hier alleen de eerder genoemde twee wetten hier mogelijk van belang (Grondwaterwet en Wet verontreiniging oppervlaktewateren).

Op grond van artikel 8.13 Wm kunnen bij de vergunningverlening meet-, onderzoeks- en instructieverplichtingen worden opgelegd. Deze kunnen van belang zijn voor de (wettelijk verplichte) evaluatie van het project (hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 7 van dit MER).

Hoewel geen zoneringsbesluit nodig is en de waterkrachtcentrale niet onder specifieke uitwerkingsbesluiten valt, kunnen in het kader van de Wm-vergunningverlening wel eisen worden gesteld ten aanzien van de uitworp of emissie van geluid. De Circulaire Industriela-waai is daarbij het beoordelingskader. Voor het beleid bij het verlenen van Wm/Wgh-vergunning wordt verwezen naar de samenvatting van het gemeentelijke milieubeleid en de milieuverordening (bij de behandeling van de Wm-vergunning).

De voor de Wm-vergunning belangrijkste toetsingskaders zijn het gemeentelijk milieubeleidsplan en de gemeentelijke milieuverordening. De relevante delen daarvan worden hier kort samengevat. Voor de niet behandelde milieu-aspecten (zoals b.v. verdroging van de bodem) bevat het beleidsplan geen specifiek beleid of actiepunten.

Initiatiefnemer	Bevoegd Gezag	Insprekers en adviseurs
1) Mededeling (vrijwillige) m.e.r.		
2) Indienen Startnotitie m.e.r.	3) Openbaar maken Startnotitie	4) Inspraaktermijn richtlijnen MER, 4 weken
		5) Cmer-advies richtlijnen MER, 9 weken na openbaar maken Startnotitie
Opstellen MER en vergunning-aanvraag	6) Richtlijnen MER, 13 weken na Startnotitie	
7) Indienen MER en vergunning-aanvraag	8) Beoordeling aanvaardbaarheid MER, 6 weken na indienen	
	9) Beoordeling ontvankelijkheid vergunningaanvraag, 8 weken na indienen	
	10) Openbaar maken MER en vergunning-aanvraag, 10 weken na indienen	
		11) Kommentaartermijn MER + hoorzitting, 4 weken
		12) Cmer-advies toetsing MER, 9 weken na openbaar maken MER
14) Bezwaartermijn vergunning, 4 weken	13) Openbaar maken ontwerp beschikking	14) Bezwaar- en adviestermijn, 4 weken
Beroepstermijn vergunning, 6 weken	15) Beschikking, 6 maanden + 5 weken na vergunning-aanvraag	Beroepstermijn vergunning, 6 weken
	Beschikking van kracht (indien geen beroep) 6 weken na beschikking	
geen wettelijke termijnstelling	begin (nieuwe) wettelijke termijn	einde vorige & begin nieuwe wettelijke termijn
		einde wettelijke termijn
		looptijd wettelijke termijn

Tabel III.1 Procedure-stappen Wm-vergunning en milieu-effectrapportage Waterkrachtcentrale Borgharen

*Milieuprogramma gemeente Maastricht (als vervolg op het gemeentelijk Milieubeleidsplan, 1993)*

- *Geluid.* Als streefwaarde wordt de wettelijke voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) gehanteerd. Voor nieuwe en bestaande situaties wordt als plafondwaarden 55 resp. 65 dB(A) gehanteerd. Bestaande en nieuwe situaties worden in het plan gedefinieerd als wel, resp. niet conform het geldende bestemmingsplan.
- *Natuur en Landschap.* Het milieubeleidsplan maakt onderscheid tussen de stad en haar omgeving. Voor de omgeving wordt gestreefd naar 'Stille natuur, in een karakteristieke omgeving en een weids landschap'. De hoofdpunten van het geformuleerde natuur- en landschapbeleid zijn, samengevat en voor zover hier relevant:
  - . Instandhouding, herstel en ontwikkeling van natuurlijke en landschappelijke waarden.
  - . Terugdringen van massa-recreatie, waaronder het realiseren van meer stille gebieden waar geen recreatie wordt toegestaan..

De in dit verband meest relevante actiepunten zijn, samengevat:

- . Het uitvoeren van integrale gebiedsgerichte projecten in het buitengebied ('structuurvisieprojecten'), waaronder de projecten 'Maasoevers-Griend' en 'Buitengebied Noord-West-Zouwdal'.
  - . Herziening van het bestemmingsplan buitengebied, om ongewenste veranderingen van de abiotische en ruimtelijke structuur te voorkomen.
  - . Het verbeteren van de natuurontwikkeling langs de oevers.
- *Bouwen.* Het gemeentelijk milieubeleidsplan (1993) stelt dat de formele en praktische mogelijkheden voor het (afdwingen van het) milieubewust kiezen van bouwmaterialen nog beperkt zijn. Deze situatie is inmiddels, met het van kracht worden van de nieuwe Woningwet, bouwbesluit en bouwstoffenbesluit, verbeterd. Het in dit verband meest relevante actiepunt uit het beleidsplan is (samengevat) het toetsen van bouwplannen op milieu-aspecten, waaronder met name energie- en materiaalzuinig bouwen en milieuvriendelijke materiaalkeuze.
  - *Energiegebruik.* In het milieubeleidsplan wordt duurzaam energiegebruik gedefinieerd als energiebesparing en het gebruik van duurzame en milieuvriendelijke energiebronnen. De genoemde actiepunten hebben voornamelijk betrekking op energiebesparing.

### III.4 Wet bodembescherming (Wb)

Momenteel wordt nog onderzoek verricht naar de eventuele aanwezigheid van bodemverontreiniging. Omdat de uitslag daarvan nog niet bekend is, wordt hier voorlig een algemeen kader geschetst, dat verder wordt toegesneden aan de hand van de onderzoeksresultaten. Bij het opstellen van de navolgende tekst wordt er vanuit gegaan dat geen activiteiten op de waterkrachtcentrale plaatsvinden waardoor de bodem verontreinigd kan raken en ook geen ondergrondse opslagtanks of brandstofleidingen worden aangebracht. Alleen het saneringskader wordt beschreven. Verder wordt er vanuit gegaan dat er sprake is van bodemverontreiniging gerelateerd aan de Maas. Uitgangspunt is het verwerken van het materiaal ter plaatse, e.e.a. binnen het kader van het thans in ontwikkeling zijnde raamsaneringsplan.



*Doel.* De Wet bodembescherming ('Wb') heeft een tweeledig doel. De wet is gericht op:

- het beschermen van de bodem tegen verontreinigingen en
- het saneren van bestaande verontreinigingen.

Het uitgangspunt daarbij, is een multifunctionele gebruiksmogelijkheid van de bodem. Op de waterkrachtcentrale zullen geen activiteiten plaatsvinden waardoor de bodem verontreinigd kan raken. Bij de behandeling van de Wet milieubeheer (§ III.2) is reeds het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming (23-11-1995, Stb. 567) besproken. Hierna wordt alleen het saneringskader van de Wet bodembescherming beschreven. De wet kent daarvoor geen vergunningenregime, zodat alleen de reikwijdte en beleidsruimte worden beschreven.

*Reikwijdte en beleidsruimte.* Voor het verkrijgen van een bouwvergunning is een bodemonderzoek vereist, waaruit blijkt of en in welke mate de bodem verontreinigd is (zie § III.2). Op grond van art. 28 en 29 Wb moet degene die voornemens is een geval van ernstige bodemverontreiniging te saneren, dit melden aan Gedeputeerde Staten van de betrokken provincie, onder overlegging van de resultaten van bodemonderzoek. Daarbij moet tevens worden aangegeven wat de bestemming van eventueel te verwijderen verontreinigd(e) grond en/of grondwater is.

Of sprake is van een geval van ernstige bodemvervuiling, en wat de saneringsurgentie is, wordt per geval door GS (bij beschikking) vastgesteld (art. 29 en 37 Wb). Daartoe wordt door de standaardsystematiek voor de beoordeling van de urgentie van bodemverontreiniging gehanteerd. De provincie Limburg hanteert daartoe het computerprogramma SUS ('Sanerings Urgentie Systematiek') van het Van Hall instituut. In principe is sprake van een ernstige verontreiniging, indien meer dan 25 m<sup>3</sup> grond tot boven een Interventiewaarde vervuild is. Op grond van art. 43 Wb kunnen GS, afhankelijk van de ernst en urgentie van de bodemverontreiniging, maatregelen voorschrijven ter voorkoming of beperking van de uitbreiding daarvan. Voor zover het gaat om de verwijdering van de verontreinigde laag Maasslib, en binnen enkele jaren wordt overgegaan tot de bouw van de waterkrachtcentrale, zal een eventuele bodemsanering waarschijnlijk tot de bouw kunnen worden uitgesteld. In het andere geval kan, afhankelijk van de urgentie, worden besloten tot beheersmaatregelen tegen (verdere) verspreiding van de verontreinigingen, danwel tot vervroegde sanering.

Art. 38 Wb bepaalt dat degene die de bodem saneert, de sanering zodanig dient uit te voeren dat (ongeacht de aard van de verontreiniging) daardoor de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft, worden behouden of hersteld ('multifunctionaliteit' van de bodem), tenzij er sprake is van lokatie-specifieke omstandigheden van technische, milieuhygiënische of financiële aard.

Bij de aanwezigheid van een bodemverontreiniging is voorts de volgende regelgeving relevant:

- Besluit grensbedrag voor bijdrage in kosten bodemsanering (8-11-1994, Stb. 797).
- Provinciale Milieuverordening (1995, nr 8).
- Regeling beoordeling reinigbaarheid grond bodemsanering (20-12-1994, Stcrt. 251).
- Circulaire Saneringsregeling Wet bodembescherming; tarief beoordeling onderzoeken en saneringsplannen (03-10-1995, Stcrt. 197).

Indien bij een eventuele bodemsanering grondwater wordt onttrokken, is tevens het toetsingskader van de Grondwaterwet van toepassing (zie § III.5). Bij eventuele (retour) infiltratie van bodemsaneringswater zijn voorts van toepassing:

- Lozingenbesluit bodembescherming (04-05-1990, Stb. 217).
- Uitvoeringsregeling Lozingenbesluit bodembescherming (14-06-1990, Stcrt. 123).
- Infiltratiebesluit bodembescherming (20-04-1993, Stb. 233).

Voor de lozing van bodemsaneringswater op oppervlaktewater, is tevens de Wet verontreiniging oppervlaktewateren van toepassing. Hiervoor wordt verwezen naar § III.6.

### III.5 Grondwaterwet (Gww)

#### *Doel*

Met de grondwaterwet wordt beoogd alle bij het grondwater betrokken belangen te beschermen, dus óók het milieubelang.

#### *Vergunningplicht*

Op grond van artikel 14 t/m 14b en 16 Gww, is voor het onttrekken van grondwater of het infiltreren van water in de bodem een vergunning van vereist. Op grond van artikel 15 t/m 15b kunnen GS per verordening grondwateronttrekkingen (tot maximaal 10 m<sup>3</sup>/uur) aanwijzen waarvoor geen Gww-vergunning nodig is, en voor specifieke gevallen algemene regels stellen ter bescherming van bij het grondwaterbeheer betrokken belangen. Voor zover hier van belang, gelden deze algemene regels niet voor het drooghouden van bouwputten waarbij per maand meer dan 100.000 m<sup>3</sup> grondwater wordt onttrokken of de onttrekking langer duurt dan zes maanden. In dat geval moeten alle voorschriften in de vergunning zelf vermeld worden.

De Grondwaterwet is recent gewijzigd. De vigerende provinciale Grondwaterverordening is nog gebaseerd op de voorgaande regeling en stelt, voor zover hier relevant, alleen die onttrekkingen vergunningplichtig, welke gedurende meer dan 4 maanden meer dan 50.000 m<sup>3</sup> per maand onttrekken. De nieuwe verordening wordt momenteel in overleg met de aangrenzende provincies opgesteld en wordt waarschijnlijk medio '97 van kracht.

#### *Procedure*

Op grond van artikel 16 Gww, zijn Gedeputeerde Staten van de provincie waar de onttrekking plaats vindt het bevoegd gezag voor de vergunningverlening. De procedure voor het aanvragen een verlenen van een Gww-vergunning is geregeld in artikel 16 t/m 20 van de wet. Artikel 3.5.2 t/m 3.5.5 Awb en afdeling 13.2 Wm zijn van toepassing verklaard.

#### *Beleidsruimte*

Op grond van artikel 14 Gww kunnen aan een Gww-vergunning voorwaarden worden verbonden ter bescherming van bij het grondwaterbeheer betrokken belangen, waarbij tevens rekening wordt gehouden met het in artikel 7 van de Wet op de Waterhuishouding bedoelde plan. Naast de bescherming van het milieu (verdroging), zijn met name de mogelijke effecten op bebouwing en infrastructuur van belang (zakkingschade door inklinking van de bodem).

De volgende besluiten en beschikkingen kunnen daarbij van belang zijn:

- Uitvoeringsbesluit ex. artikel 11 (onttrekking) en 12 (infiltratie) Grondwaterwet (27-08-1985, Stb. 531).
- Beschikking advisering door technische commissie grondwaterbeheer omtrent schade bij onttrekking of infiltratie van water in de bodem (03-04-89, Stcrt. 74).

Het beleid m.b.t. de bescherming van het grondwater is vastgelegd in de milieubeleidsplannen van de betrokken overheden. De provincie Limburg heeft, van alle provincies, het meest te leiden onder verdroging van de bodem. Dit leidt niet alleen tot een verminderende opbrengst van de winputten voor grondwater, maar ook tot sterfte van gewassen (aantasting van oogsten en natuurwaarden). Het provinciaal beleid (waterhuishoudingsplan) is daarom gericht op het verminderen, danwel voorkomen van een toename van de grondwaterwinningen en op het tegen gaan van de verdrogingsverschijnselen. Vanwege de grote omvang van de problematiek en de beperkte mogelijkheden voor het treffen van maatregelen, heeft de provincie Limburg een stringent Gww-beleid. Dit betreft met name de bescherming van hydrologisch gevoelige natuurgebieden. De omgeving van de lokatie is onderdeel van de provinciale ecologische structuur. Voorts liggen op ca. 1 kilometer ten oosten en ten westen van de lokatie liggen resp. een freatisch en een niet-freatisch grondwaterbeschermingsgebied.

### III.6 Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo)

#### *Doel*

De Wet verontreiniging oppervlaktewateren beoogt de bescherming van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

#### *Vergunningplicht*

Het is op grond van artikel 1 lid 1 Wvo verboden om zonder vergunning met behulp van een werk afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen in het oppervlaktewater te brengen. De rivier de Maas wordt uiteraard aangemerkt als een 'oppervlaktewater'.

Het onderscheid tussen lozingen via of zonder 'werk' is met het van kracht worden van het Uitvoeringsbesluit artikel 1 lid 3 Wvo, inmiddels grotendeels vervallen. Om aan de relevante EG-regelgeving te voldoen, zijn in dit besluit vrijwel alle lozingen die niet via een werk plaatsvinden ook vergunningplichtig gesteld. Op grond van lid 3 en bijlage 1 van dit besluit kunnen ook nog stoffen worden aangewezen waarvan de lozing, anders dan als sporen in een andere stof, geheel verboden is. Hiertoe behoren ook minerale oliën en kwik. Een dergelijke aanwijzing heeft echter nog niet plaatsgevonden. Uit de jurisprudentie blijkt dat, ogenschijnlijk in weerwil van de letterlijke wetstekst, ook bij onbedoelde verontreinigingen (óók wanneer geen sprake is van een 'werk' in de zin van de Wvo) een vergunningplicht bestaat op grond van het Uitvoeringsbesluit artikel 1 lid 3 Wvo<sup>1</sup>.

---

J.D. Spaargaren en de Vereniging van Houtimpregneerinstellingen in Nederland / Hoogheemraadschap van Rijnland - Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State, 20 april 1994.

In de wet is echter niet gedefinieerd wat onder afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen moet worden verstaan. Hierover bestaat ook geen jurisprudentie. De lozing van kleine hoeveelheden huishoudelijk afvalwater is, behoudens voor nader aan te wijzen wateren, uitgesloten van de werking van de Wvo (Uitvoeringsbesluit artikel 1 lid 3 Wvo). Gezien de tekst van bijlage 1 bij het Uitvoeringsbesluit artikel 1 lid 3 Wvo kan worden aangenomen dat de daar vermelde stoffen, waaronder minerale oliën en gesynthetiseerde stoffen, in ieder geval, d. w. z. ongeacht de concentratie, zullen moeten worden aangemerkt als verontreiniging.

Samengevat betekent e.a.a dat het feit dat de centrale het zuurstofgehalte in het benedenstroomse deel van het Maaswater kan beïnvloeden, geen verplichting tot het aanvragen van een Wvo-vergunning met zich mee brengt. De lozing van kleine hoeveelheden huishoudelijk afvalwater valt op grond van artikel 7 lid 2 Wvo, eveneens buiten de werking van deze wet. Aan deze aspecten kunnen echter wel in het kader van de Wm-vergunning voorschriften worden verbonden. Indien echter sprake is van kleine bedrijfsmatige lozingen of lekverliezen van (b.v. olie uit de turbines), valt de waterkrachtcentrale onder de werking van lid 3 Wvo en het Uitvoeringsbesluit artikel 1 lid 3 Wvo, op grond waarvan dan toch een Wvo-vergunning nodig is. Hierna wordt er vanuit gegaan dat dit het geval is.

#### *Procedure*

Op grond van artikel 3 Wvo is de minister van Verkeer en Waterstaat Bevoegd Gezag voor de vergunningverlening. De procedure voor de vergunningverlening is geregeld in artikel 7 Wvo. 1. De paragrafen 3.5.2 tot en met 3.5.5 van de Algemene wet bestuursrecht en afdeling 13.2 van de Wet milieubeheer zijn van toepassing verklaard.

#### *Beleidsruimte*

De beleidsruimte voor het verlenen van een Wvo-vergunning is in belangrijke mater vastgelegd in besluiten en beleidsplannen ter bescherming van de waterkwaliteit. De belangrijkste daarvan zijn:

- *Uitvoeringsbesluit artikel 1, derde lid, Wet verontreiniging oppervlaktewateren (28-11-1974, Stb. 709)*. Dit besluit stelt o.a. lozingen die niet via een 'werk' plaatsvinden ook vergunningplichtig.
- *Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming (23-11-1995, Stb. 567)*. Dit besluit stelt eisen aan bouwmaterialen met het oog op de uitloogbaarheid van verontreinigingen. Hiervoor wordt verwezen naar § III.2.
- *Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren (03-11-83, Stb. 606)*. In deze nota worden de normen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater gegeven. Deze normen zijn afhankelijk van de functie(s) van dat water. Daarbij wordt, samengevat en voor zover hier van belang, onderscheid gemaakt tussen oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater, voor gebruik als zwemwater, en geschikt voor karperachtigen en zalmachtigen. In dit verband is van belang dat, voor water voor zalmachtigen, o.a. een zuurstofnorm van 7 mg per liter<sup>2</sup> wordt aangehouden (bijlage III bij het besluit). Voor de overige inhoud van de normstellingen wordt verwezen naar het besluit zelf.

<sup>2</sup>Eventuele lagere (natuurlijke) waarden als gevolg van de natuurlijke gesteldheid van de waterbodem en de invloed daarvan op het oppervlaktewater, worden niet geïnterpreteerd als een onderschrijding van deze norm.

- *Derde Nota Waterhuishouding*. De nota heeft niet alleen betrekking op de waterhuishouding, maar ook op de waterkwaliteit. De nota schetst het beleid voor de periode 1990-1994, maar geeft tevens streefbeelden voor de periode rond de eeuwwisseling. Er worden specifieke streefbeelden voor de verschillende soorten oppervlaktewateren beschreven. Voor zover hier van belang, worden daarbij naast de waterhuishoudkundige functies, met name de natuur- en recreatiefuncties van de grote rivieren benadrukt. Als specifieke functies van de Grensmaas worden genoemd:
  - Oeverrecreatie en sportvisserij (toenemend belang); NB: Geen beroepsvisserij.
  - Recreatievaart.
  - Natuur en landschap (toenemend belang).
  - Regionale watervoorziening.
  - *Waterkrachtcentrales (toenemend belang)*.
  - Afvoer van water, ijs en sediment.
  - Oppervlaktedelfstoffenwinning (afnemend belang).

Op grond van onderzoek wordt in de nota de, tot dat moment voor oppervlaktewater gehanteerde normstelling voor de 'basiskwaliteit' (voorlopig) vervangen door een nieuwe, nl. de 'kwaliteitsdoelstelling 2000'. Voor de Grensmaas worden in de nota de volgende specifieke kwaliteitsdoelstellingen aangehaald:

- Algemene ecologische doelstelling.
- Water voor karperachtigen
- Water voor zalmachtigen.
- Drinkwater.

Om de gewenste verbeteringen te bereiken, worden, voor zover hier van belang, de volgende categorieën maatregelen voorgesteld:

- Versnelde terugdringing van verontreinigingen.
- (Betere) geleiding van het gebruik (duurzaamheid).
- (Betere) inrichting (m.n. natuurlijk oeverbeheer).

Deze categorieën zijn nader uitgewerkt in de vorm van een vijftiental 'pakketten' van onderling samenhangende maatregelen, met als doel de verbetering van de waterhuishouding, de gebruiksfuncties en voorts de sanering en bescherming van de waterkwaliteit, waterbodems, oevers en buitendijkse gebieden en van de aquatische flora- en fauna en de watersystemen als geheel. Het daarbij geformuleerde beleid is, samengevat en voor zover hier van belang, als volgt:

- Vermindering van de emissies van verontreinigingen.
- Behoud en herstel van natuurlijke oevers.
- Extensivering van het bodemgebruik in de uiterwaarden.
- Het Nederlands deel van de maas moet passeerbaar worden vissen.
- Bij werkzaamheden aan stuwen worden kansen benut voor het aanbrengen of herstellen van vispassages.
- Passagevoorzieningen voor (land)dieren langs de oever zijn een onderdeel van nieuwe kunstwerken.
- Electriciteitsmaatschappijen brengen bij de inlaten van waterkrachtcentrales visgeleidingssystemen aan.

- *Ontwerp Evaluatienota Water* + Nota van antwoord op inspraak en advies van het ministerie van V&W. In de *Ontwerp Evaluatienota Water* en de *Nota van antwoord op inspraak en advies*, worden een evaluatie van de tussendoelen van de Derde Nota Waterhuishouding en een doorkijk naar de Vierde Nota Waterhuishouding gegeven. Als belangrijkste knelpunten en prioriteringen worden, voor zover hier van belang, genoemd:
  - Diffuse emissies van verontreinigingen (waaronder verspreide kleine lozingen) naar het oppervlaktewater vormen een punt van grote zorg en zijn verantwoordelijk voor vrijwel alle gevallen waarin de reductiedoelstellingen voor 1995 niet zijn gehaald. Het gaat daarbij met name om, voor zover hier mogelijk relevant, stikstof, zware metalen, PAK's en, specifiek voor de Maas, organische micro-verontreinigingen.
  - Sanering van de waterbodems en uiterwaarden, het voorkomen van nieuwe verontreinigingen, beperking van de stroom saneringsbagger en het vinden van nieuwe stortplaatsen daarvoor.
  - De aanleg van vispassages. Bij de inspraakreacties op de *Evaluatienota* is gewezen op de onzekerheden rond het feitelijke functioneren van vistrappen, en de verantwoordelijkheid voor de aanleg en het beheer daarvan.
  - De aanleg van milieuvriendelijke oevers en natuurbouw.
- *De nota 'Zalm terug in onze rivieren'* (1992). De ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van Verkeer en Waterstaat hebben gezamenlijk een plan uitgewerkt om voor 1997 bij alle stuwen in de Nederrijn, Lek, Maas en Overijsselse Vecht (nieuwe) vistrappen aan te leggen. Verder wordt gestreefd naar een meer natuurlijk oeverbeheer (meer voedsel, paai-, en broedplaatsen) en een betere waterkwaliteit.

### III.7 Wet op de waterhuishouding (Wwh)

#### *Doel*

Met de Wet op de waterhuishouding (Wwh) en de daarop gebaseerde plannen en besluiten, wordt primair een goed kwantitatief beheer van het oppervlaktewater beoogd. Voorts kunnen, binnen zekere randvoorwaarden, bij het verlenen van Wwh-vergunningen, ook voorschriften worden gesteld in het belang van de waterkwaliteit. De wet heeft geen betrekking op de waterstaatkundige functies van het oppervlaktewater. De bescherming daarvan wordt, althans voor de grote rivieren, geregeld in de rivierenwet.

#### *Vergunningplicht*

Op grond van artikel 24 van de Wet op de waterhuishouding (Wwh) en artikel 20 van de Uitvoeringsregeling waterhuishouding (Uw) is het verboden om, zonder vergunning van de betrokken kwantiteitsbeheerder, per uur meer dan 5.000 m<sup>3</sup> water te lozen in of meer dan 100 m<sup>3</sup> water te onttrekken aan een oppervlaktewater. De nominale doorstroomcapaciteit van de waterkrachtcentrale is 200 m<sup>3</sup> per seconde.

Of voor de realisatie van de voorgenomen waterkrachtcentrale in de Maas bij Borgharen een Wwh-vergunning nodig is, hangt af van de interpretatie van de begrippen 'lozing' en 'onttrekking'. Strikt genomen onttrekt of loost een waterkrachtcentrale geen oppervlaktewater, het water passeert slechts de turbines. Daarbij ontstaat wel opstuwning van water, waardoor het rivierpeil zowel boven- als benedenstrooms van de stuw (overigens zeer beperkt) wordt beïnvloed. Dit aspect wordt echter ook geregeld in het kader van de vergunningverlening -

krachtens de Rivierenwet (zie hierna). Vooralsnog wordt daarom aangenomen dat de Wwh niet van toepassing is, en blijven een beschrijving van de procedure en de beleidsruimte buiten beschouwing.

Een aantal nota's en plannen, die als uitvloeisel van de Wwh zijn opgesteld, zijn echter niet alleen opgesteld t.b.v. de waterhuishouding. Ze worden behandeld bij die wetten waarvoor ze - in dit verband - wel relevant zijn. Dit zijn met name:

- De derde Nota Waterhuishouding (zie hiervoor, bij de behandeling van de Wvo).
- Het beheersplan voor de rijkswateren (idem).
- De peilbesluiten (zie hierna, bij de behandeling van de Rivierenwet).

### III.8 Ontgrondingenwet (Ogw)

#### *Doel*

Met de Ontgrondingenwet (Ogw) wordt beoogd alle bij ontgrondingen betrokken belangen te beschermen.

#### *Vergunningplicht*

Op grond van artikel 3 lid 1 Ogw, is in principe voor iedere ontgroning een vergunning nodig. Artikel 4 Ogw geeft een aantal uitzonderingen op de reikwijdte van de Ogw. Voor zover hier van belang zijn dat:

- Ontgrondingen in het zomerbed van rivieren en stromen, bedoeld in artikel 1 van de Rivierenwet (Rw), waaronder de Maas.
- In bij provinciale verordening op grond van artikel 5 lid 2 Ogw aangewezen gevallen.

#### *Procedure*

Op grond van artikel 8 Ogw is de Minister van Verkeer en Waterstaat Bevoegd Gezag voor, voor zover hier van belang, ontgrondingen in bij algemene maatregel van bestuur aan te wijzen rijkswateren. In alle andere gevallen is de betrokken provincie Bevoegd Gezag. Het op grond van artikel 5 lid 1 en artikel 8 lid 1 Ogw vastgestelde Rijksreglement ontgrondingen is, voor zover hier van belang, alleen van toepassing op rijkswateren waarop de Rivierenwet niet van toepassing is. Omdat de Rivierenwet op grond van artikel 1 op de Maas wel van toepassing is, is de provincie Limburg Bevoegd Gezag. Op grond van artikel 8 lid 3 Ogw is voor ontgrondingen in het winterbed van de in artikel 1 Rivierenwet genoemde wateren (waaronder de Maas) overigens wel de toestemming van de minister van Verkeer en Waterstaat nodig. Overigens kent de nieuwe Ogw (van kracht in februari 1997, zoals tahns voorzien) een ander opzet van de bevoegdheidsverlening, waarbij de Ogw overal van toepassing is, behalve in zee, aangewezen rijkswateren en delen van eht IJsselmeer. Omdat de aanwijzing van Rijkswateren nog niet bekend is, kan niet met zekerheid gezegd worden hoe de bevoegdheidsverdeling er in dit geval uit zal zien; verwacht wordt dat hierin niet veel zal veranderen.

De procedure voor de vergunningverlening is geregeld in artikel 8 t/m 16 Ogw. In artikel 10 Ogw wordt de procedure van artikel 3.5.2 t/m 3.5.5 Algemene wet bestuursrecht van toepassing verklaard. Er is geen verplichte coördinatie met de Wet Milieubeheer.

### *Beleidsruimte*

Op grond van artikel 3, lid 2, en artikel 5, kunnen aan de Ogw-vergunning voorwaarden worden verbonden ter bescherming van alle bij de betrokken ontgroning betrokken belangen, dus óók het milieubelang. De Ontgrondingenwet kent een ruime discretionaire bevoegdheid, welke niet is uitgewerkt in specifieke sectorale beleidsplannen of onderdelen daarvan. Dit betekent dat de beleidsmatige vrijheid bij de vergunningverlening verhoudingsgewijs groot is.

## **III.9 Rivierenwet (Rw)**

### *Doel*

De Rivierenwet (Rw) beoogt de bescherming van de waterstaatkundige functies van (bij deze wet) aangewezen rivieren en stromen. Hieronder wordt dus in beginsel niet het milieubelang begrepen. Het is echter binnen zekere randvoorwaarden mogelijk om toch voorschriften ter bescherming van het milieu aan een Rw-vergunning te verbinden (zie hierna).

### *Vergunningplicht*

Bij de vergunningverlening wordt onderscheid gemaakt tussen het zomer- en het winterbed van een rivier. Het zomerbed is het diepste gedeelte van de rivier, dat gedurende het gehele jaar water afvoert. Wanneer de rivier bevaarbaar is, bevindt zich hier ook de vaargeul. Het winterbed van een rivier bestaat uit de ondiepe oeverzones. Deze staan alleen bij hogere waterstanden (meestal aan het einde van de winter) onder water.

Het is op grond van artikel 4 Rw verboden om, samengevat en voor zover hier van belang, zonder vergunning in het zomerbed van een rivier een werk aan te leggen, een drijvende inrichting vast te leggen of ontgrondingen te verrichten.

Voorts is het is op grond van artikel 5 Rw verboden om, samengevat en voor zover hier van belang, zonder vergunning in het winterbed van een rivier een dijk, kade of ander werk, tot waterkering of stroomgeleiding bestemd, aan te leggen, te verzwaren of te verhogen, danwel een bouwwerk te maken of te veranderen, of een ophoging te maken.

Op grond van artikel 6 Rw kunnen bij algemene maatregel van bestuur, bij een (voldoende) ruim winterbed, uitzonderingen op de bepalingen van artikel 4 en 5 worden gegeven. Aan dit artikel is toepassing gegeven bij besluit van 24 februari 1916, nr. 84 (sedert gewijzigd) en bij de besluiten van 13 september 1923, nr. 448 en 11 januari 1929, nr. 8. Deze besluiten hebben echter geen betrekking op het deel van de Maas waar de waterkrachtcentrale zal worden gebouwd.

### *Procedure*

Op grond van artikel 4 Rw, is de minister van Verkeer en Waterstaat voor het afgeven van een Rw-vergunning het Bevoegd Gezag (BG). De procedure voor de vergunningverlening is niet in de wet geregeld. Dit betekent dat hoofdstuk 4 van de Awb van toepassing is.



### *Beleidsruimte*

Op grond van artikel 9 Rw kunnen aan een vergunning voorschriften worden verbonden ter bescherming van het waterstaatkundig functioneren van de betrokken rivier. Hier is sprake van een ruime discretionaire bevoegdheid, welke niet in specifieke besluiten wordt uitgewerkt.

Op grond van artikel 9 Rw kunnen aan een vergunning ook voorschriften worden verbonden ter bescherming van andere belangen, echter alleen voor zover daarin niet bij of krachtens een andere wet is voorzien. Voor een beschrijving van het kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van oppervlaktewater in beheer bij het rijk, wordt verwezen naar de beschrijving van de beleidsruimte bij de Wvo-vergunning.

*Beleidslijn ruimte voor de rivier.* Naar aanleiding van de recente hoogwaterstanden in de rivieren is in april 1996 de beleidsnota (Brr) 'Beleidslijn ruimte voor de rivier', waarin onder andere het overheidsbeleid bij vergunningen op grond van de Rivierenwet nader is uitgewerkt (zie hierna).

De centrale doelstelling van deze nota is 'Meer ruimte voor de rivier, de duurzame bescherming van mens en dier tegen overstroming bij hoogwater en het beperken van materiële schade'. Deze doelstelling wordt volgens de nota, samengevat, op hoofdlijnen bereikt door:

- 1 Nieuwe activiteiten in het winterbed van een rivier alleen toe te staan, wanneer deze onlosmakelijk aan een rivier verbonden zijn of wanneer hun functie (redelijkerwijs) alleen in een rivierwinterbed kan plaatsvinden.
- 2 Het niet toestaan van ontwikkelingen die de mogelijkheid tot verbreding en verlaging van het betrokken winterbed feitelijk onmogelijk maken.
- 3 Zodanige compensatie van waterstandsverhogende effecten dat de kans op rivierwaterstanden welke hoger zijn dan haar dijken, beperkt blijft tot maximaal eens in de 1.250 jaar.

Als handhavingsmiddelen worden in de nota de vergunningverlening in het kader van de Rivierenwet en (na implementatie van de uitgangspunten in de betrokken bestemmingsplannen) de Wet op de ruimtelijke ordening genoemd. Er wordt dus een beroep gedaan op de lagere overheden om de beleidslijn over te nemen in hun ruimtelijke planvorming.

Activiteiten en inrichtingen in het onbedijkte deel van de Maas, waarvan hier sprake is, zijn onder voorwaarden toelaatbaar indien deze kunnen worden aangemerkt als 'riviergebonden'. De beleidslijn bevat een limitatieve lijst van riviergebonden activiteiten. Een waterkrachtcentrale valt daar niet onder. Voor andere activiteiten, waaronder dus de waterkrachtcentrale, wordt in de beleidslijn een 'nee, tenzij'-afwegingssysteem beschreven: Alleen activiteiten met een zwaarwegend maatschappelijk belang komen voor een uitzondering (d.w.z. een vergunning) in aanmerking, mits wordt aangetoond dat ze redelijkerwijs nergens anders kunnen worden uitgevoerd. Verder gelden als randvoorwaarden dat:

- waterstandsverhogende effecten (duurzaam) moeten worden gecompenseerd, en dat
- een toekomstige verlaging en verbreding van het winterbed niet onmogelijk mag worden gemaakt.

De beleidslijn vormt het nieuwe toetsingskader voor activiteiten in het winterbed van een rivier. Deze toetsing wordt gezien als een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de betrok-

ken overheden. Daarom heeft het ministerie van Verkeer en Waterstaat deze beleidslijn opgesteld na overleg met het IPO (Inter Provinciaal Overleg), de VNG (Vereniging van Nederlandse Gemeenten) en de Unie van Waterschappen. De beleidslijn staat niet op zichzelf. Ook in internationaal verband wordt erkend dat in de toekomst anders met rivieren zal moeten worden omgegaan. De strekking van de beleidslijn is dan ook in lijn andere reeds in gang gezette ontwikkelingen zoals de verklaringen van Arles, Straatsburg, de aanbevelingen in de Internationale Rijn Commissie en de oprichting van een hoogwaterwerkgroep voor de Maas.

### III.10 Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr)

#### *Doel*

De Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken (Wbr) beoogt de bescherming van deze werken en het doelmatig en veilig gebruik daarvan.

#### *Vergunningplicht*

Op grond van artikel 1 van de wet is een groot aantal algemene maatregelen van bestuur vastgesteld. Voor zover hier relevant worden daarin (samengevat), mede door straffen te handhaven bepalingen gesteld betreffende:

- Het met schepen of andere voorwerpen gebruik maken van Rijkswateren of Rijkswaterstaatkundige werken, anders dan voor deelname aan het scheepvaartverkeer.
- Het graven of baggeren langs Rijkswaterstaatkundige werken.
- Het veranderen of belemmeren van de loop van Rijkswateren.
- Het brengen van vaste stoffen in Rijkswateren of op of naast Rijkswaterstaatkundige werken.

In dit verband is voor de aanlegfase van de waterkrachtcentrale met name het besluit van 3 november 1934, Stb 562 ('Baggerreglement', sedert gewijzigd) van belang (zie hierna).

#### *Beleidsruimte*

Bij overtredingen wordt de strafmaat bepaald door de rechter, binnen de door de Rww aangegeven grenzen. In sommige uitwerkingsregelingen, zoals het Baggerreglement, is een specifieke vergunningenregeling opgenomen. De beleidsruimte verschilt per reglement.

- . *Baggerreglement.* Op grond van het Baggerreglement is voor het baggeren en graven in het zomerbed van (o.a.) de Maas een vergunning nodig. Aan deze vergunning kunnen voorwaarden worden gesteld m.b.t. het tijdstip en de wijze van baggeren of graven, ter bescherming van waterstaatkundige werken, de scheepvaart en de visserij.

### III.11 Natuurbeschermingswet (Nbw)

#### *Doel*

De Natuurbeschermingswet (Nbw) beoogt de bescherming van de natuurwaarden in daartoe aan aangewezen beschermde natuurgebieden (gebiedsbescherming), de bescherming van dieren en plantensoorten (soortbescherming) en het behoud en herstel van populaties en natuurwaarden in het algemeen.

#### *Vergunningplicht.*

*a. Gebiedsbescherming.* Op grond van art. 12 van de Natuurbeschermingswet is een vergunning nodig voor het uitvoeren van werken welke een nadelig effect kunnen hebben op de natuurwaarden in beschermde natuurgebieden. Dit zijn gebieden die krachtens de Natuurbeschermingswet zijn aangewezen als beschermd natuurmonument of als staatsnatuurmonument, en gebieden die zijn aangewezen ter uitvoering van de Overeenkomst inzake watergebieden van internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats voor watervogels (Conventie van Ramsar, Trb. 1975, 84), meestal aangeduid als 'Wetlands'. De bescherming van het betrokken gebied heeft een externe werking, d.w.z. dat ook een vergunning of ontheffing nodig is voor het uitvoeren van werken in de nabijheid van een dergelijk gebied, eveneens voor zover ze strijdig kunnen zijn met de bescherming ervan.

Er bevinden zich geen beschermde natuurgebieden in de direct omgeving van de geprojecteerde waterkrachtcentrale en er is dan ook geen sprake van een vergunningplicht krachtens de Nbw. De Maas is, als grootste regenrivier in Nederland, echter wel een onderdeel van de Ecologische hoofdstructuur, zoals vastgelegd in het, op grond van de Natuurbeschermingswet vastgestelde, Structuurschema groene ruimte. Zowel de ontwikkeling als de bescherming van de Ecologische hoofdstructuur dienen plaats te vinden via regionale planontwikkeling en vergunningverlening, zoals in het kader van de Wet op de ruimtelijke ordening, de Woningwet en eventuele tracéwetgeving. Concreet betekent dit dat bij de voorgenomen bestemmingsplanwijziging en het verlenen van de bouwvergunning ook rekening moet worden gehouden met de natuurwaarden, waaronder de visstand in de Maas (zie § III.2).

*b. Soortbescherming.* In het onderhavige MER gaat het alleen om de mogelijke aantasting van de visstand. De bescherming van inheemse diersoorten is geregeld in het Besluit beschermde inheemse diersoorten Besluit van 6 augustus 1973 (ter uitvoering van artikel 22, eerste lid, aanhef en onder b en c, van de Natuurbeschermingswet). In dit besluit zijn de volgende beschermde vissoorten aangewezen:

Rivierdonderpad - <i>Cottus gobio</i> Linnaeus.
Gestippelde alver - <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch).
Kleine modderkruiper - <i>Cobitis taenia</i> Linnaeus.
Grote modderkruiper - <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus).
Bermpje - <i>Noemacheilus barbatulus</i> (Linnaeus).
Elrits - <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus).
Bittervoorn - <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Bloch).
Meerval - <i>Silurus glanis</i> Linnaeus.
Rivierprik - <i>Lampetra fluviatilis</i> (Linnaeus), tot 15 cm lengte.
Beekprik - <i>Lampetra planeri</i> (Bloch).
Steur - <i>Acipenser sturio</i> Linnaeus.
Houting - <i>Coregonus oxyrhynchus</i> Linnaeus.

Deze soortbescherming houdt (voor zover hier relevant) in, dat het verboden is om, zonder noodzaak, een dier, behorende tot een beschermde diersoort, te verontrusten. Dat betekent dat alle redelijkerwijs neembare maatregelen moeten worden getroffen om te voorkomen dat individuen uit de genoemde vissoorten, voor zover ze in de Maas voorkomen, in de waterkrachtcentrale terecht komen.

### Procedure

De minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is het Bevoegd Gezag voor een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet. De procedure voor de vergunningverlening is geregeld in artikel 13 van de wet. Er is geen verplichte coördinatie met andere wetten.

*Beleidsruimte*

Voor de aanleg van de waterkrachtcentrale is geen Nbw-vergunning nodig. Voor de beleidsruimte bij de wijziging van het bestemmingsplan en de verlening van de bouwvergunning wordt verwezen naar § III.2. Voor de genoemde beschermde vissoorten zijn geen ontheffingen van de daarvoor geldende verbodsbepalingen mogelijk.

## Bijlage IV    Hydraulische aspecten

### IV.1 Bepaling stationair stroombeeld

De Maas heeft bovenstrooms van de mond van het Julianakanaal een redelijk gestrekt verloop en goed gedefinieerde oevers. De stroom is daardoor vrij gelijkmatig over de gehele stroomvoerende breedte verdeeld. Vanaf de spoorbrug komend (Figuur 3.1) is de rechteroever ongeveer recht, maar van km 14,5 tot km 15,0 begint de oever naar het westen af te buigen, als aanzet tot de bocht naar de stuw. Vanaf km 15,0 begint als een flauwe tegenbocht de toeloop naar het Julianakanaal. De ervaring is dat op dit punt de stroom door de oever wordt 'uitgeworpen'; de scheepvaart dient hier duchtig rekening mee te houden. Door de onderbreking van de rechter Maasoever ter plaatse van kanaalmond, heeft de stroom daar de neiging om 'door te schieten'. Daardoor concentreert zich de stroom bij het eerstvolgende steunpunt: de kop van scheidingsmuur (zie Figuur 4.3). In de kanaalmond bevindt zich een "neer" die aangedreven wordt door de bovengenoemde hoofdstroom. De plaatselijke geometrie is heel geschikt voor een stabiele neer. Dat wordt bevestigd door waarnemingen ter plaatse. Aansluitend aan de dichte wand staat nog een drietal 'palen', verbonden door betonnen gordingen. Deze constructie is bedoeld om (enigszins) te voorkomen dat schepen afdrijven naar de stuw. De stroom trekt met forse snelheden tussen de palen door.

De tegenoverliggende (linker-)oever bij km 15,0 is een binnenbocht. De stroom is daar vrij zwak. De stroom blijft echter, ook bij hoge afvoeren, wel aanliggen tegen de oever. Het stroombeeld bij deze oever is van ondergeschikt belang voor de scheepvaart, maar voor een goede aanstroming naar de waterkrachtcentrale is de juiste kromming van deze oever zijn belangrijk.

Het stroombeeld bij de ingang naar de sluis (en overlaat) Bosscherveld wordt voornamelijk bepaald door het stroomopwaarts gelegen riviervak, inclusief de pijlers van de spoorbrug (situatie zie Figuur 4.3). Deze situatie staat niet bekend als nautisch moeilijk.

### IV.2 Schatting translatiegolven

Door het vullen van de schutkolken bij Born worden daar (negatieve) translatiegolven opgewekt met een maximum debiet van bijna 100 m<sup>3</sup>/s. Het verloop van het debiet in de tijd (toename-maximum-afname) bij de sluis Born kan geschematiseerd worden tot een constant debiet van 45 m<sup>3</sup>/s (één kolk) gedurende 10 minuten. Als beide kolken tegelijkertijd gevuld worden, is het debiet dus 90 m<sup>3</sup>/s gedurende 10 minuten. Omdat bij het sluispersoneel bekend is dat daardoor forse waterspiegelvariaties ontstaan, wordt simultaan vullen zoveel mogelijk vermeden. Blijkens een registratie van het schutbedrijf van 11 t/m 14 november 1988 kwamen in een periode van 80 uur echter toch vijf maal schutdebieten van circa 90 m<sup>3</sup>/s voor. Verder waren er 50 schuttingen met een debiet van 45 m<sup>3</sup>/s (gedurende circa 10 minuten). De translatiegolven lopen vanaf de sluizen van Born door het Julianakanaal naar de mond bij sluis Limmel. Onderweg vervormen zij echter zodanig dat bij de mond van het kanaal het maximum veel kleiner is dan bij Born. Bij de kanaalmond zijn de schutgolven zichtbaar als geleidelijke waterstandswisselingen (orde 10 cm verlaging gedurende bijvoorbeeld 10 minuten) en als stroming. De stroming manifesteert zich het duidelijkst in plaatselijke vernauwingen zoals de sluis bij Limmel.

Een andere bron van translatiegolven is de waterkrachtcentrale bij Lixhe. Ook hiervan is een registratie beschikbaar van de periode van 11 t/m 14 november 1988. Hier blijken in een periode van circa 80 uur ongeveer 30 maal debietveranderingen van  $85 \text{ m}^3/\text{s}$  (overeenkomend met het afschakelen of in werking zetten van één turbine) te hebben plaatsgevonden en bovendien zes debietveranderingen van  $170 \text{ m}^3/\text{s}$  en één van  $255 \text{ m}^3/\text{s}$ . In tegenstelling tot wat voorzien is voor de nieuwe centrale bij Borgharen, worden bij Lixhe debieten door de centrale niet geleidelijk, maar zeer abrupt vergroot of verkleind. De door Lixhe opgewekte translatiegolven veroorzaken bij Borgharen peilvariaties van dezelfde orde van grootte als de schutgolven uit sluis Born.

Naast de golven van Born en die van Lixhe zijn er ook nog golven die veroorzaakt worden door het manipuleren met de kleppen van de stuw Borgharen. Vanwege de strenge peilbeheersingseisen worden de kleppen meestal in heel kleine stappen (enkele centimeters) versteld. De daarmee samenhangende translatiegolven zijn dan ook zeker niet hoger dan die van Born en Lixhe. Volledigheidshalve worden ook nog de sluizen van Ternaaien en van Bosscherveld als bronnen van translatiegolven worden genoemd.

Voor de scheepvaart zijn niet zo zeer de peilvariaties als wel de met de golven samenhangende stromingen van belang. Door de volkomen willekeurige interferentie van de verschillende translatiegolven kunnen allerlei stroombeelden ontstaan. Voor het stroombeeld nabij de mond van het Julianakanaal is vooral het golfdebiet dat het kanaal in- of uittrekt bepalend. De invloed op het stroombeeld is ingeschat aan de hand van praktijkwaarnemingen: er is in het kanaal in de buurt van sluis Limmel een maximum debiet van  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  naar het noorden gemeten. Door interferentie van verschillende golven treedt echter ook stroming in zuidelijke richting op: gemeten is  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Deze maxima zijn maatgevend gesteld, en vervolgens de bijbehorende stroombeelden bepaald. Het stroombeeld behorend bij de negatieve golf van  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  wordt gegeven in Figuur 4.4. Door de aanzuigende werking van de golf zal het water bij de kanaalmond van alle zijden toestromen. Omdat de golf loopt, zal dit beeld na circa 30 seconden veranderen, maar het geschetste beeld is naar verwachting het ongunstigste (want sterkste dwarsstroming) dat hier door een schutgolf kan worden veroorzaakt. Als vanaf de zijde van de stuw geen toestroming meer mogelijk is, zal het water van het stroomopwaartse deel van de Maas moeten komen. In dat geval ontstaat dus een iets gestrekter beeld. De waargenomen positieve golf van  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  geeft een radiale uitstroming bij de kanaalmond. Het beeld is vrijwel het omgekeerde van het beeld in Figuur 5.3, en de snelheden zijn half zo groot. Door de nabijheid van de overstortrand van de stuw zal een deel van het golfdebiet naar de stuw blijven stromen.

### IV.3 Kwantificering hinder scheepvaart door dwarsstroming

Om de hinder te kunnen kwantificeren zijn twee vaarbanen gekozen, waarlangs de dwarsstroom-componenten bij de in paragraaf 4.2.1 aangegeven maatgevende omstandigheden zijn afgeschat. Deze vaarbanen zijn in de Figuren 4.3 en 4.4 aangegeven. Bij stationaire stroming (Figuur 4.3) wordt een maximale dwarsstroming in de aangenomen baan voor de opvaart afgeschat van  $1,1 \text{ m/s}$ . Dit is een extreem ongunstige situatie voor de scheepvaart.

Schippers zullen daarom in werkelijkheid beslist dicht bij de oostelijke wal blijven, want in de baan voor de afvaart is de dwarsstroom veel zwakker. In het volgende zal evenwel steeds van de dwarsstroom ter plaatse van de gekozen baan voor de opvaart worden uitgegaan. De dwarsstroming door de translatiegolf van  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  werkt tegengesteld aan die van de stationaire stroming (dus gunstig). De sterkte van deze dwarsstroming is echter een orde kleiner dan die van de hoofdstroom, hetgeen verklaart waarom schippers geen uitgesproken hinder van de translatiegolf ondervinden. De translatiegolf van  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  naar het zuiden werkt in ongunstige richting, maar ook hier geldt dat de invloed zwak is en vrijwel verwaarloosd kan worden.

Voor een juist begrip van de scheepvaart nabij de monding van het Julianakanaal volgt hieronder nog enige informatie uit de praktijk. Schippers baseren hun verwachting over het stroombeeld ter plaatse van de kanaalmond op de via de radio gemelde waterhoogte beneden de stuw van Borgharen (dit is een goede maat voor de afvoer). Er bestaat een waarschuwingssysteem met vlaggen, bedoeld voor de vroegere sleepvaart, maar de vaarwegbeheerder betwijfelt of de schippers nog op die vlaggen letten. Tot  $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$  ervaart men de dwarsstroom niet als riskant, maar men houdt er wel al rekening mee: de uitvarende schepen houden wat oostelijk aan (midden vaarwater of zelfs verder). Men is er voor beducht om door de stroom tegen het beschermingswerk gezet te worden. De opvaart zorgt dus altijd voor een flinke opstuurhoek, voldoende afstand en voldoende vaarsnelheid. Aangezien de kanaalmond in verhouding tot de huidige scheepsafmetingen vrij smal is, kunnen de schepen bij dwarsstroming niet op hun eigen helft blijven. Door onderlinge afspraken via de marifoon vermijdt de scheepvaart evenwel ontmoetingen in de kanaalmond. Dat geldt zowel voor grote schepen als voor kleine schepen. Deze laatsten hebben ongeveer net zo veel ruimte nodig als de grote schepen, doordat ze vaak relatief zwakke motoren hebben (invloed op besturing). De afvaart houdt reeds vanaf de spoorbrug zoveel mogelijk de oostelijke wal. Bij km 15,0 schijnt men last te hebben van uitwerpen van de stroming door de gekromde oever. Als men er toch in slaagt om dicht bij de oever te blijven heeft men weinig last van de dwarsstroming voor de kanaalmond, en vergt alleen de neer in de mond nog de nodige oplettendheid. De afvaart heeft door de meestroming een relatief hoge vaarsnelheid bij het invaren van de kanaalmond. Dat kan bezwaarlijk zijn wegens de nabijheid van de sluis van Limmel. Deze ligt op slechts 600 m van de mond. Ook als de sluis geheel open staat (normaal) kan en mag deze alleen met matige vaarsnelheid gepasseerd worden.

Bij zeer grote afvoeren van  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  en meer, moet bij Limmel geschut worden. In die situatie is het extra belangrijk dat de afvaart niet te veel vaarsnelheid heeft, omdat men voor de sluis moet stoppen. In de praktijk wordt dan, door coördinatie van het schutbedrijf bij Ternaaien en bij Limmel, het verkeer door het sluispersoneel geregeld, zodat moeilijke situaties in de kanaalmond en boven sluis Limmel worden vermeden.

#### IV.4 Berekening ligging woelbak

Uit de duurlijnengrafiek, weergegeven in Figuur 4.1, worden de waarden afgelezen voor het verval over de stuw en het debiet bij verschillende voorkomenskansen. Deze waarden zijn vergeleken met de resultaten van berekeningen, die op basis van een verondersteld Voorkeursalternatief voor het MER Grensmaas zijn verricht, en zonodig bijgesteld. Aannemende dat het debiet gelijkmatig over de stuwbreedte van ca 100 m is verdeeld (alle schuiven in dezelfde

stand; onderafvoer) en uitgaande van een bovenwaterstand van 44,05 m + NAP kan nu met behulp van watersprongrelaties voor een eenvoudige woelbak met horizontale vloer het gewenste minimale niveau van de woelbakvloer worden uitgerekend. De berekening is in onderstaande Tabel IV.1 weergegeven.

Q (m <sup>3</sup> /s)	q (m <sup>3</sup> /sm)	v <sub>o</sub> (m/s)	H <sub>o</sub> = H <sub>1</sub> (m NAP)	h <sub>2</sub> (m NAP)	d <sub>g</sub> (m)B	((H <sub>1</sub> -h <sub>2</sub> )/d <sub>g</sub> ) (-)	F <sub>1</sub> (-)	d <sub>2</sub> (m)	gewenst woelbak niveau (m NAP)
250	2,50	0,50	+44,06	+40,25	0,86	4,43	7,0	2,19	+38,0
500	5,00	1,00	+44,10	+41,45	1,37	1,93	4,6	2,95	+38,5
750	7,50	1,50	+44,16	+42,45	1,79	0,96	3,3	3,31	+39,1
1000	10,00	2,00	+44,21	+43,00	2,17	0,56	2,5	3,47	+39,5

Tabel IV.1 Kenmerken gebruikt bij de berekening van het gewenst woelbakniveau bij verschillende afvoeren.

De grootheden in deze tabel zijn als volgt gedefinieerd:

- Q = debiet door de stuw
- q = debiet per eenheid van stuwbreedte
- v<sub>o</sub> = q/d<sub>o</sub>
- d<sub>o</sub> = waterdiepte bovenstrooms van stuw
- h<sub>o</sub> = waterspiegel bovenstrooms van stuw t.o.v. NAP
- H<sub>o</sub> = H<sub>1</sub> = energieniveau bovenstrooms van sprong t.o.v. NAP = h<sub>o</sub> + v<sub>o</sub><sup>2</sup>/2g
- h<sub>2</sub> = waterspiegel benedenstrooms van de sprong t.o.v. NAP
- d<sub>g</sub> = grensdiepte of kritische diepte = (q<sup>2</sup>/g)<sup>1/3</sup>
- F<sub>1</sub> = Froudegetal v<sub>1</sub>/(gd<sub>1</sub>)<sup>1/2</sup>
- v<sub>1</sub> = stroomsnelheid in woelbak bovenstrooms van sprong
- d<sub>1</sub> = waterdiepte in woelbak bovenstrooms van sprong
- D<sub>1</sub> = energieniveau bovenstrooms van sprong t.o.v. woelbakvloer
- D<sub>1</sub>/d<sub>g</sub> = (F<sub>1</sub>)<sup>-3/2</sup> + 0,5.(F<sub>1</sub>)<sup>4/3</sup>
- d<sub>2</sub> = waterdiepte in woelbak benedenstrooms van sprong
- d<sub>2</sub>/d<sub>g</sub> = 0,5.(h<sub>1</sub>/h<sub>g</sub>).{(8.F<sub>1</sub><sup>2</sup> + 1)<sup>1/2</sup> - 1}
- d<sub>1</sub>/d<sub>g</sub> = (F<sub>1</sub>)<sup>-3/2</sup>
- (D<sub>1</sub>-d<sub>2</sub>)/d<sub>g</sub> = (H<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>)/d<sub>g</sub>

De gewenste minimale ligging van de woelbakvloer is gelijk aan de benedenwaterstand h<sub>2</sub> verminderd met d<sub>2</sub>. Bij een hogere ligging zal een watersprong zich buiten de woelbak voordoen, hetgeen niet gewenst is. Een lagere ligging is toegestaan maar bij een te diepe ligging zal zich geen watersprong kunnen ontwikkelen waardoor er minder kinetische energie wordt omgezet in de woelbak.

Het vloerniveau van de bestaande woelbakken is 37,80 m + NAP. Vergelijking met het berekende minimaal gewenste vloerniveau in Tabel IV.1 laat zien dat het huidige vloerniveau voldoet. Bovenstaande berekening is echter een globale berekening, waarin geen rekening is gehouden met bijvoorbeeld de tanden op de vloer aan het einde van de woelbak of met de hoogteligging van de bodem achter de woelbak. Uit de praktijk zijn overigens geen signalen bekend dat de woelbak niet zou voldoen. De Tabel IV.1 loopt tot een debiet van 1000 m<sup>3</sup>/s; boven 1300 m<sup>3</sup>/s worden de schuiven getrokken.



## Bijlage V Berekening visschade

### V.1 Berekening cumulatieve visschade

De totale schade aan vis door waterkrachtcentrales neemt toe met het aantal centrales. De totale schade wordt berekend met behulp van onderstaande formules, waarin:

$N_{tot}$  = totaal aantal vissen bovenstrooms

$N_{sx}$  = aantal beschadigde vissen na passage centrale x (bij meerdere centrales wordt in stroomafwaartse richting gerekend)

$s_x$  = schade fractie van centrale x (0 - 1)

Bij passage van een centrale is de totale schade:

$$N_{s1} = s_1 * N_{tot}$$

Bij passage van twee centrales is de totale schade:

$$\begin{aligned} N_{s1+2} &= N_{s1} + s_2 * (N_{tot} - N_{s1}) = s_1 * N_{tot} + s_2 * (1 - s_1) * N_{tot} = \\ &= (s_1 + s_2 - s_1 * s_2) * N_{tot} \end{aligned}$$

Bij passage van drie centrales is de totale schade:

$$\begin{aligned} N_{s1+2+3} &= N_{s1+2} + s_3 * (N_{tot} - N_{s1+2}) = \\ &= s_1 * N_{tot} + s_2 * (1 - s_1) * N_{tot} + s_3 * (1 - s_1 - s_2 * (1 - s_1)) * N_{tot} = \\ &= (s_1 + s_2 + s_3 - s_1 * s_2 - s_1 * s_3 - s_2 * s_3 + s_1 * s_2 * s_3) * N_{tot} \end{aligned}$$

Invulling van de in Bakker en Gerritsen (1992a en 1992b) bepaalde schadecijfers van Linne en Alphen en de schattingen van Borgharen geven cumulatieve schadecijfers. Hierbij moet voor  $N_{tot}$  gelezen worden de totale visstand van de soort of soorten waarvoor het schadecijfer is bepaald; het schadecijfer telt voor alle vissen die via de waterkrachtcentrale stroomafwaarts gaan. Bij de schade fracties is geen rekening gehouden met mogelijke uitgestelde sterfte.

	Aal	Schubvis	Zeeforelsmolts
Schade bij Alphen:	$s_A = 0,19$	$s_A = 0,05$	$s_A = 0,04$
Schade bij Linne:	$s_L = 0,13$	$s_L = 0,05$	$s_L = 0,04$
Schade bij Borgharen:	$s_B = 0,13$	$s_L = 0,05$	$s_B = 0,04$

<i>In gebruik zijnde waterkrachtcentrales</i>	<i>Aalschade</i>	<i>Schubvisschade</i>	<i>Smoltsschade</i>
Alphen	$0,19 * N_{tot}$	$0,05 * N_{tot}$	$0,04 * N_{tot}$
Linne, Alphen	$0,30 * N_{tot}$	$0,10 * N_{tot}$	$0,08 * N_{tot}$
Borgharen, Linne, Alphen	$0,39 * N_{tot}$	$0,14 * N_{tot}$	$0,12 * N_{tot}$

Invulling van de gecorrigeerde cijfers voor Borgharen en afgeleide ruwe schattingen voor Linne geeft onderstaande cumulatieve schadecijfers. Het gecorrigeerde schadepercentage bij Borgharen is bepaald uit Figuur 5.15. Bij bepaling van de schadecijfers van Linne is rekening gehouden met het feit dat de waterkrachtcentrale te Linne uit vier turbines bestaat. Hier wordt derhalve een iets hogere totaalschade verwacht. De schade bij Alphen ligt hoger dan bij Linne, de zelfde verhouding is in de schatting van de gecorrigeerde cijfers aan gehouden.

	Aal	Schubvis	Zeeforelsmolts
Schade bij Alphen:	$s_A = 0,10$	$s_A = 0,05$	$s_A = 0,04$
Schade bij Linne:	$s_L = 0,07$	$s_L = 0,05$	$s_L = 0,04$
Schade bij Borgharen:	$s_B = 0,05$	$s_L = 0,05$	$s_B = 0,04$

In gebruik zijnde waterkrachtcentrales	Aalschade	Schubvisschade	Smoltsschade
Alphen	$0,10 * N_{tot}$	$0,05 * N_{tot}$	$0,04 * N_{tot}$
Linne, Alphen	$0,16 * N_{tot}$	$0,10 * N_{tot}$	$0,08 * N_{tot}$
Borgharen, Linne, Alphen	$0,20 * N_{tot}$	$0,14 * N_{tot}$	$0,12 * N_{tot}$

## V.2 Resultaten berekening visschade bij verschillende turbine-regimes

TURBINEREGIMES 2A, 2B, 2C, 3A													
Debiet WKC (m <sup>3</sup> /s)	Turbine regime 2A			Turbine regime 2B			Turbine regime 2C			Turbine regime 3A			
	Turb.1	Turb.2	Schade (%)	Turb.1	Turb.2	Schade (%)	Turb.1	Turb.2	Schade (%)	Turb.1	Turb.2	Turb.3	Schade (%)
30	30		23.7	30		23.7	30		23.7	30			23.7
40	40		15	40		15	40		15	40			15
50	50		11	50		11	50		11	50			11
60	30	30	23.7	60		9	60		9	30	30		23.7
80	40	40	15	80		6.7	80		6.7	40	40		15
100	50	50	11	100		5.8	100		5.8	33	33	33	20.8
120	60	60	9	60	60	9	90	30	14.9	40	40	40	15
140	70	70	7.7	70	70	7.7	100	40	10.4	47	47	47	12.3
160	80	80	6.7	80	80	6.7	100	60	7.4	53	53	53	10.3
180	90	90	6	90	90	6	100	80	6.3	60	60	60	9
200	100	100	5.8	100	100	5.8	100	100	5.8	67	67	67	8.1

Tabel V.1 Visschade gerelateerd aan afvoer door de waterkrachtcentrale bij verschillende turbine-regimes

### **V.3 Overzicht overlevingspercentages vis bij waterkrachtcentrales.**

Navolgende tabel geeft een overzicht van visschade bij verschillende turbinetypen onder verschillende omstandigheden (uit: Pfifferling, 1996). Het overlevingspercentage heeft niet steeds betrekking op het aandeel dode t.o.v. levende vis. In verschillende van de onderzoeken is tevens beschadigde vis van het overlevingspercentage uitgesloten.

Kraftwerk	Turbinentyp	Fallhöhe	Q [m³/s]	Fischart	Schaufel- anzahl	Drehzahl [1/min]	Laufgrad Ø[m]	Fischlänge [mm]	Wieder- Testfisch [%]	Einfangrate Kontrollfisch [%]	Überlebensrate 1 h - 48 h [%]
Ice Habor / Long et al. '68		27,0	447			90					68,0
L. Monumental / Long 1968		28,0	624			90					80,0-89,0
McNary / Schoenem. '68		24,5	303			86					87,0-92,0
Rock Island / Olson 1980		11,9	496			100					91,4-100
T. Narrow		23,0	54			225					83,0
T. Narrows 2 / McEarch. '59		23,0	54			225					66,3-83,5
Tusket Falls / Smith 1961		6,1	13			225					39,9-95,6
Waterville / Oregon State Game Comm. '58		17,0	57								92,5-97,5
Modeluntersuchungen von Monten 1985	Kaplan (keine nähere Unterscheid.)	14,6	1,26	Lachs		311					54,7-85,0
		14,6	0,78	Lachs		245					69,0-86,0
		14,6	0,78	Barsch		184					78,0
		14,6	0,78	andere Arten		258					0,0-80,0
		14,6	1,26	Erlilze		327					71,0
		14,6	1,26	Barsch		327					34,0
Gustavsberg Monten 1960		11,5	3,2	Aal	4	375	500				1,0
		11,5	6	Aal		375					2,0
		11,5	8,3	Aal		375					0,0
		11,5	9,5	Aal		375					9,0
Langgöi Monten 1960/61		11,5	5,5	Lachs	4	375	545	145			87,0
		11,5	5,5	Aal		375		735			19,2
		11,5	5,5	Aal		375		565			10,2
		12	1,2	Lachs		720,5		145			80,5
		12	1,2	Aal		720,5		735			25,0
		12	1,2	Aal		720,5		565			2,2
Karlsnäs/Monten 1960		6	11	Aal	4	250	700				12,0
Nöbbeldiv Monten 1960		10	16,5	Aal	4	250	740				16,2
			22,5	Aal		250					27,2
Emsfors/Monten 1960		6	12,5	Aal	4	187	875				37,0

Kraftwerk	Turbinentyp	Fallhöhe	Q [m³/s]	Fischart	Schaufel- anzahl	Drehzahl [1/min]	Laufrad Ø[m]	Fischlänge [mm]	Wieder- Testfisch [%]	Einfangrate Kontrollfisch [%]	Überlebensrate 1 h - 48 h [%]
Broby/Monten 1960		9	17	Aal	4	250	815				18,8
Kvarnaholm		7,5	30	Aal	4	150	1200				8,0
Monten 1961		7,5	40	Aal		150					49,0
		7,5	50	Aal		150					39,0
Ångäback		6	30	Lachs	4	125	1260				92,0
Monten 1960		6	40	Lachs		125					98,7
		6	40	Aal		125					37,0
		6	50	Aal		125					55,0
		6	60	Lachs		125					92,0
		6	60	Aal		125					60,0
Cathaleen's Fall / McGrath 1959	Kaplan	31									80
		29,2									100
		29,2									100
		29,3									92,3
Cliff's Falls / McGrath '59		12,9									80
		13									75
Tuilrière / Travade et.al '84		11,5	39,4			166,7					86
		11,5	30			166,7					91,7
		11,5	20,7			166,7					81,5
		11,5	11,8			166,7					83
Quelle: Von Raben											
Obernau / Aschaffenburg 1937 BJ 28	Kaplan	2,8-3,5	65	Aal	4	86,2	4,45				80,4

$$F = (C_b - C_a)/(C_s - C_a) = (r_T - 1)/r_T$$

$$r_T = 1 + 0,34*a*b*(1 + 0,046*T)*dh$$

waarin,

$C_a$  = zuurstofconcentratie bovenstrooms van de stuw ( $g/m^3$ )

$C_b$  = zuurstofconcentratie benedenstrooms van de stuw ( $g/m^3$ )

$C_s$  = zuurstofverzadigingsconcentratie ( $g/m^3$ )

$a$  = constante afhankelijk van verontreinigingsgraad (range 0,85-1,25, hier 1,0)

$b$  = stuwafhankelijke constante, 1.0 voor vrije overstort

$T$  = watertemperatuur ( $^{\circ}C$ )

$dh$  = valhoogte (m)

De berekende fractie vermenigvuldigd met het deficit levert de verandering in de zuurstofconcentratie ten gevolge van stroming over de stuw op. In geval van een negatief zuurstoftekort (oververzadiging van het bovenstrooms aangevoerde water) zal zuurstofuitslag optreden.

### **Uitwisseling met atmosfeer**

In de literatuur zijn veel empirische relaties te vinden, die onderling een behoorlijke spreiding vertonen. In het Grensmaasmodel (Waterloopkundig laboratorium, 1995) is gekozen voor een geschaalde versie van de O'Connor & Dobbins (1958) formulering, waarin de reaëratiesnelheid ( $RcRear$ ) een functie is van de waterdiepte en de stroomsnelheid; 'ondiepe' afstroming over de grindbanken in de Grensmaas zullen een hoge herbeluchting bewerkstelligen. Bedacht moet worden, dat de relatie het best toepasbaar zal zijn voor systemen met vergelijkbare diepte en watersnelheid als die waarmee de relatie is afgeleid. De oorspronkelijke formulering is afgeleid voor systemen met isotrope turbulentie, een stroomsnelheid tussen de 0,17 en 0,6 m/s en een waterdiepte tussen de 0,23 en 11 meter. De stroomsnelheden op de Grensmaas kunnen behoorlijk hoger liggen (bij een debiet van bijvoorbeeld 1000  $m^3/s$  tot circa 2 m/s). Bovendien blijkt deze formulering in de praktijk wat hoge waarden te leveren. Hierom is voor een geschaalde versie van deze formulering gekozen.

Ujd	decade	Q-Eya	Q-Borgh	Delta-H	Temp	Cl-	C-sat	C-boven	BOD	SURPLUS-O2				C-ben
										O2-sat	O2-rand	R1	F	
[dag]	[-]	[m3/s]	[m3/s]	[m]	[C]	[g/m3]	[g/m3]	[g/m3]	[g/m3]					
0	0	627	597	2.29	2	28	13.8593	11.8925	2.2158	1.85008	0.45948	512.085	0.85776	12.8503
5	1	203	173	4.37	2.03	41	13.8459	11.2323	2.85321	2.62347	0.61882	279.807	1.61739	12.8497
15	2	724	694	1.98	2.3	25	13.7484	12.5107	2.4117	1.74412	0.42685	365.877	0.5272	13.0379
25	3	880	850	1.50	2.82	24	13.5538	12.7058	2.476	1.57616	0.38555	263.483	0.30998	13.0157
35	4	349	319	3.47	3.59	32	13.2745	12.2014	2.87839	2.37416	0.5788	198.139	0.62112	12.8225
45	5	169	139	4.62	4.57	45	12.931	11.2052	3.53109	2.89908	0.65506	157.139	1.1305	12.3357
55	6	138	108	4.84	5.75	51	12.5364	10.8875	3.87207	3.08155	0.87549	134.881	1.2489	11.9384
65	7	190	160	4.46	7.08	42	12.1156	11.1309	3.58518	3.01116	0.8679	105.227	0.65767	11.7886
75	8	217	187	4.28	8.53	39	11.6815	11.0916	3.48088	3.01904	0.86877	73.7743	0.39451	11.4881
85	9	619	589	2.32	10.05	26	11.2547	11.6892	2.9146	2.15108	0.53512	-130.644	-0.22181	11.4474
95	10	904	874	1.43	11.6	24	10.8449	11.4425	2.80948	1.74459	0.4268	-222.915	-0.25505	11.1875
105	11	445	415	3.01	13.13	29	10.4646	10.7165	3.00409	2.64042	0.62127	-64.9398	-0.15648	10.56
115	12	542	512	2.58	14.8	27	10.1216	10.3913	2.88016	2.45587	0.59281	-81.8503	-0.15988	10.2314
125	13	350	320	3.46	15.98	32	9.82138	9.68973	3.0032	3.04242	0.67131	28.2814	0.08838	9.7781
135	14	252	222	4.01	17.18	37	9.58544	9.98723	3.11891	3.4405	0.70934	91.0523	0.41015	9.39738
145	15	195	165	4.43	18.21	42	9.35854	8.31108	3.21039	3.76507	0.7344	126.828	0.78926	9.08034
155	16	289	259	3.78	19.03	34	8.2008	8.2994	2.8031	3.39545	0.70549	164.668	0.63579	8.93518
165	17	200	170	4.39	19.61	41	8.09067	7.82438	2.92273	3.83837	0.73947	184.331	1.0843	8.70888
175	18	151	121	4.75	19.93	48	8.03071	7.00572	3.02613	4.09345	0.75571	185.167	1.5303	8.53602
185	19	104	74	5.11	20	62	8.01884	8.1979	3.30029	4.3345	0.78929	160.465	2.16844	8.36634
195	20	87	57	5.24	19.78	87	8.05669	5.78717	3.31008	4.40524	0.773	144.058	2.52734	8.3145
205	21	87	37	5.40	19.32	76	8.14187	5.35025	3.37483	4.47028	0.7763	108.807	2.94344	8.29368
215	22	47	17	5.58	18.6	89	8.2781	4.75813	3.5747	4.51035	0.77629	59.8031	3.51783	8.27596
225	23	53	23	5.52	17.66	84	8.48372	4.9882	3.27808	4.39897	0.77267	79.5367	3.45812	8.44632
235	24	78	48	5.33	16.53	72	8.89683	5.8088	2.82357	4.19136	0.76141	143.176	3.11253	8.72133
245	25	57	27	5.48	15.23	81	9.9753	5.31595	2.97628	4.17083	0.78024	95.8401	3.54222	8.85817
255	26	135	105	4.88	13.8	52	10.3033	8.84169	2.18862	3.70328	0.72997	265.322	2.52687	9.36858
265	27	91	61	5.21	12.29	66	10.8662	8.43314	2.52247	3.77391	0.73502	189.785	3.11139	9.54452
275	28	37	10	5.62	10.75	100	11.0581	5.05707	3.3382	3.85589	0.74084	44.4465	4.44465	9.50171
285	29	52	22	5.52	9.21	85	11.4814	6.06811	3.03059	3.67388	0.72781	88.7077	3.84126	10.0074
295	30	412	382	3.17	7.72	30	11.9222	9.34329	1.73899	2.45889	0.59331	584.488	1.53007	10.8734
305	31	341	311	3.51	6.33	32	12.3519	9.85886	1.86186	2.53967	0.60825	507.76	1.83287	11.2915
315	32	200	170	4.39	5.08	41	12.7589	9.55544	2.19824	2.84097	0.64801	352.903	2.0759	11.6313
325	33	449	419	2.99	4.01	29	13.1288	10.7104	1.98129	2.20364	0.54621	553.004	1.31982	12.0302
335	34	248	218	4.05	3.14	37	13.4354	10.5963	2.3143	2.57714	0.81197	375.282	1.73741	12.3337
345	35	355	325	3.44	2.5	32	13.8709	11.3093	2.26925	2.3041	0.56599	434.405	1.33893	12.646
355	36	627	597	2.29	2.12	28	13.8139	11.9972	2.21368	1.85438	0.48074	502.467	0.84165	12.8288

HS : 1986 gemiddelde decade afvoer

tijd [dag]	decade [-]	Q-Eys [m3/s]	Q-Borgh [m3/s]	Delta-H [m]	Temp [C]	Cl- [g/m3]	C-sat O2-sat [g/m3]	C-boven O2-rand [g/m3]	BOD [g/m3]	SURPLUS-O2				C-ben O2-ben
										Rt	F	[g/s]	[g/m3]	
0	0	627	597	2.29	2	26	13.8593	12.7392	1.32948	1.85008	0.45848	307.251	0.51468	13.2539
5	1	203	173	4.37	2.03	41	13.8459	12.2777	1.71183	2.82347	0.61882	167.884	0.97043	13.2482
15	2	724	694	1.98	2.3	25	13.7484	13.005	1.44702	1.74412	0.42685	219.526	0.31632	13.3213
25	3	880	850	1.50	2.82	24	13.5538	13.045	1.4858	1.57618	0.36555	158.09	0.18599	13.2309
35	4	349	319	3.47	3.59	32	13.2745	12.6307	1.72703	2.37416	0.5788	118.883	0.37287	13.0033
45	5	169	139	4.82	4.57	45	12.931	11.8955	2.11866	2.89908	0.65506	94.2838	0.8783	12.5738
55	6	138	108	4.84	5.75	51	12.5364	11.427	2.32324	3.08155	0.67549	80.9289	0.74934	12.1764
65	7	190	160	4.46	7.08	42	12.1156	11.5248	2.13911	3.01118	0.6679	63.1364	0.3946	11.9194
75	8	217	187	4.26	8.53	39	11.6815	11.3276	2.08852	3.01904	0.66877	44.2648	0.23671	11.5643
85	9	619	589	2.32	10.05	26	11.2547	11.6692	1.74876	2.15109	0.53512	-130.644	-0.22181	11.4474
95	10	604	874	1.43	11.8	24	10.8449	11.4425	1.68568	1.74459	0.4268	-222.915	-0.25505	11.1875
105	11	445	415	3.01	13.13	29	10.4848	10.7165	1.80248	2.64042	0.62127	-64.9396	-0.15648	10.56
115	12	542	512	2.56	14.8	27	10.1216	10.3913	1.7281	2.45587	0.59281	-81.8503	-0.15888	10.2314
125	13	350	320	3.46	15.98	32	9.82138	9.74239	1.80192	3.04242	0.67131	16.9688	0.05303	9.79541
135	14	252	222	4.01	17.18	37	9.58544	9.21851	1.87015	3.4405	0.70934	54.6314	0.24809	9.4646
145	15	195	165	4.43	18.21	42	9.35854	8.73006	1.92624	3.76507	0.7344	76.1568	0.46158	9.19162
155	16	288	259	3.76	19.03	34	9.2008	8.65988	1.68186	3.39545	0.70549	98.8011	0.38147	9.04135
165	17	200	170	4.39	19.61	41	9.09067	8.21088	1.75364	3.83837	0.73947	110.598	0.65058	8.88148
175	18	151	121	4.75	19.93	48	8.03071	7.81572	1.81568	4.09345	0.75571	111.1	0.91818	8.7339
185	19	104	74	5.11	20	62	9.01664	7.3254	1.98017	4.3345	0.76929	96.2787	1.30106	8.62646
195	20	87	57	5.24	19.78	67	9.05669	7.08498	1.98604	4.40524	0.773	88.4349	1.5184	8.61138
205	21	67	37	5.40	19.32	78	9.14187	8.8689	2.02478	4.47028	0.7763	85.3443	1.76608	8.63298
215	22	47	17	5.58	18.8	89	9.2781	8.56812	2.14482	4.51035	0.77829	35.8819	2.1107	8.67682
225	23	63	23	5.52	17.68	84	9.46372	8.77841	1.96885	4.39897	0.77267	47.722	2.07487	8.65328
235	24	78	48	5.33	16.53	72	9.69663	7.24393	1.89414	4.19138	0.76141	85.9058	1.88752	9.11145
245	25	57	27	5.48	15.23	81	9.9753	7.17969	1.78575	4.17083	0.76024	57.384	2.12533	9.30502
255	26	135	105	4.86	13.8	52	10.3033	8.22633	1.31917	3.70329	0.72997	159.193	1.51612	9.74246
265	27	81	81	5.21	12.29	66	10.6682	8.12638	1.51348	3.77391	0.73502	113.877	1.86683	9.99319
275	28	37	10	5.82	10.75	100	11.0581	7.45749	2.00292	3.85569	0.74064	26.6879	2.66879	10.1243
285	29	52	22	5.52	9.21	85	11.4814	8.23221	1.81835	3.87388	0.72781	52.0248	2.36476	10.597
295	30	412	382	3.17	7.72	30	11.9222	10.3748	1.0422	2.45889	0.59331	350.893	0.91804	11.2929
305	31	341	311	3.51	8.33	32	12.3519	10.7361	1.11712	2.53967	0.60625	304.656	0.9798	11.7157
315	32	200	170	4.39	5.08	41	12.7589	10.8368	1.31775	2.84097	0.64801	211.742	1.24554	12.0824
325	33	448	419	2.89	4.01	29	13.1268	11.677	1.17678	2.20384	0.54821	331.803	0.79189	12.4689
335	34	248	218	4.05	3.14	37	13.4354	11.7319	1.38858	2.57714	0.61197	225.169	1.04245	12.7744
345	35	355	325	3.44	2.5	32	13.6709	12.254	1.36155	2.3041	0.58599	280.643	0.80198	13.0559
355	36	627	587	2.29	2.12	28	13.8139	12.7179	1.3282	1.85438	0.46074	301.48	0.50489	13.2229

RS1: 1986 gemiddelde decade afvoer



tijd [dag]	decade [ ]	Q-Eys [m3/s]	Q-Borgh [m3/s]					Della-H Stuw [m]	Temp [C]	Cl- [g/m3]	C-sat O2-sat [g/m3]	C-boven O2-rand [g/m3]	BOD [g/m3]	STUW		CENTRALE		VISTRAP		WATERPARK		C-ben O2-ben [g/m3]
				Stuw	WKC	Vistrap	WaterPar							SURPLUS-O2		SURPLUS-O2		SURPLUS-O2		SURPLUS-O2		
														[g/s]	[g/m3]	[g/s]	[g/m3]	[g/s]	[g/m3]	[g/s]	[g/m3]	
0	0	627	597	378.7	200.0	4	14.3	2.29	2	26	13.9	12.0	2.2	324.8	0.9	0.0	0.0	7.5	1.9	26.7	1.9	12.6
5	1	203	173	0.0	161.8	4	7.2	4.37	2.03	41	13.8	11.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	2.6	18.9	2.6	11.4
15	2	724	694	474.1	200.0	4	15.9	1.98	2.3	25	13.7	12.5	2.4	249.9	0.5	0.0	0.0	4.9	1.2	19.6	1.2	12.9
25	3	880	850	627.5	200.0	4	18.5	1.50	2.82	24	13.6	12.7	2.5	194.5	0.3	0.0	0.0	3.4	0.8	15.7	0.8	13.0
35	4	349	319	105.4	200.0	4	9.6	3.47	3.59	32	13.3	12.2	2.9	65.4	0.6	0.0	0.0	4.3	1.1	10.4	1.1	12.5
45	5	169	139	0.0	128.4	4	6.6	4.62	4.57	45	12.9	11.2	3.5	0.0	1.1	0.0	0.0	6.9	1.7	11.5	1.7	11.3
55	6	138	108	0.0	97.9	4	6.1	4.84	5.75	51	12.5	10.7	3.9	0.0	1.2	0.0	0.0	7.4	1.8	11.3	1.8	10.9
65	7	190	160	0.0	149.0	4	7.0	4.46	7.08	42	12.1	11.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	1.0	6.9	1.0	11.2
75	8	217	187	0.0	175.6	4	7.4	4.26	8.53	39	11.7	11.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.8	4.4	0.8	11.1
85	9	619	589	370.9	200.0	4	14.1	2.32	10.05	26	11.3	11.7	2.9	-82.3	-0.2	0.0	0.0	-1.7	-0.4	-5.9	-0.4	11.5
95	10	904	874	651.1	200.0	4	18.9	1.43	11.8	24	10.8	11.4	2.8	-166.1	-0.3	0.0	0.0	-2.4	-0.6	-11.3	-0.6	11.2
105	11	445	415	199.8	200.0	4	11.2	3.01	13.13	29	10.5	10.7	3.0	-31.3	-0.2	0.0	0.0	-1.0	-0.3	-2.8	-0.3	10.6
115	12	542	512	295.1	200.0	4	12.9	2.58	14.6	27	10.1	10.4	2.9	-47.2	-0.2	0.0	0.0	-1.1	-0.3	-3.5	-0.3	10.3
125	13	350	320	106.3	200.0	4	9.7	3.46	15.96	32	9.8	9.7	3.0	9.4	0.1	0.0	0.0	0.5	0.1	1.3	0.1	9.7
135	14	252	222	10.0	200.0	4	8.0	4.01	17.18	37	9.6	9.0	3.1	4.1	0.4	0.0	0.0	2.3	0.6	4.6	0.6	9.0
145	15	195	165	0.0	153.9	4	7.1	4.43	18.21	42	9.4	8.3	3.2	0.0	0.8	0.0	0.0	4.2	1.0	7.4	1.0	8.4
155	16	289	259	48.4	200.0	4	8.6	3.76	19.03	34	9.2	8.3	2.8	29.5	0.6	0.0	0.0	3.6	0.9	7.8	0.9	8.5
165	17	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.39	19.61	41	9.1	7.6	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	1.5	10.5	1.5	7.7
175	18	151	121	0.0	110.7	4	6.3	4.75	19.93	46	9.0	7.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	2.0	12.9	2.0	7.2
185	19	104	74	0.0	65.7	4	4.3	5.11	20	62	9.0	6.2	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	2.8	12.0	2.8	6.5
195	20	87	57	0.0	49.9	4	3.1	5.24	19.78	67	9.1	5.8	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	3.3	10.2	3.3	6.2
205	21	67	37	0.0	31.2	4	1.8	5.40	19.32	76	9.1	5.4	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	3.8	8.8	3.8	5.9
215	22	47	17	12.5	0.0	4	0.5	5.56	18.8	89	9.3	4.8	3.6	44.1	3.5	0.0	0.0	18.1	4.5	2.1	4.5	8.5
225	23	53	23	18.1	0.0	4	0.9	5.52	17.66	84	9.5	5.0	3.3	62.7	3.5	0.0	0.0	17.9	4.5	3.8	4.5	8.7
235	24	78	48	0.0	39.6	4	2.4	5.33	16.63	72	9.7	5.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	4.1	9.8	4.1	6.2
245	25	57	27	21.9	0.0	4	1.1	5.48	15.23	81	10.0	5.3	3.0	77.5	3.5	0.0	0.0	18.6	4.7	5.3	4.7	9.1
255	26	135	105	0.0	94.9	4	6.1	4.66	13.8	52	10.3	6.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	3.5	21.1	3.5	7.2
265	27	91	61	0.0	53.6	4	3.4	5.21	12.29	66	10.7	6.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	4.2	14.4	4.2	6.9
275	28	37	10	6.0	0.0	4	0.0	5.82	10.75	100	11.1	5.1	3.3	26.7	4.4	0.0	0.0	24.0	6.0	0.0	0.0	10.1
285	29	62	22	17.2	0.0	4	0.8	5.52	9.21	85	11.5	6.1	3.0	67.8	3.9	0.0	0.0	21.7	5.4	4.3	5.4	10.3
295	30	412	382	167.3	200.0	4	10.7	3.17	7.72	30	11.9	9.3	1.7	256.0	1.5	0.0	0.0	10.3	2.8	27.6	2.8	10.1
305	31	341	311	97.5	200.0	4	9.5	3.51	6.33	32	12.4	9.7	1.9	159.2	1.6	0.0	0.0	10.8	2.7	25.8	2.7	10.3
315	32	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.39	6.08	41	12.8	9.6	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	3.2	23.0	3.2	9.8
325	33	449	419	203.7	200.0	4	11.3	2.99	4.01	29	13.1	10.7	2.0	266.6	1.3	0.0	0.0	9.7	2.4	27.3	2.4	11.4
335	34	248	216	4.1	200.0	4	7.9	4.05	3.14	37	13.4	10.6	2.3	7.1	1.7	0.0	0.0	11.4	2.8	22.5	2.8	10.8
345	35	355	325	111.3	200.0	4	9.7	3.44	2.5	32	13.7	11.3	2.3	148.7	1.3	0.0	0.0	9.4	2.4	23.0	2.4	11.9
355	36	627	597	378.7	200.0	4	14.3	2.29	2.12	26	13.8	12.0	2.2	319.7	0.8	0.0	0.0	7.3	1.8	26.1	1.8	12.6

VAO: 1986 gemiddelde decade afvoer

tjd	decade	Q-Eys	Q-Borgh					Delta-H	Temp	Cl-	C-sat	C- boven	BOD	STUW		CENTRALE		VISTRAP		WATERPARK		C-ben	O2-ben
				Stuw	WKC	Vistrap	WaterPar							Stuw	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2	SURPLUS-O2		
0	0	627	597	378.7	200.0	4	14.3	2.29	2	26	13.9	12.7	1.3	194.9	0.5	0.0	0.0	4.5	1.1	16.0	1.1	13.1	
5	1	203	173	0.0	181.8	4	7.2	4.37	2.03	41	13.8	12.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	1.6	11.3	1.6	12.4	
15	2	724	694	474.1	200.0	4	15.9	1.98	2.3	25	13.7	13.0	1.4	150.0	0.3	0.0	0.0	3.0	0.7	11.8	0.7	13.2	
25	3	880	850	627.5	200.0	4	18.5	1.50	2.82	24	13.6	13.0	1.5	118.7	0.2	0.0	0.0	2.0	0.5	9.4	0.5	13.2	
35	4	349	319	105.4	200.0	4	9.6	3.47	3.59	32	13.3	12.6	1.7	39.3	0.4	0.0	0.0	2.6	0.6	6.2	0.6	12.8	
45	5	169	139	0.0	128.4	4	6.6	4.62	4.57	45	12.9	11.9	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	4.1	1.0	6.9	1.0	12.0	
55	6	138	108	0.0	97.9	4	6.1	4.84	5.75	51	12.5	11.4	2.3	0.0	0.7	0.0	0.0	4.4	1.1	6.8	1.1	11.5	
65	7	190	160	0.0	149.0	4	7.0	4.46	7.08	42	12.1	11.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.6	4.1	0.6	11.6	
75	8	217	187	0.0	175.8	4	7.4	4.26	8.53	39	11.7	11.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.4	2.6	0.4	11.3	
85	9	619	589	370.9	200.0	4	14.1	2.32	10.05	26	11.3	11.7	1.7	-82.3	-0.2	0.0	0.0	-1.7	-0.4	-5.9	-0.4	11.5	
95	10	904	874	651.1	200.0	4	18.9	1.43	11.6	24	10.8	11.4	1.7	-166.1	-0.3	0.0	0.0	-2.4	-0.6	-11.3	-0.6	11.2	
105	11	445	415	199.8	200.0	4	11.2	3.01	13.13	29	10.5	10.7	1.8	-31.3	-0.2	0.0	0.0	-1.0	-0.3	-2.8	-0.3	10.6	
115	12	542	512	295.1	200.0	4	12.9	2.56	14.6	27	10.1	10.4	1.7	-47.2	-0.2	0.0	0.0	-1.1	-0.3	-3.5	-0.3	10.3	
125	13	350	320	106.3	200.0	4	9.7	3.46	15.96	32	9.8	9.7	1.8	5.6	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.8	0.1	9.8	
135	14	252	222	10.0	200.0	4	8.0	4.01	17.18	37	9.6	9.2	1.9	2.5	0.2	0.0	0.0	1.4	0.3	2.8	0.3	9.2	
145	15	195	165	0.0	153.9	4	7.1	4.43	18.21	42	8.4	8.7	1.9	0.0	0.5	0.0	0.0	2.5	0.6	4.5	0.6	8.8	
155	16	289	259	46.4	200.0	4	8.6	3.76	19.03	34	9.2	8.7	1.7	17.7	0.4	0.0	0.0	2.2	0.5	4.7	0.5	8.8	
165	17	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.39	19.61	41	9.1	8.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.9	6.3	0.9	8.3	
175	18	151	121	0.0	110.7	4	8.3	4.75	19.93	48	9.0	7.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	1.2	7.7	1.2	7.9	
185	19	104	74	0.0	65.7	4	4.3	5.11	20	62	9.0	7.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	1.7	7.2	1.7	7.5	
195	20	87	57	0.0	49.9	4	3.1	5.24	19.78	67	9.1	7.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	2.0	6.1	2.0	7.3	
205	21	67	37	0.0	31.2	4	1.8	5.40	19.32	76	9.1	6.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	2.3	4.1	2.3	7.2	
215	22	47	17	12.5	0.0	4	0.5	5.56	18.8	89	9.3	6.6	2.1	26.5	2.1	0.0	0.0	10.8	2.7	1.3	2.7	8.8	
225	23	53	23	18.1	0.0	4	0.9	5.52	17.66	84	9.5	6.8	2.0	37.8	2.1	0.0	0.0	10.7	2.7	2.3	2.7	9.0	
235	24	76	46	0.0	39.6	4	2.4	5.33	16.53	72	9.7	7.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	2.5	5.9	2.5	7.6	
245	25	57	27	21.9	0.0	4	1.1	5.48	15.23	81	10.0	7.2	1.8	46.5	2.1	0.0	0.0	11.2	2.8	3.2	2.8	9.4	
255	26	135	105	0.0	94.9	4	6.1	4.88	13.8	52	10.3	8.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	2.1	12.6	2.1	8.4	
265	27	91	61	0.0	53.6	4	3.4	5.21	12.29	66	10.7	8.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	2.5	8.8	2.5	8.4	
275	28	37	10	6.0	0.0	4	0.0	5.62	10.75	100	11.1	7.5	2.0	16.0	2.7	0.0	0.0	14.4	3.6	0.0	0.0	10.5	
285	29	52	22	17.2	0.0	4	0.8	5.52	9.21	85	11.5	8.2	1.8	40.7	2.4	0.0	0.0	13.0	3.2	2.6	3.2	10.8	
295	30	412	382	167.3	200.0	4	10.7	3.17	7.72	30	11.9	10.4	1.0	153.6	0.9	0.0	0.0	6.2	1.5	16.6	1.5	10.8	
305	31	341	311	97.5	200.0	4	9.5	3.51	6.33	32	12.4	10.7	1.1	95.5	1.0	0.0	0.0	6.5	1.6	15.4	1.6	11.1	
315	32	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.39	5.08	41	12.8	10.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	1.9	13.6	1.9	11.0	
325	33	449	419	203.7	200.0	4	11.3	2.99	4.01	29	13.1	11.7	1.2	181.3	0.8	0.0	0.0	5.8	1.4	16.4	1.4	12.1	
335	34	246	216	4.1	200.0	4	7.9	4.05	3.14	37	13.4	11.7	1.4	4.2	1.0	0.0	0.0	6.8	1.7	13.5	1.7	11.8	
345	35	355	325	111.3	200.0	4	9.7	3.44	2.5	32	13.7	12.3	1.4	89.2	0.8	0.0	0.0	5.7	1.4	13.8	1.4	12.6	
355	36	627	597	378.7	200.0	4	14.3	2.29	2.12	26	13.8	12.7	1.3	191.2	0.5	0.0	0.0	4.4	1.1	15.7	1.1	13.1	

VA1: 1986 gemiddelde decade afvoer - waterkwaliteit conform autonome ontwikkeling

VA2: 1986 gemiddelde decade afvoer

tijd [dag]	decade [-]	Q-Eys		Stuw				Della-H Stuw [m]	Temp [C]	Cl- [g/m3]	C-sat O2-sat [g/m3]	C-boven O2-rand [g/m3]	BOD [g/m3]	STUW		CENTRALE		VISTRAP		WATERPARK		C-ben O2-ben [g/m3]
		Q-Borgh [m3/s]	Stuw [m3/s]	WKC	Vistrap	WaterPar	SURPLUS-O2 [g/s]							SURPLUS-O2 [g/m3]	SURPLUS-O2 [g/s]	SURPLUS-O2 [g/m3]	SURPLUS-O2 [g/s]	SURPLUS-O2 [g/m3]				
0	0	627	597	378.7	200.0	4	14.3	3.31	2	26	13.9	12.7	1.3	233.8	0.6	0.0	0.0	4.5	1.1	16.0	1.1	13.2
5	1	203	173	0.0	161.8	4	7.2	4.56	2.03	41	13.8	12.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	1.6	11.3	1.6	12.4
15	2	724	694	474.1	200.0	4	15.9	3.11	2.3	25	13.7	13.0	1.4	169.5	0.4	0.0	0.0	3.0	0.7	11.8	0.7	13.3
25	3	880	850	627.5	200.0	4	18.5	2.96	2.82	24	13.6	13.0	1.5	169.9	0.3	0.0	0.0	2.0	0.5	9.4	0.6	13.3
35	4	349	319	105.4	200.0	4	9.6	4.01	3.59	32	13.3	12.6	1.7	41.8	0.4	0.0	0.0	2.6	0.6	6.2	0.6	12.8
45	5	169	139	0.0	128.4	4	6.6	4.72	4.57	45	12.9	11.9	2.1	0.0	0.7	0.0	0.0	4.1	1.0	6.9	1.0	12.0
55	6	138	108	0.0	97.9	4	8.1	4.88	5.75	51	12.5	11.4	2.3	0.0	0.8	0.0	0.0	4.4	1.1	6.8	1.1	11.5
65	7	190	160	0.0	149.0	4	7.0	4.82	7.08	42	12.1	11.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.6	4.1	0.6	11.6
75	8	217	187	0.0	175.6	4	7.4	4.50	8.53	39	11.7	11.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.4	2.8	0.4	11.3
85	9	619	589	370.9	200.0	4	14.1	3.32	10.05	26	11.3	11.7	1.7	-95.7	-0.3	0.0	0.0	-1.7	-0.4	-5.9	-0.4	11.5
95	10	904	874	651.1	200.0	4	18.9	2.95	11.6	24	10.8	11.4	1.7	-235.6	-0.4	0.0	0.0	-2.4	-0.6	-11.3	-0.6	11.2
105	11	445	415	199.8	200.0	4	11.2	3.74	13.13	29	10.5	10.7	1.8	-33.8	-0.2	0.0	0.0	-1.0	-0.3	-2.8	-0.3	10.6
115	12	642	612	295.1	200.0	4	12.9	3.48	14.6	27	10.1	10.4	1.7	-52.8	-0.2	0.0	0.0	-1.1	-0.3	-3.5	-0.3	10.3
125	13	350	320	106.3	200.0	4	9.7	4.00	15.98	32	9.8	9.7	1.8	5.9	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.8	0.1	9.8
135	14	252	222	10.0	200.0	4	8.0	4.34	17.18	37	9.8	9.2	1.9	2.5	0.3	0.0	0.0	1.4	0.3	2.8	0.3	9.2
145	15	195	165	0.0	153.9	4	7.1	4.60	18.21	42	9.4	8.7	1.9	0.0	0.5	0.0	0.0	2.5	0.6	4.5	0.6	8.8
155	16	289	259	46.4	200.0	4	8.6	4.17	19.03	34	9.2	8.7	1.7	18.2	0.4	0.0	0.0	2.2	0.5	4.7	0.5	8.8
165	17	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.58	19.61	41	9.1	8.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.9	6.3	0.9	8.3
175	18	151	121	0.0	110.7	4	6.3	4.80	19.93	48	9.0	7.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	1.2	7.7	1.2	7.9
185	19	104	74	0.0	65.7	4	4.3	5.11	20	62	9.0	7.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	1.7	7.2	1.7	7.5
195	20	87	57	0.0	49.9	4	3.1	5.24	19.78	67	9.1	7.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	2.0	6.1	2.0	7.3
205	21	67	37	0.0	31.2	4	1.8	5.40	19.32	78	9.1	6.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	2.3	4.1	2.3	7.2
215	22	47	17	12.5	0.0	4	0.5	5.56	18.6	69	9.3	6.6	2.1	26.5	2.1	0.0	0.0	10.8	2.7	1.3	2.7	8.8
225	23	63	23	18.1	0.0	4	0.9	5.52	17.68	84	9.5	6.8	2.0	37.6	2.1	0.0	0.0	10.7	2.7	2.3	2.7	9.0
235	24	78	48	0.0	39.6	4	2.4	5.33	16.53	72	9.7	7.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	2.5	-5.9	2.5	7.8
245	25	57	27	21.9	0.0	4	1.1	5.48	15.23	81	10.0	7.2	1.8	46.5	2.1	0.0	0.0	11.2	2.8	3.2	2.8	9.4
255	26	135	105	0.0	94.9	4	6.1	4.88	13.8	52	10.3	8.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	2.1	12.6	2.1	8.4
265	27	91	61	0.0	53.8	4	3.4	5.21	12.29	66	10.7	8.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	2.5	8.6	2.5	8.4
275	28	37	10	8.0	0.0	4	0.0	5.62	10.75	100	11.1	7.5	2.0	16.0	2.7	0.0	0.0	14.4	3.8	0.0	0.0	10.5
285	28	52	22	17.2	0.0	4	0.8	5.52	9.21	85	11.5	8.2	1.8	40.7	2.4	0.0	0.0	13.0	3.2	2.8	3.2	10.8
295	30	412	382	167.3	200.0	4	10.7	3.83	7.72	30	11.9	10.4	1.0	165.2	1.0	0.0	0.0	6.2	1.5	18.8	1.5	10.9
305	31	341	311	97.5	200.0	4	9.5	4.03	6.33	32	12.4	10.7	1.1	100.6	1.0	0.0	0.0	6.5	1.6	15.4	1.6	11.1
315	32	200	170	0.0	158.8	4	7.2	4.58	5.08	41	12.8	10.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	1.9	13.8	1.9	11.0
325	33	449	419	203.7	200.0	4	11.3	3.73	4.01	29	13.1	11.7	1.2	177.2	0.9	0.0	0.0	5.8	1.4	18.4	1.4	12.2
335	34	246	216	4.1	200.0	4	7.9	4.37	3.14	37	13.4	11.7	1.4	4.4	1.1	0.0	0.0	6.8	1.7	13.5	1.7	11.8
345	35	355	325	111.3	200.0	4	9.7	3.99	2.5	32	13.7	12.3	1.4	84.9	0.9	0.0	0.0	6.7	1.4	13.8	1.4	12.8
355	36	627	597	378.7	200.0	4	14.3	3.31	2.12	26	13.8	12.7	1.3	228.3	0.6	0.0	0.0	4.4	1.1	15.7	1.1	13.1





blad 2

Burgemeester en wethouders van Maastricht,  
namens dezen,

hoofd afdeling Milieu & Bedrijf

Ir. R. Nelissen

Afschrift(en) :

- Y. V/d Winkel, Milieu & Bedrijf;
- F. Konings, Milieu & Bedrijf.

## Konings, Frank

---

**Van:** Arbra bv [info@arbra.nl]  
**Verzonden:** woensdag 27 juli 2005 18:32  
**Aan:** 'Konings, Frank'  
**Onderwerp:** Aanmeldingsnotitie

Geachte heer Konings,

Vandaag heb ik de aanmeldingsnotitie voor de WKC bij de portier van uw kantoor afgegeven. Deze zal het stuk via de interne post bij u laten bezorgen.  
Mocht u de notitie donderdag nog niet hebben ontvangen zou u daar dan willen informeren.

Tevens voeg ik bij de artikelen over de visvriendelijke turbines en het Kema rapport over het uitzetten van 150 zilveralen in Echt.

Ik zou het zeer op prijs stellen wanneer u de procedure zo spoedig mogelijk in gang zou zetten. Bij snelle realisatie is namelijk gelijktijdige bouw van vistrap door RWS en de WKC mogelijk.

Mocht u nog vragen of opmerkingen hebben dan hoor ik dat graag.

Met vriendelijke groet,

Anton van der Boom