

TGO 94/27

GRENSOVERSCHRIJDEND NATUURONTWIKKELINGSPLAN

GRENSMAAS

Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

GRENSOVERSCHRIJDEND NATUURONTWIKKELINGSPLAN GRENSMAAS



Lab. Toegepaste Geologie en Hydrogeologie - Univ. Gent
Lic. Y. Vermoortel & Prof. Dr. W. De Breuck



Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening
P. De Smedt

DEEL I: GEGEVENSINVENTARISATIE GRENSMAAS

Hst. 2 Hydrogeologie

2.1. Inventarisatie bestaande gegevens

2.1.1. Hydrogeologische bouw

Hydrogeologische en geomorfologische informatie vindt men enerzijds in diverse lokale studies en anderzijds in vier bronnen op het niveau van het studiegebied. Deze laatste zijn:

De Smedt, P. 1977 Hydrogeologie van noordoost-Limburg

Paulissen, E. 1973 De morfologie en kwartairstratigrafie van de Maasvallei in
Belgisch Limburg

Loy, W. (ed) 1980 Hydrogeologische studie van het Kempisch Plateau en de
Limburgse Maasvallei

Belgische geologische Dienst, Brussel. Boorarchief

Voor de meeste studies zijn het deze bronnen waarnaar gerefereerd wordt. De voornaamste punten worden samengevat.

2.1.1.1. Geomorfologie

Een duidelijk beeld van de geomorfologie en de geologische bouw van de bovenste lagen vindt men in de studie van Paulissen, 1973. Paulissen onderscheidt in de zone tussen het Albertkanaal in het zuiden, de waterscheiding tussen het Maas- en Scheldebekken en de bovenloop van de A-beek in het westen, de Abeek in het noorden en de Maas in het oosten zeven morfologische eenheden. Hiervan liggen de eenheden I tot IV geheel of gedeeltelijk in het studiegebied en vormen de eenheden V, VI en VII de westelijke rand (figuur 2.1).

De **alluviale vlakte (I)** bevindt zich op 42,5 TAW in het zuiden en ca. 28 TAW in het noorden. De dikte van de alluviale afzettingen bedraagt 10-12 m ten zuiden van de Feld-

bissbreuk* en meer dan 20 m ten noorden ervan. Zij omvatten een 1 à 2 m dikke deklaag (tot >5 m in de geulen) van leem en klei in de depressies en zandige leem op de ruggen. Daaronder treft men grind met plaatselijk weinig doorlatende leemlenzen aan. Ten noorden van de Feldbissbreuk rust het grind op het zand uit de Formatie van Mol of Kasterlee, ten zuiden ervan op een zandig (Formaties van Mol, van Kasterlee, van Diest, van Bolderberg en/of de Formatie van Voort) en verder zuidwaarts op een kleiig (Formatie van Rupel) substraat.

Het **Terras van Geistingen (II)** omvat enkele verspreide vlekken op de grens van de alluviale vlakte met het Terras van Mechelen a/d Maas. Het bestaat uit 1 m zandleem op 16 à 18 m grind, rustend op de zand van de Formatie van Mol.

Het **Terras van Mechelen aan de Maas (III)** vormt een noord-zuid strook van 1000 m breedte te Neerharen en Vucht tot ca. 3000 m ter hoogte van Elen. Ten noorden van de Feldbissbreuk bestaat het terras uit een deklaag van zand met klei en leemlenzen, die 2 à 3 m dik is nabij de breuk tot 15 m nabij Molenbeersel. Onder de deklaag ligt zand en grind van het laag- en middenteras tot een diepte van 21 à 26 m. De terrasafzettingen rusten op een weinig grindhoudend zand. Ten zuiden van de Feldbissbreuk bestaat de deklaag uit 1 à 2 m dekzand met leemlenzen op een 10 à 11 m dik grindpakket. Het tertiair substraat bestaat uit kleiig materiaal ten zuiden van Eisden (Formatie van de Rupel) en uit zandig materiaal ten noorden van Lanklaar (tussen Lanklaar en Eisden ontbreekt het terras).

Het **Terras van Eisden-Lanklaar (IV)** heeft een tertiair substraat dat kleiig is in het zuiden en zandig in het noorden. Het Kwartair is gemiddeld 10 à 12 m dik en omvat hoofdzakelijk grind met dekzand en een sporadisch leemhorizont.

De eenheden die geheel buiten het studiegebied vallen zijn respectievelijk de **Terrassen van Lanaken en Caberg-Pietersem (V)**, het **Hoofdderras (VI)** en de **Vlakte van Bocholt (VII)**.

2.1.1.2. De bovenste, freatisch watervoerende laag

De watervoerende laag bestaat van boven naar onderen uit (figuren 2.2 tot 2.6):

zeer heterogene pleistocene fluviatiele terrasafzettingen (zand, grind, leem)

plio-pleistoceen zand van de Formatie van Mol (met lignietlagen) en van de Formatie van Kasterlee (met kleiige horizonten); in de slenkzone wordt het equivalent gevormd door de Kiezeloölietenformatie (met Brunssumklei) en de Formatie van Tegelen

zand van de Formatie van Diest, Bolderberg en Voort

Ten zuiden van de Feldbissbreuk bestaat de basis van het watervoerend pakket uit de kleiige afzettingen van de Groepen van Tongeren en Rupel (hoofdzakelijk klei van de Formatie van Boom). Ten zuiden van Eisden ligt de Rupeliaanklei direct onder de fluviatiele afzettingen. Ter hoogte van Eisden duiken de kleilagen onder en neemt de dikte van

de zandige tertiaire afzettingen naar het noorden snel toe. Opeenvolgend dagzomen onder het Kwartair het Oligoceen (Formatie van Voort), het Mioceen (Formaties van Bolderberg en van Diest), het Pliocene (Formaties van Kasterlee en van Mol). De fluviatiele afzettingen (vnl. grind) hebben een dikte van gemiddeld 10 m, die evenwel sterk kan variëren; ze zijn bedekt door een lemig alluvium in de alluviale vlakte en door pleistoceen zand op de lagere terrassen. Stroomopwaarts Eisden is de watervoerende laag een tiental meters dik. Naar het noorden neemt de dikte toe (tertiaire zanden) tot meer dan 200 m nabij de Feldbissbreuk. Lignietlagen in het zand van de Formatie van Mol en van Bolderberg onderbreken de verticale continuïteit van het watervoerend pakket.

Ten noorden van de Feldbissbreuk valt de basis van het eerste watervoerend pakket samen met kleilagen van het Plio-Pleistoceen (top van de Brunssumklei) (figuur 2.7). De lagen zijn er sterk verstoord door de talrijke breuken. Er zijn te weinig gegevens bekend om de dikte van het watervoerend pakket afdoende te beschrijven. Volgens De Smedt (1977) zou de waterlaag 30 à 40 m dik zijn.

Voor de zone ten noorden van de Feldbissbreuk levert een studie omtrent de breuken van de RGD (Demyttenare, R., Laga, P., 1988) bijkomende informatie. Alhoewel deze studie vooral betrekking heeft op de diepere lagen bevat zij een aantal geologische doorsneden en isohypsenkaarten, die informatie over het eerste watervoerend pakket verstrekken. De zone ten noorden van de breuk wordt gekenmerkt door een sterke tektonische activiteit vanaf het Boven-Oligoceen met een belangrijke diktetoename van de Formaties van Ruppel en van Voort en het ganse Mioceen, Pliocene en Kwartair. De klei van de Formatie van Boom ligt er op meer dan 700 m diepte, de top van de Brunssumklei op ca. 83 m (-50 m TAW).

Andere gegevens vindt men in diverse lokale rapporten, o.m. opgesteld in het kader van M.E.R.-studies. Hiervan zijn te vermelden:

IWACO BV, 1993
Van Autenboer, T., Cammaer, C., Janssens, M., 1991
Geosurvey, 1993
Impact, 1991
Van Autenboer, 1993
SCK, 1989
Geologica, rapporten M0531, M0556 en M0567
Van Houtte, P., Cammaer, C., Van Autenboer, T., 1988
Milieu en Veiligheid, 1991
VMW, 1983, rapport Maasmechelen, Oude Hoeve
VMW, rapport Meeswijk-Leut
(zie bronvermelding)

Gegevens over de dikte van de grindafzettingen vindt men o.a. in:

Bestuur Geotechniek, verslagen grindboringen
Gullentops, F., Paulissen, E., Van Mechelen, D., 1979 (grinddiktekaart)

De studie van Gullentops bevat een grinddiktekaart; uit diverse studies (oa. te Bichterweerd en Leut-Eisden) en boorverslagen blijkt deze kaart op lokaal niveau onvoldoende

informatie te verstrekken. De afzetting gekenmerkt door geulstructuren met weinig doorlatende leemlenzen wisselen snel in dikte op zeer korte afstand van 3 tot 20 m. Men vindt die diktevariaties niet in de grinddiktekaart terug.

2.1.2. Hydraulische parameters

De afzettingen in de watervoerende laag zijn zeer heterogeen. Ze wisselen van grof, zuiver grind tot middelmatig fijn zand. Volgens Paulissen heeft elk terras een specifiek grind. Uit de pompproeven blijkt met elk grind een andere doorlatendheid overeen te stemmen. In de grindafzettingen komen geulstructuren voor met een onregelmatig, discontinu verloop en weinig doorlatende zones (leemlenzen) en met sterk wisselende doorlatendheden. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de beschikbare gegevens betreffende de hydraulische parameters. Figuur 2.8 geeft de ligging van de meetpunten weer.

Voor het grind van de alluviale vlakte werd door de VMW op basis van pompproeven een doorlatendheid van 675 tot 6050 m/d gevonden (winning Eisden en Meeswijk). Voor het grind van de terrassen werden waarden gevonden van 156 tot 429 m/d (pompproef VMW Maasmechelen; pompproef LUC-Rotem, Terras Eisden-Lanklaar) en van 103 m/d (pompproef RUG-Bocholt, Hoofdterras/Vlakte van Bocholt). Over het algemeen wordt het grindpakket in de alluviale vlakte gekenmerkt door zeer hoge doorlatendheden die evenwel sterk kunnen verschillen; terrasgrind wordt gekenmerkt door veel lagere doorlatendheden.

De hydraulische doorlatendheid van de tertiaire zanden zijn een orde kleiner dan deze van het terrasgrind.; 1 tot 64 m/d voor het zand van de Formatie van Mol (Kiezeloölietenformatie, Zand van Schinveld), 8 tot 17 m/d voor het zand van de Formatie van Diest en 2 m/d voor het zand van de Formatie van Voort.

Uit de studies blijkt dat de soms hoge waarden voor de doorlatendheid niet altijd overeenstemd met een groot potentieel voor waterwinning. De anisotropie van de doorlatendheid in de terrasafzettingen en vooral in de alluviale vlakte bemoeilijkt de bepaling van de grondwaterstroming en de studie van grondwaterverontreinigingen.

2.1.3. Stijghoogtenconfiguratie (verband met oppervlaktewater)

Zoals voor de meeste gebieden van het Vlaamse Gewest zijn stijghoogtenkaarten een zeldzaamheid.

Voor het Kempisch plateau en de Limburgse Maasvallei, waarvan het vooropgestelde studiegebied deel uitmaakt, is in 1977 een eerste algemene piëzometrische kaart verschenen in het artikel "Hydrogeologie van Noordoost-Limburg" (De Smedt P. 1977). Deze kaart geeft voor het gebied tussen Meeuwen en Gellik in het westen, de Abeek en de Belgisch-Nederlandse grens in het noorden, de Grensmaas in het oosten en het Albertkanaal in het zuiden de stijghoogten van het freatisch grondwater weer met een hoogte-interval van 5 m. Afgezien van de algemene topografie zijn op deze kaart ook de grote morfologische eenheden ingetekend, gebaseerd op de studie "De morfologie en de kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg" (E. Paulissen, 1973).

In opdracht van de minister van Vlaamse Aangelegenheden en de minister van Volksgezondheid heeft de toenmalige Nationale Maatschappij der Waterleidingen (nu Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening) tussen 1978 en 1980 in samenwerking met andere overheidsinstanties en drinkwatermaatschappijen een studie uitgevoerd "Hydrogeologische Studie van het Kempisch Plateau en de Limburgse Maasvallei" (Loy W., ed., 1988). Deze studie bevat o.m. voor het hogeromschreven onderzoeksgebied ($\pm 500 \text{ km}^2$) stijghoogtenkaarten voor november en december 1978. De hoogte interval bedraagt 5 m voor de stijghoogten boven 35 m TAW, en 1 m voor de stijghoogten onder de 35 m TAW (figuur 2.9). Ter gelegenheid van deze studie werd een elektrisch analoog model opgebouwd en de stijghoogten gesimuleerd voor december 1978. Het elektrisch analoog model bestaat niet meer.

Sinds 1980 zijn er geen nieuwe algemene stijghoogtenkaarten meer beschikbaar gesteld. In studies van recentere data wordt veelal verwezen naar de reeds geciteerde kaart van november 1978. Partiële stijghoogtenkaarten zijn beschikbaar, opgesteld in het kader van M.E.R.-studies.

Zijn te vermelden :

- twee stijghoogtenkaarten (maart en oktober 1979) van het gebied Neeroeteren-Maaseik-Dilsen-Bichterweert in de M.E.R. "Ontgrinding Armenbos - De Wateringen" (Van Autenboer, T., e.a., 1991)
- een stijghoogtenkaart (3 mei 1990) van het gebied ter hoogte van de meander van Heerenlaak-Maaseik in de M.E.R. "Grindontginning Heerenlaak-Maaseik" (Milieu en Veiligheid, 1991)
- een stijghoogtenkaart (2 februari 1987) van het gebied tussen het oude zinkfabriek van Rotem en de groeve Bichterweert (Maas) in de studie "Blackpoint zinkfabriek Rotem" (Van Autenboer, T., e.a. 1988)
- een stijghoogtenkaart (15 april 1991) voor het gebied tussen Maaseik-Molenbeersel-Thorn in de M.E.R. "Grindwinning Kleizone-Boterakker Kinrooi" (Milieugroep Impact, 1991)
- een stijghoogtenkaart (27 oktober 1989, VMW) voor het gebied tussen de Grensmaas, de autoweg E 314, de ooststrand van het Kempisch Plateau en Dilsen in de studie "Hydrologisch Onderzoek Ontgrindingslocatie Meers" (IWACO, 1993)
- een stijghoogtenkaart (14 juni 1993) voor de mijnterreinen van Eisden en directe omgeving tussen de Zuid-Willemsvaart en het Kempisch Plateau in de studie "Karakterisatieonderzoek van de bodem- en grondwaterkwaliteit en van de steenkoolreststoffen - Mijnterrein Eisden" (Steenackers J., e.a. 1993)
- een stijghoogtenkaart (17 februari 1994) voor het gebied tussen de Zuid-Willemsvaart-Maaseik-Grensmaas-Dilsen in de M.E.R. (draftversie) "Grindwinning te Dilsen-Stokkem, Meerheuvel door de nv. Bichterweerd" (Milieu en Veiligheid, 1994).

Over de relatie oppervlaktewater-grondwater is er sprake in twee studies enerzijds - de "Hydrogeologische Studie van het Kempisch Plateau en de Limburgse Maasvallei" (Loy, W., ed., 1988) en anderzijds het "Hydrologisch onderzoek ontgrindingslocatie Meers" (IWACO, 1993).

In de eerste studie is een relatie gelegd tussen de grondwaterstanden in peilputten omheen de groeve Bichterweerd en het waterpeil in de Maas, voor de periode 16 oktober - 15 december 1979. Afhankelijk van de afstand tot de Maas zijn er in bepaalde peilbuizen

fluctuaties gemeten van 1 tot 2,5 m. Hier speelt de Maas een zeer belangrijke rol. Hoge Maasstanden veroorzaken een belangrijke opstuwing van het grondwater langs de Maas, mogelijk zelfs een indringing van Maaswater in het grindpakket.

De tweede studie onderzoekt de waterhuishoudkundige relatie tussen de Maas en de grondwaterstanden in het invloedsgebied van de geplande ontgrinding van Meers. Voor een gemiddelde zomer afvoer van 100 m³/sec en een gemiddelde winterafvoer van 500 m³/sec zijn door middel van een grondwatermodel met stationaire situatie voor een drietal varianten de grootte en de uitgebreidheid van de grondwaterstands dalingen en/of stijgingen bepaald. In het geval van de variante "afgraving vanaf de thalweg met kleischerm" is een maximale laterale grondwaterpeilverlaging van 0,8 m te verwachten, die afneemt naarmate men zich van de Maas verwijdt. De andere varianten "afgraving op peil van 125 m³/sec - 0,75 m, met kleischerm en "van de Maas afgesloten grindplas" leiden tot een beperkte grondwaterstandsverlaging, in het laatste geval zelfs tot een algemene grondwaterstandsstijging.

Peilgegevens zijn er beschikbaar bij AMINAL (Water en Bodem) van het primair grondwatermeetnet Limburg (sinds 1987). De VMW (figuur 2.10: evolutie grondwaterpeil; figuur 2.11: ligging meetpunten) beschikt over specifieke metingen rond de waterwinningen van Eisdan-Meeswijk, die uitgevoerd worden i.f.v. bepaalde problemen (geen tijdreeksen). Deze metingen laten toe een inzicht te bekomen in de jaarlijkse en meerjarige waterpeilschommelingen en in de invloed van de Maasstanden op de grondwaterpeilen nabij de winning Meeswijk. In de reeds eerder genomen hydrogeologische studie van het Kempisch Plateau en de Limburgse Maasvallei zijn ook waterpeilen beschikbaar van 142 meetpunten voor de periode mei 1978 - maart 1980.

De meetpunten liggen verspreid over het toenmalig onderzoeksgebied. Ongeveer 25 meetpunten liggen in het huidige studiegebied ten oosten van de rijksweg N 78. Of al deze putten nog bestaan is niet geweten. Slechts enkele zijn in het primair meetnet opgenomen.

2.1.4. Grondwaterkwetsbaarheid

De "Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in de Provincie Limburg" (figuur 2.12) (Van Autenboer T., 1986) vormt het basisdocument op provinciale schaal betreffende de verticale kwetsbaarheid van de eerste watervoerende laag. Aan het studiegebied werd de index Ba.1 "uiterst kwetsbaar" toegekend.

De stijghoogteconfiguraties (zie 2.1.3) en de hydraulische parameters (zie 2.1.2) bepalen mede de kwetsbaarheid. Zij geven aanduiding van de laterale grondwaterstroming. Een aantal studies verschaffen inlichtingen over de laterale kwetsbaarheid zowel langs de oostrand (Maasinvloed) als langs de westrand (Kempisch plateau). De isohypsenkaarten tonen aan dat, althans voor een deel van het jaar (hoge Maaspeilen, lage grondwaterstanden, intense bemaling, ...) oppervlaktewater vanuit de Maas in de watervoerende laag terechtkomt. Lateraal is het studiegebied zeer gevoelig voor verontreinigingen vanuit de Maas. Wat betreft de invloed van het Kempisch plateau wijzen de isohypsenkaarten op een horizontale grondwaterstroming vanuit het plateau naar de alluviale vlakte. Ook langs de westrand is het studiegebied lateraal kwetsbaar. Van belang zijn hier de geringe doorla-

tendheid van het watervoerend pakket in het plateau en de diepe grondwaterstand nabij de plateaurand (beide beperken de laterale kwetsbaarheid).

De hoge kwetsbaarheid van de watervoerende laag blijkt uit de kwaliteitsstudie die in opdracht van de AMINAL en de Bestendige deputatie Limburg door het LISEC werd uitgevoerd (Vandormael et al., 1993).

De heterogene, discontinue geulstructuren bepalen in belangrijke mate de kwetsbaarheid en de verbreiding van de verontreiniging. Verontreinigingspluimen zijn moeilijker te lokaliseren en vertonen een meestal langwerpig, smal patroon.

2.1.5. Grondwaterwinning met inbegrip van het economisch belang en de aanleg van spaarbekkens

De grind- en zandafzettingen in de Maasvallei lenen zich zeer goed tot de winning van grondwater, zowel voor de openbare drinkwatervoorziening als voor de industrie, de landbouw en het particulier waterverbruik. Er is wel reeds gewezen op de hoge kwetsbaarheid van het grondwater in deze afzettingen (zie 2.1.4.)

2.1.5.1. Grondwaterwinningen categorie B en C

Tabellen 2.2 en 2.3 geven respectievelijk de opsommingen van de grondwaterwinningen categorie B en categorie C, zoals opgenomen in de databank van AMINAL, Bestuur Algemeen Milieubeleid. Deze winningen onttrekken het grondwater in hoofdzaak aan de waterlaag in de pleistocene afzettingen van de Maas (formaties 02 en 33) (figuur 2.13: kaart waterwinningen B + C).

In Lanaken wordt voornamelijk het Krijt aangeboord. Het ontbreken van uitgestrekte grindafzettingen, de geringe diepte waarop de watervoerende formatie van het Krijt voorkomt en de goede bescherming zijn hier niet vreemd aan.

2.1.5.2. Oppervlaktewaterwinningen

De VMW wint water (vergund debiet 9 600 m³/dag) uit de Vrietselbeek in Greven-Eisden. Deze beek wordt gevoed door tientallen kleine bronnen die door de mijnverzakking (in de kern een daling van ± 8 m) in een ouder verlande Maasmeander zijn ontstaan. Dit water komt in mindering van de hoeveelheid grondwater die door de nv Mijnen dient verpompt naar de Zuid-Willemsvaart om Eisden van wateroverlast te vrijwaren (zie 2.1.5.3.).

In de omgeving van Kinrooi loopt sinds juni 1990 het beregeningsproject "Ruilverkaveling Ophoven". Als watervoorzieningsbron wordt een grindgroeve in Ophoven gebruikt, waarin zich het recreatiedomein "De Spaanjerd" bevindt. Deze groeve blijft in geen verbinding met de Maas. De jaarlijkse waterbehoefte werd gemiddeld geraamd op 2 431 700 m³ (Peeters A., 1991)

2.1.5.3. Bemalingen nv Mijnen

Door de steenkoolontginning zijn grote delen van Eisden, Leut en Meeswijk wegezakt (figuur 2.14). Dit had tot gevolg dat het grondwater relatief steeg, zodat kelders onderwater liepen en plaatselijk zelfs het maaiveld bij het uitblijven van beveiligingsmaatregelen volledig onder water zou komen te liggen. Dit verplichtte de concessiehouder tot het installeren van bemalingsinstallaties, die naarmate de verzakking toenam, in capaciteit dienden uitgebreid te worden.

Tabel 2.4 geeft een overzicht van de debieten die sinds 1965 zijn opgepompt. Het water van de bemaling van Eisden wordt verpompt naar de Zuid-Willemsvaart, dit van Leut en Meeswijk naar de Maas.

2.1.5.4. Economisch belang van de waterlagen in de Limburgse Maasvallei

Zoals eerder is aangehaald bevatten de grind- en zandafzettingen in de Limburgse Maasvallei belangrijke watervoorraden, die o.m. voor de openbare drinkwatervoorziening van Limburg worden benut. Het samengaan van goed tot zeer goed doorlatende gesteenten en mijnverzakkingen creëert zeer gunstige omstandigheden tot het winnen van grote hoeveelheden grondwater. De drinkwaterwinning van Eisden heeft in 1994 een capaciteit van 40 000 m³/dag, deze van Meeswijk 10 000 m³/dag. Dit betekent dat op dit ogenblik de winningen van Eisden en Meeswijk (50 000 m³/dag) een derde van de productiecapaciteit (150 000 m³/dag) van de provincie Limburg uitmaken. In 1995 wordt de capaciteit van Meeswijk uitgebreid tot 20 000 m³/dag, in definitieve fase (1997 ?) tot 48 000 m³/dag. Ondanks deze voorziene uitbreidingen zullen nog belangrijke hoeveelheden grondwater verpompt moeten worden om het mijnverzakkingengebied droog te houden. Afhankelijk van de klimatologische omstandigheden en de waterstanden in de Maas varieert dit in de periode 1980 - 1993 tussen 12.10⁶ en 28.10⁶ m³/jaar (figuur 2.15). De VMW heeft de optie genomen om deze hoeveelheden gedeeltelijk via rechtstreekse winning, gedeeltelijk via berging in een spaarbekken voor de openbare drinkwatervoorziening te benutten.

Tijdens de zeer droge zomermaanden van 1994 is vastgesteld dat een productiecapaciteit die 30 % hoger ligt dan het gemiddeld dagverbruik onvoldoende is. Er dient gestreefd naar 40 %. Dit betekent dat er voor het jaar 2000 een productiecapaciteit nodig is van 175 000 m³/dag en voor 2010 196 000 m³/dag. Het zal afgezien van de waterwinning van Maaseik-Vlakenhof geleverd moeten worden vanuit de spaarbekkens.

2.1.5.5. Spaarbekkens

De VMW voorziet de uitbouw van twee spaarbekkens (Loy W., ed. 1980). Een eerste situeert zich ten zuiden van de autoweg E 314 in de grindontginning van Boorseme. Het zal worden bevoorrad met het bemalingswater van Eisden, Leut en Meeswijk (12.10⁶ tot 28.10⁶ m³/jaar). De grindontginning is er beëindigd. De bouw van een gesloten spaarbekken, d.i. afgesloten t.o.v. het grondwater, is hier mogelijk. (figuur 2.16)

Het tweede spaarbekken is voorzien ter hoogte van de belangrijke breukzone met de Feldbissbreuk en de breuk van Neeroeteren (Bichterweert). Dit gebied moet echter nog grotendeels ontgonnen worden. Gelet op de geologische opbouw wordt het een open spaarbekken, m.a.w. in contact met het omliggend grondwater. Het water zal door middel van een puttenbatterij aan het bekken worden onttrokken (oeverinfiltratie). (figuur 2.17)

2.1.6. Oppervlaktewaterkwaliteit en waterbodempkwaliteit

Het immissiebesluit (zie 2.1.7) legt de kwaliteitsdoelstellingen vast voor alle oppervlaktewateren van het openbaar hydrografisch net. De basiskwaliteit is van toepassing op alle oppervlaktewateren in de AWP-II gebieden MAAS en A-BEEK in het studiegebied. Daarnaast zijn in de literatuur de oppervlaktewateren met een specifieke functietoekenning te vinden. Voor deze laatste gelden de specifieke immissienormen. De waterlopen met een specifieke functietoekenning (drink-, vis- en/of zwemwater) vindt men in de rapporten AWP-II inventarisatie MAAS en AWP-II inventarisatie A-BEEK van de VMM.

Talrijke studies behandelen de kwaliteit van het water van het Maasbekken. Als belangrijke bronnen die de kwaliteit op regelmatige basis behandelen en de resultaten kenbaar maken zijn te vermelden: de Antwerpse Waterwerken, de VMM, het RIWA en het IHE (tot ca. 1990).

Jaarverslagen Antwerpse Waterwerken

Sinds 1960 wordt de kwaliteit van het Maaswater wekelijks (of tweewekelijks) onderzocht op een zestal punten stroomopwaarts het studiegebied. Het analyseprogramma omvat een zestigtal parameters. In de buurt van lozingen worden bijkomend specifieke stoffen onderzocht. Het jaarverslag omvat naast grafieken met de evolutie per parameter in het meetnet en in de tijd een bespreking van de evolutie van de zouten, voedingsstoffen en microverontreinigingen, een bespreking van de verontreinigingsincidenten, van de evolutie van de vrachten, van de kwaliteitswijzigingen (t.o.v. voorgaande jaren), van specifieke verontreinigingsparameters, een toetsing aan de doelstelling en een algemeen besluit.

Gegevens Vlaamse Milieumaatschappij

De jaarverslagen van het oppervlaktewater meetnet geven de belangrijkste resultaten van het kwaliteitsonderzoek. (figuur 2.18)

Voor elk VMM meetpunt vermeldt men de maandelijkse meetresultaten, de evaluatie t.o.v. de basiskwaliteit en t.o.v. de eventuele functietoekenning.

Men vermeldt de jaarlijkse resultaten van de biologische kwaliteitsbepaling (BBI).

Men vermeldt de belangrijkste emissies en voor de voornaamste lozingspunten specifieke gegevens (analysen, dagvrachten, lozingswijze, ...)

Voor 1992 bezit de VMM de evaluatie van een breed gamma microverontreinigingen in de waterkolom van de Maas te Lanaken, de meetwaarden worden getoetst aan de bestaande

Nederlandse en Belgische normen.

Het werkdokument MAAS en de rapporten AWP-II inventarisatie MAAS en A-BEEK. Tezamen vormen deze de belangrijkste werkdokumentten betreffende de emissies en immissies in het hydrografisch bekken.

Jaarverslag I.H.E.

Tot ca. 1992 werd de kwaliteit van het Maaswater op regelmatige basis nagegaan door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (I.H.E.). De meetgegevens zijn beschikbaar (VMM-IHE) en omvatten een breed gamma parameters.

Waterkwaliteitsmeetnet RIWA

Dit meetnet van het Maasstroomgebied omvat een zestal punten, zowel stroomop- als stroomafwaarts het studiegebied. Voor een aantal ervan (oa. meetpunt Eijsden) is het meetnet gericht op een zo volledig mogelijk onderzoek (algemene parameters, anorganische stoffen, organische som- en groepsparameters, eutrofiërende stoffen, algenbiomassa, bacteriën, microverontreinigingen, ...). De resultaten worden in de tijd en met elkaar vergeleken en getoetst aan referentiewaarden. In het jaarverslag 1992 zijn bovendien de resultaten van de Maascampagne 1991 verwerkt, een uitgebreid onderzoek naar de kwaliteit over gans het stroomgebied van de Maas.

Naast hogervermelde gegevens is er veel informatie te vinden in studies en publikaties; deze hebben een meestal eenmalig karakter. Zijn te vermelden:

RIWA, 1983.

RiWA, 1984.

IHE, 1992.

Bockers & Steemans, 1979.

Wulfraat, 1984.

Smit, H., 1982

Klink, H., 1986

Beyens, J. Neven, B., 1984

Botterweg, J. Silva, W., 1992.

(zie bronvermelding)

Voor de waterbodempkwaliteit zijn de volgende gegevens beschikbaar:

Het verkennend onderzoek van de VMM (VMM, 1992) betreffende de aanwezigheid van microverontreinigingen in de waterbodems van het Vlaamse Gewest, met voor het studiegebied het meetpunt "Maas te Lanaken". Toetsing van een breed gamma microverontreinigingen aan de Vlaamse en Nederlandse normen.

Het onderzoek van 1984 naar zware metalen in riviersedimenten van de Provincie Limburg (LISEC, 1984). In totaal werden 169 plaatsen bemonsterd. Hiervan vallen een aantal binnen het studiegebied.

Het rapport van de projectgroep zware metalen in oevergronden van Maas en zijrivieren in

de provincie Limburg 1987 (NDL) behandelt de bestaande gegevens met betrekking tot verontreiniging van slib, van zwevende deeltjes en van de oevergronden (Maas en zijrivieren) en de verontreiniging van de oevergronden door middel van nieuwe bodemonsters.

2.1.7. Administratieve en juridische situatie

2.1.7.1. Grondwaterwinningen categorie C

De winning van Eisden-Greven is een eerste maal vergund bij ministerieel besluit van 4 augustus 1958 (ref. 4/58/A/149) voor een debiet van 21 000 m³/dag. Op 26 april 1983 is bij ministerieel besluit (ref. 8/83/HD/776 verv./Li/325/127) een nieuwe vergunning afgeleverd voor 30 000 m³/dag of 11 000 000 m³/jaar. De eerstgenoemde vergunning werd ingetrokken.

De winning van water uit de Vrietselbeek (Eisden-Greven) is vergund voor 9 600 m³/dag bij besluit van de Bestendige Deputatie van Limburg, d.d. 17 april 1980, ref. 35-7320/3109.

De winning van Meeswijk is vergund bij ministerieel besluit van 21 oktober 1985, ref. WBB/85/5332/Li.396/37, voor een debiet van 24 000 m³/dag of 8 760 000 m³/jaar.

De winning van Lanaken is vergund bij besluit van 23 februari 1976, ref. 171/2-315/1147, voor een debiet van 3 000 m³/dag.

In uitvoering op het decreet van 24 januari 1984 houdende maatregelen inzake het grondwaterbeheer zijn bij ministerieel besluit van 3 december 1992 de waterwingebieden en de beschermingszones rond de winningen van Eisden en Meeswijk afgebakend.

Binnen deze afgebakende zones zijn bijzondere beschermingsmaatregelen van kracht in uitvoering op het besluit van 27 maart 1985 houdende reglementering van de handelingen binnen de waterwingebieden en de beschermingszones.

Voor de waterwinning van Lanaken is de aanvraag tot afbakening van de beschermingszones op 16 juni 1994 bij de Bestendige Deputatie ingediend.

2.1.7.2. Spaarbekkens

Bij besluit van de Vlaamse Regering d.d. 25 mei 1994 houdende voorlopige vaststelling van het ontwerp-plan tot gedeeltelijke wijziging van het gewestplan Limburgs Maasland op het grondgebied van de gemeente Maaseik, Dilsen-Stokkem, Kinrooi en Maasmechelen, gepubliceerd in het staatsblad van 7 juli 1994, zijn voor de gebieden Boorseme en Bichterweert de volgende nabestemmingen voorzien :

Bichterweert: het bestaande ontginningsgebied wordt natuurontwikkelingsgebied de uitbreiding van het ontginningsgebied krijgt als nabestemming openbaar nut (waterwinningsgebied)

Boorseme: een gesloten bekken voor drinkwatervoorziening.

2.1.7.3. Kwaliteitsdoelstellingen waterlopen - immissiebesluit

Besluit van de Vlaamse Executieve van 21 oktober 1987 tot vaststelling van de kwaliteitsdoelstellingen voor alle oppervlaktewateren van het openbaar hydrografisch net en tot aanduiding van de oppervlaktewateren bestemd voor drinkwater, zwemwater, viswater en schelpdierwater (BS 6 januari 1988).

2.2. Evaluatie van de gegevens

2.2.1. Hydrogeologische bouw

De bestaande (hydro)geologische doorsneden (De Smedt, P, 1977; Van Autenboer, 1986. en Demyttenaere en Laga, 1988) geven een algemeen beeld van de bouw van het studiegebied en zijn omgeving. De schaal en de informatie is echter van die aard dat zij voor de invulling van concrete lokale scenario's minder bruikbaar zijn. Op het vlak van het studiegebied geven zij een waardevol beeld. De basisdoorsneden (De Smedt, P, 1977) dienen geactualiseerd te worden met informatie van na 1980. Dit laatste geldt vooral voor de zone ten noorden van de Feldbissbreuk waar de top van de klei van de Formatie van Boom, de verbreiding van de Brunssumklei en de recente boringen dienen aangebracht of bijgewerkt te worden.

Belangrijke informatie ontbreekt over:

het peil van de basis van het watervoerend pakket, respectievelijk de top Brunssumklei en top klei van de Formatie van Boom.

de dikte van het watervoerend pakket, van de alluviale deklaag en van de grindafzettingen

Verder onderzoek naar de dikte van het grind heeft in het bestek van deze studie weinig zin wegens de snelle variaties in dikte.

De voornaamste bronnen met betrekking tot de hydrogeologische bouw blijven de studie van De Smedt, P, van Paulissen, E, van Loy, W (ed) en van Demyttenaere evenals het boorarchief van de BGD.

2.2.2. Hydraulische parameters

In de literatuur vermeldt men zeer uiteenlopende waarden voor de hydraulische parameters. Vooral de doorlatendheid van de grindafzettingen varieert sterk zowel binnen een zelfde terras als tussen verschillende terrassen. De discontinue geulstructuren in de grindafzettingen liggen voor een deel aan de basis van deze variaties. Als referentiewaarden voor de doorlatendheid van de grindafzettingen worden de waarden voorgesteld van de pompproeven van de VMW (Eisden, Meeswijk en Maasmechelen) en van de pompproef van Van Autenboer (LUC) nabij Rotem. Voor de overige afzettingen (tertiaire zanden) varieert de doorlatendheid in mindere mate; de beschikbare studies geven hiervan voldoende informatie.

2.2.3. Stijghoogten

De algemene stijghoogtenkaart van november 1978 (Loy W., ed. 1980), geeft een goede momentopname weer. In punt 2.1.3. is er echter reeds gewezen op de grote fluctuaties (tot 2-3 m) die in de grondwaterstijghoogten jaarlijks kunnen worden gemeten. Deze fluctuaties zijn zowel het gevolg van de jaarlijkse of meerjaarlijkse klimaatschommelingen als van de wijzigende waterstand in de Maas. De Maas is een regenrivier. Belangrijke hoeveelheden neerslag in het Bovenbekken van de Maas kunnen bij gelijkblijvende neerslag in de Limburgse Maasvallei toch een niet onbelangrijke waterstandsverhoging veroorzaken in de Maas tussen Lanaken en Maaseik.

Op basis van de beschikbare tijdreeksen van de onderscheiden meetpunten kan men een eerste inschatting maken van de schommelingen die in het studiegebied te verwachten zijn. Ontgrindingen, aanvullingen en mijnverzakkingsmet hun bemalingen kunnen echter plaatselijk storend werken. Het wordt dus zeer moeilijk, zowel onmogelijk, om locatie per locatie voor het gehele gebied de reële minimum en maximum grondwaterstanden in kaart te brengen.

De studie van de ontgrinding van Meers (IWACO, 1993) geeft een eerste, zij het een theoretische indicatie over de mogelijke grondwaterpeildalingen die mogen verwacht worden indien het minst gunstige scenario wordt uitgevoerd. Lokale verschillen in grinddikte, lithologische opbouw, met inbegrip van ontgrindingen en aanvullingen, de geulensstructuur in de Maasafzettingen, de meandering van de Maas (stuwende of drainerende werking) enz. laten echter niet toe op basis van de studie van Meers uitspraken te doen voor de andere gebieden langs de Maas

2.2.4. Grondwaterkwetsbaarheid

Informatie betreffende de verticale kwetsbaarheid vindt men in de Kwetsbaarheidskaart van de Provincie Limburg en in de studie van het LISEC naar de grondwaterkwaliteit van de Provincie Limburg. Deze vermelden het algemeen uiterst kwetsbaar karakter van de eerste watervoerende laag en de bestaande beïnvloeding.

Wat betreft de laterale kwetsbaarheid tonen een aantal studies de invloed van het Maaswater en de invloed vanuit het Kempisch Plateau.

Voor een inzicht in lokale problemen voldoen de beschikbare gegevens niet steeds en is bijkomende studie noodzakelijk.

2.2.5. Grondwaterwinning

Zoals uit de inventarisatie reeds blijkt zijn de watervoorraden in de Maasvallei zeer belangrijk, zonet van vitaal belang, voor de openbare drinkwatervoorziening van de provincie Limburg.

De voorraden situeren zich voornamelijk in het mijnverzakkingsgebied en in de grind- en

zandafzettingen ten noorden van de eerste belangrijke breuk, de breuk van Neeroeteren. Metingen van de VMW tonen aan dat ten zuiden van de breuk van Neeroeteren en buiten de mijnverzakkingsgebieden de dikte van de watertafel bij lage Maasstand dermate beperkt is dat waterwinning door middel van putten lokaal uitgesloten is. Zelfs in het mijnverzakkingsgebied van Meeswijk is de watertafel bij lage grondwaterstand plaatselijk slechts 3 m dik, zodat een eventuele daling van de laagwaterpeilen in de Maas door de voorgestelde grindwinning in de Grensmaas een directe invloed zal hebben op de capaciteit van deze winning. Gelet op het feit dat de dikte van een waterlaag boven de filter bij lage Maasstand gemiddeld 2 m bedraagt zal de winningscapaciteit bij een grondwaterpeilsdaling van 0,5 tot 1 m afnemen met 25 tot 50 %.

Dergelijke waterpeildalingen zijn te verwachten rekening houdend met de bevindingen ter hoogte van de ontginning van Meers (IWACO, 1993)

De grote hoeveelheden grondwater ($12 \cdot 10^6$ tot $28 \cdot 10^6$ m³/jaar, afhankelijk van de klimatologische omstandigheden) die nog uit het mijnverzakkingsgebied naar de Maas of de Zuid-Willemsvaart worden verpompt kunnen grotendeels benut worden als ruwwaterbron voor de productie van drinkwater.

Voor zover dit niet met filterputten kan, dient het overgepompt naar het spaarbekken "Boorsema".

2.2.6. Oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit

Wat betreft de oppervlaktewaterkwaliteit zijn er voldoende gegevens beschikbaar over de Maas en de belangrijkste waterlopen. Zowel de VMM, de Antwerpse Waterwerken als het RIWA beschikken over meetnetten die regelmatig worden onderhouden. Daarnaast bestaan er zeer veel lokale of éénmalige studies.

Wat betreft de waterbodemkwaliteit zijn de gegevens eerder schaars. De evaluatie steunt op een drietal (éénmalige) studies.

2.3. BRONVERMELDING

2.3.1. (Hydro)geologie

2.3.1.1. Databanken, jaarverslagen en archieven

Het boorarchief van de BELGISCH GEOLOGISCHE DIENST

Het boorarchief van de RIJKS GEOLOGISCHE DIENST (NDL)

Het (boor)archief van het R.I.G. (oa. diktegegevens B.N.R.E.)

Het archief VERGUNDE GRONDWATERWINNINGEN van de AMINAL Dienst Algemeen Milieubeleid

Het GRONDWATERMEETNET Limburg van de AMINAL Dienst Algemeen Milieubeleid

Het archief van de VLAAMSE MAATSCHAPPIJ VOOR WATERVOORZIENING (VMW)

Het archief van de OPENBARE VLAAMSE AFVALSTOFFENMAATSCHAPPIJ (OVAM) - blackpoints

2.3.1.2. Publicaties

Bestuur Geotechniek, (....), *Verslag over de resultaten van de grindboringen*, Min. Vlaamse Gemeenschap, Dep. Leefmilieu en Infrastructuur, Adm. Onderzetteunende Studies en Opdrachten, Verslagen 9660-90/264, 265, 267, 269 en 270.

De Breuck, W., Mahauden, M, Bolle, I., (1990), *Hydrogeologische studie van de geplande bouw van een nieuwe sluis te Lozen en de daarmee gepaard gaande aanleg van een nieuw kanaalvak, eerste vorderingsverslag*, LTGH, Gent.

De Breuck, W., Lebbe, L., Bolle, I., Van Camp, M., (1990), *Hydrogeologische studie van de geplande bouw van een nieuwe sluis te Lozen en de daarmee gepaard gaande aanleg van een nieuw kanaalvak, tweede vorderingsverslag*, LTGH, Gent.

Demyttenaere, R., Laga, P., (1988), *Breuken- en isohypsenkaarten van het Belgisch gedeelte van de Roerdal slenk*. Professional Paper 1988/4 n°234, Min. Economische zaken, Adm. der Mijnen, geologische Dienst van België, Brussel.

De Smedt, P., (1977), Hydrogeologie van Noordoost Limburg, *Hydrographica*, 1977, 3, 27-36.

Geologica, (....), *Betreffende onderzoek Heufkensweg Maasmechelen Eisdén*, Geologica, nv, Bertem, Rapporten M0531 en M0556.

Geologica, (....), *Verkennd bodemonderzoek oude stortplaats Layensweg Eisdén-Maasmechelen*, Geologica nv, Bertem, Rapport M0567.

Geosurvey, (1993), *Voortgangsrapport grindgroeve te Kinrooi*, rapport R931004A/WGS.

Gulinck, M., (1974), *Hydrogeologie*, cursus KUL.

Gullentops, F., Paulissen, E., Van Mechelen, D., (1979), *Geologisch onderzoek van de grindafzettingen in het Limburgse Maasland*, Verslag KU Leuven.

IWACO B.V., (1993), *Hydrologisch Onderzoek Ontgrindingslocatie Meers* (eindrapport

332.4870), 's-Hertogenbosch.

Jessen, G., Willekens, E., (1989), *Voeding van de Maas in Midden Limburg (NDL)*, Landbouw Universiteit Wageningen.

Loy, W. (ed), (1980), *Hydrogeologische Studie van het Kempisch Plateau en de Limburgse Maasvallei*, Brussel.

LUC, (1993), *Ontgrinding Armenbos-De Wateringen* - MER-studie.

Milieu & Veiligheid, (1994), *Grindwinning te Dilsen - Stokkem, Meerheuvel door de nv Bichterweerd*

Milieu & Veiligheid, (1991), *Grindontginning Heerenlaak-Maaseik*

Milieugroep Impact, (1991), *Grindwinning Kleizone - Boterakker* -MER-studie.

Paulissen, E., (1973), De morfologie en de kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg. *Verhandeling van de Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen*, XXXV, 27, 1-265.

Peeters, A., (1991), Het beregeningsproject "ruilverkaveling Ophoven", *Water*, 56, 23-33.

SCK, (1989), *Hydrogeologisch onderzoek van De Wateringen, de Bek, Armenbos (Neeroeteren)*, Dienst Informatiesystemen.

Steenackers, J., Ectors, A., (1993), *karakterisatieonderzoek van de bodem- en grondwaterkwaliteit en van de steenkoolreststoffen Mijnterrein Eisden*, IREA, 1993.

Van Autenboer, T., De Coster, D, De Smedt, P., (1986), *Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Limburg*, De Gemeenschapsminister van Volksgezondheid en Leefmilieu, Brussel.

Van Autenboer, T., Cammaer, C., Janssens, M., (1991), *Ontgrinding Armenbos - De Wateringen* -MER-studie, 1991, Diepenbeek.

Vandormael, (1992), Van Doninck, L., Van Damme, M., (1993), Grondwaterkwaliteit in Limburg, *Water*, 70, 75-82.

Van Houtte, P., Cammaer, C., Van Autenboer, T., (1988), *Blackpoint Zinkfabriek Rotem*, LUC, Toegepaste Geologie en Hydrogeologie.

Vansteelandt, P., (1993), *De gevolgen van de mijnverzakkingen in Limburg*. Geologische kartering en geologisch onderzoek in het Vlaamse Gewest. Studiedag 07/12/93, Gent, 135-156.

VMW, (1983), *Maasmechelen, Oude Hoeve*.

VMW, (....), *Rapport Meeswijk-Leut*.

2.3.2. Oppervlaktewater- en waterbodemkwaliteit

2.3.2.1. Databanken, archieven en jaarverslagen

Het archief van de VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ - oppervlaktewaterkwaliteit (fysico-chemie en biologie), verontreinigingsbronnen, lozingspunten, meetnet emissie water, meetnet immissie water, ...

Het archief en de jaarverslagen van de i.v. ANTWERPSE WATERWERKEN n.v.

De jaarverslagen en de databank van het INSTITUUT VOOR HYGIENE EN EPIDEMIOLOGIE (I.H.E.)

Het archief en de jaarverslagen van het RIWA

2.3.2.2. Publicaties

Beckers & Steemans, (1979), *De kwaliteit van de oppervlaktewateren in Limburg*, LISEC, Genk.

Beyens, J., Neven, B., (1984), *Optimalisatie van de waterzuivering door middel van kaarten met de biologische kwaliteit van waterlopen; Bekken van de Maas, Jeker, Bekken in Oost-Limburg, Bosbeek, en Witbeek*, LISEC, Genk.

Botterweg, J., Silva, W., (1992), *Ecologisch Herstel Maas*, Reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Meuse, 1, 1992, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA, Directie Limburg, Maastricht.

Houtmeyers, J., Steegmans, R., Vandenberg, W., (1984), *Onderzoek naar zware metaalgehalten in riviersedimenten in de Provincie Limburg (B)*, LISEC, Genk.

IHE, (1992), De waterkwaliteit van de Maas, *Water*, **92**, 120-130.

Klink, A., (1986), Literatuuronderzoek naar enige factoren die invloed hebben op het biologisch herstel van de Grensmaas, Hydrobiologisch adviesbureau, Wageningen, *Rapporten en Mededelingen*, **24**.

RIWA, (1983), *Het kwaliteitsprofiel van de Maas*, 19-30 september 1982.

RIWA, (1984), *De samenstelling van het Maaswater in 1982*.

Smit, H., (1982), De Maas, *verslag Natuurbeheer* n° **667**, Landbouwhogeschool Wageningen.

Van Driel, W. et al., (1987), *Zware metalen in oevergronden en daarop verbouwde gewassen in het stroomgebied van Maas, Geul en Roer in de Provincie Limburg (NDL)*,

Haren.

VMM Bestuur Meetnetten en Planning, (1992), *AWP-II Inventarisatie 1991 - MAAS*, Erembodegem.

VMM Bestuur Meetnetten en Planning, (1992), *AWP-II Inventarisatie 1991 - A-BEEK*, Erembodegem.

VMM Bestuur Meetnetten en Planning, (1992), *Waterbodemkwaliteit in het Vlaamse Gewest*, Erembodegem.

VMM Bestuur Meetnetten en Planning, (1993), *Werkdocument Maas, opvolging Investeringsprogramma Aquafin, Rioleringen en werking RWZI's*, Erembodegem.

Wulfraat, K., J., (1984), Het Maaswater; profielonderzoek van de Maaswaterkwaliteit en een inventarisatie van de industriële afvalwaterlozingen in de periode 20 mei tot 20 juni 1983, *Stichting Reinwater*, Amsterdam.

2.3.3. Overige gegevens, niet vermeld in inventaris

Garritsen, T., Helmer, W., (1991), *Toekomst voor een grindrivier (deel 6)*, RIZA.

Helmer, W., Klaasen, G., Silva, W., (1991), *Toekomst voor een grindrivier (deel 5)*, RIZA.

Kok, W.J.M., (1988), *Een Hydrogeologische systeemanalyse in het stroomgebied van de Maas in het gebied Midden-Limburg (Nederland)*.

Overmars, W., Helmer, W., Litjens, G., (1991), *Toekomst voor een grindrivier (deel 2)*, RIZA.

Projectbureau Grensmaas, (1994), *Informatie grensmaasproject, Concept, Overzicht van beschikbare literatuur, gegevens en bestanden ten behoeve van het opstellen van de MER voor het natuurontwikkelingsplan Grensmaas (NDL)*, Maastricht.

Rave, J.M.M., Schuringa, L., (1987), *Een hydrogeologische systeemverkenning van de bijdrage van de aquifers aan de Maasafvoer in het traject tussen Beek en Born*, Landbouwniversiteit, Wageningen.

Stoepker, K.E., Visser, A., de Lange, W.J., (1989), *Groundwater Modelling of the Kempian Plateau and the Meuse valley*.

TNO, (1986), Het hydrologisch systeem in het grensgebied Luik - Maasbracht, Commissie voor hydrologisch onderzoek, *TNO n°15*, 's Gravenhage.

TNO, (1991), *Evaluatie van de stijghoogte van het diepe grondwater in de Roerdalslenk (Midden-Limburg: NDL)*.

Van Damme, M., (1993), Het grondwatermeetnet in Vlaanderen, *Bodem*, 2, 55-58.

Geologisch Bureau Heerlen, (...), *Enkele Hydrogeologische aspecten van het wetenschappelijk onderzoek - Maas in het gebied Geleen-Obbicht*.

Grondwater- en oppervlaktewaterpeilen gemeten door LISEC in het kader van een MER-studie voor grindwinning door de Ciments d'Obourg te Maasmechelen.

Grondwater- en oppervlaktewaterpeilen gemeten door LISEC in het kader van een MER-studie voor grindwinning door de NV Bichterweerd te Dilsen-Stokkem.

Overzichtstabellen met de gemiddelde maand- en jaarwaarden van de waterstanden en debieten van de Maas te Maaseik (1978-1993) en van de waterstanden te Lanaken-Smeermaas voor de periode (1988-1993).