
Verdroging langs Vlaamse zijde

Een schets in vogelvlucht

Dirk Libbrecht
Bart Aubroeck

Inleiding

Dit artikel is een poging om een overzicht te verschaffen van het verdrogingsonderzoek in Vlaanderen. In Vlaanderen is dergelijk onderzoek van start gegaan in tal van natuurreserveaten en andere eenheden natte natuur zoals valleien, bronniveaus in de heuvelstreek, poldersystemen. Wegens de langere traditie van dergelijk onderzoek bij de noorderburen zijn veel van de gebruikte methodieken geënt op de Nederlandse aanpak. Er kan gesteld worden dat onderzoek naar verdroging in Vlaanderen pas echt een aanvang genomen heeft in de eerste helft van de jaren '90. Niet alles is zomaar te vertalen of te importeren vanuit Nederland. De indeling van de bodemkaart en de taxonomie is fundamenteel verschillend. Een vertaling van een Belgische bodemkaart naar de Nederlandse is een vertaalprobleem van formaat en vergt heel wat inzicht, aannames en gissingen. Hetzelfde geldt voor een vergelijking van de vegetatietypologie. Ook hier geldt dat één plus één niet altijd gelijk is aan twee en dat er een onderliggend gevaar bestaat om appels met peren te vergelijken. Ook de fysisch-geografische onderverdeling van de Vlaamse ecoregio's sluit ter hoogte van de rijksgrens niet naadloos aan bij de in Nederland gangbare landschapstypen.

Ziedaar een kleine greep uit de talrijke verschilpunten. Wie denkt dat in een dergelijke relatief kleine niche-wetenschap in hetzelfde taalgebied en een serieuze overlap qua landschaps- en vegetatietypologie de onderzoekers elkaar blindelings zouden vinden, komt bedrogen uit.

De hoop is dan ook dat – spijs de niet altijd eenduidige vertaalslag – deze vogelvlucht over verdrogingsonderzoek aantoont dat er langs Vlaamse zijde een significant inhaalmanoeuvre gemaakt wordt.

In den beginne...

Een eerste aanzet tot studie van verdroging op Vlaams grondgebied vormen de afbakening van kwelzones in valleisystemen, in eerste instantie uitgevoerd voor de Netevallei (figuur 1), aan de hand van bodemkaarten. De afbakening is zuiver gebaseerd op de drainageklassen van de Belgische Bodemkaart. Drainage-klassen zijn de 'tegenhangers' van de Nederlandse grondwatertrappen. Groot nadeel van deze pioniersmethode (Honnay en Lhermitte,

Dirk Libbrecht is werkzaam bij Arcadis Ecolas, +32-9-2417700, dlibbrecht@arcadisecolas.be.

Bart Aubroeck is ook werkzaam bij Arcadis Aeolus, +32-15-355575, baubroeck@arcadisaeolus.be.

regionale modelleringen (Batelaan en De Smedt, 1994).

Later vonden ook nog een aantal regionale modelleringen plaats in andere landsgedeelten in het kader van haalbaarheidsstudie landinrichting in Westvlaamse cuesta- en pleistocene riviervalleizones (Libbrecht, 2000) of van de verdrogingsgevoeligheid in waterwingebieden (Aubroek e.a., 2004).

De modellen worden over het algemeen met de eindig-differentie methodes uitgewerkt (MODFLOW), de schaarse eindige-elementen uitzondering niet te na gesproken. Particle-tracking (MODPATH) wordt algemeen gehanteerd voor afperking van de infiltratiezones gekoppeld aan de afwaarts gelegen valleien of kwelzones. Het voordeel dat deze methode biedt is de eenvoudige georeferentie van de gesimuleerde stroomlijnen en het directe inzicht in diepte en herkomst van de aanwezige kwel.

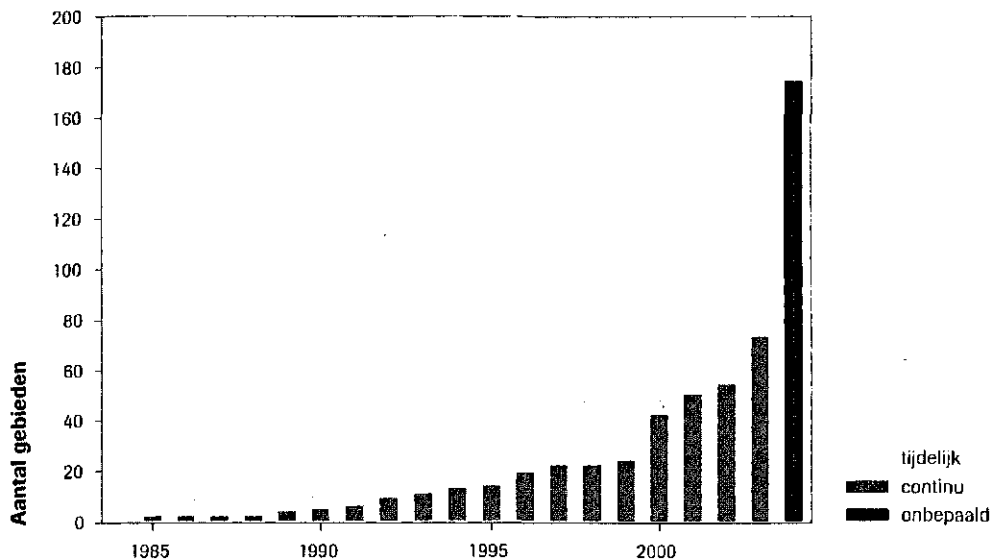
Belangrijke tools in deze modelleringsoefeningen zijn de huidige beschikbaarheid van een verfijnd gebiedsdekkend Digitaal Terreinhoogte Model (DTM beschikbaar via <http://www.gisvlaanderen.be>) en van een, eveneens gebiedsdekkend, grondwatervoedingsmodel. Dit model, WETSPASS genaamd, geeft de ruimtelijk verdeelde schatting van de grondwateraanvulling weer en werd opgemaakt voor zowel een gemiddeld winter- als zomerhalfjaar (Meyus et al., 2004). De rekencode berekent in elke rastercel de oppervlakkige afstroming, de actuele verdamping en de infiltratie als functie van de bodembedekking, de interceptie, neerslag-evapotranspiratie en de bodemvochttoestand.

Een gewestdekkende modelleringsaanpak vanuit het Vlaams beleid werd gelanceerd in 2000 onder de vorm van het Vlaams Grondwatermodel. Dit overheidsinstrument is in opmaak en beoogt een zo volledig mogelijk inzicht in het grondwatersysteem met als doel een geïntegreerd instrument te vormen voor beslissingen in het grondwaterbeleid. Naast waterbalansen en grondwaterstijghoogten, biedt het model ook nog een regionaal inzicht in een aantal verdrogingsmechanismen. Hiertoe worden bvb. kwelfluxen gesimuleerd met en zonder grondwaterwinningen (reële versus potentiële toestand).

Meetreeksen grondwater – tijdreeksanalyse

De basis voor standplaatskarakterisering in natuurgebieden wordt natuurlijk gevormd door de peilmetingen aan het (ondiepe) grondwaterwatersysteem. In bijna alle gevallen betreft het tweewekelijkse of maandelijkse metingen. In sommige gevallen zijn dataloggergegevens beschikbaar.

De laatste jaren zijn de meetinspanningen in natuurgebieden sterk toegenomen, maar al bij al zijn de meeste tijdreeksen met metingen van de grondwaterstand nog fragmentair en kort. In figuur 2 wordt de evolutie weergegeven van het aantal natuurgebieden waar metingen van de grondwaterstand gebeuren.



Figuur 2: Aantal natuurgebieden met grondwatergegevens ; tijdelijk : monitoring na één of meerdere jaren gestopt (uit : Natuurrapport 2005).

Het aantal gebieden is de laatste jaren gestegen tot 175. Dat is nog steeds ruim onvoldoende, gezien bijna alle natuurreservaten (grond)watergevoelige vegetaties bevatten. Bovendien is het aantal gebieden waar blijvend gemeten wordt beperkt. Alle gegevens worden gecentraliseerd in de WATINA-databank van het INBO (Instituut voor Natuur en Bosonderzoek). De Becker e.a. (2003) heeft een overzicht gemaakt van alle beschikbare tijdreeksen, per natuurgebied. Kenmerkend voor natuurgebieden met lange tijdreeksen zijn de langzaam toenemende gemiddelde grondwaterstanden. Reden hiervoor is de stopzetting van het onderhoud in deze gebieden van de kleinere drainagesystemen. Op zich een positieve maatregel naar vernatting, maar dit moet geval tot geval beoordeeld worden op mogelijke negatieve effecten zoals verzuring (Van Daele en Slabbaert, 2005).

Gezien de beperkte lengte van de meeste tijdreeksen wordt voor ecohydrologische systeemanalyse, GxG-berekeningen (of liever schattingen), regimecurves soms gebruik gemaakt van tijdreeksanalyse. Het grootste risico hier wordt gevormd door ongekende hydrologische ingrepen die een invloed uitoefenen op de fysische aard van het systeem. Op beperkte schaal vindt ingang plaats van het door TU Delft en KIWA ontwikkelde programma Menyanthes, om aan de hand van verklarende neerslag-/evapotranspiratiereeksen de bestaande tijdreeksen te verlengen. Buiten de onderzoekscellen in overheidsinstanties als INBO en VLM is het gebruik van tijdreeksanalyse-software door Vlaamse adviesbureau's embryonaal te noemen. Bij een aantal ecohydrologische projecten bleken de beschikbare tijdreeksen trouwens ook gewoon te kort om er statistisch betrouwbare analyses mee uit te voeren.

Lokale onderzoeken - systeemanalyses

Gezien de historie van het noordoostelijke landsgedeelte (Kempen) als ecohydrologisch pioniersgebied in Vlaanderen, zijn ook de meeste Vlaamse, lokale studies in deze streek gelokaliseerd. Pioniersgebied bij uitstek (Huybrechts e.a., 1997) is het Walenbos te Tielt-Winge, een alluviaal bos op de noordzijde van het Hageland dat gevoed wordt door diepe en ondiepe noordelijke kwelstromen met diverse chemische samenstellingen. Het bos is voorzien van een uitgebreid peilbuisnetwerk dat geactiveerd werd aan het einde van de jaren '80.

Aansluitend op het Walenbos werd een drietal, voldoende grote natuurgebieden geselecteerd om ecohydrologisch onderzocht te worden, teneinde de relevante karakteristieken van Vlaamse kwelgebonden natuurgebieden in de vingers te krijgen. Voor dit INBO-onderzoek (Huybrechts e.a., 2000) werd een zorgvuldige afweging gemaakt tussen een Kempisch beekdal (Vallei van de Zwarte Beek), een kwelgebonden valleisysteem op de noordelijke helling van het Hageland (Vorsdonk-Turfpotten) en een valleisysteem in de Brabantse leemstreek gekenmerkt door een typische oeverwal-/komgrondsituatie (Doode Bemde). Resultaten uit deze (en andere) VLINA-studies vormen een belangrijke basis om tenminste de aanzet tot de systeemwerking in andere kwelgebieden te begrijpen.

Vanaf de jaren 2000 werden lokale ecohydrologische onderzoeken gemeengoed als basis voor gebiedsvisies, natuurinrichting en natuurbeheer. Het gros van deze studies, met als voornaamste opdrachtgever de Vlaamse Overheid, zijn essentieel gekoppeld aan rivier- en beekvalleien daar deze de meeste natte natuurgebieden omvatten. Sommige onderzoeken kwamen er als onderdeel van initiatieven om meer duurzame en natuurvriendelijke oplossingen te zoeken voor het veiligheidsvraagstuk rond bevaarbare waterlopen (Schelde-Maas- en Leiebekken) en om het rivier- en natuurbeheer maximaal op elkaar af te stemmen. In het geval van de bevaarbare waterlopen is de opdrachtgever stevast Waterwegen en Zeewezen (= Vlaams equivalent van Rijkswaterstaat). Tussen 2001 en 2006 was VMM, Afdeling Water de drijvende kracht achter ecologische inventarisaties en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. In totaal werden ruim 35 zogenaamde ecologische inventarisatiestudies uitgevoerd voor onbevaarbare waterlopen in Vlaanderen, waarin gestreefd werd om win-win situaties te creëren tussen waterbeheer en natuurpotenties.

In de zuidelijke gedeelten van Oost- en West-Vlaanderen wordt eveneens natte natuur onderzocht, voorkomend op tertiaire zand-klei overgangen in heuvels en interfluviale heuvelruggen (60 tot 140 m boven zeeniveau). Diepe kwel wordt in deze gebieden vervangen door ondiep stagnerend regenwater, of zeer lokale kwel, meestal in sterk heterogene standplaatsen (Westvlaamse Heuvels, Houthulst Bos, et cetera). In het oosten van Vlaanderen functioneren zandruggen als interfluvia. Hoewel het voorkomen van diepe kwel hier ontbreekt kunnen hier wel vennen voorkomen met aparte systeemwerkingen of schijnspiegels (Averbode Bos en Heide), bovenop tot klei verweerde glauconietzanden (Libbrecht, e.a., 2007).

In de West-Vlaamse kustvlakte komt zoute kwel voor (Uitkerkse Polders, Oostends Krekengebied) en langs de vrij korte, Vlaamse kust bevinden zich een aantal natte duineco-systemen gebonden aan zoetwaterlenzen (Zwinduinen, Westhoek); twee zeer specifieke onderwerpen in verdrogingsonderzoek en dit in stijgende lijn sinds 2000.

Modelmatige effectvoorspelling

Tot de geboorte van NICHE-Vlaanderen was ecohydrologische effectvoorspelling door onderzoekers vnl. gebaseerd op vrij ondoorzichtige en/of 'selfbuilt' modellen of professionaal judgement, beter gezegd : onderbouwd nattevingerwerk. Enkel het INBO bouwde een realistisch Vlaamse versie van het Nederlandse ICHORS, een multiple logistisch respons model, gebaseerd op de berekening van respons variabelen (= kansberekening op voorkomen van een plantensoort). Voor grotere schalen schaal is dan het, eveneens door INBO ontwikkelde, model POTNAT beschikbaar.

Een samenwerkingsverband tussen VMM-Afdeling Water, de twee belangrijkste Vlaamse waterwinmaatschappijen VMW en PIDPA, KIWA en INBO resulteerde in het ecohydrologisch voorspellingsmodel NICHE aangepast aan de Vlaamse situatie. Het model is gebaseerd op een aantal standplaatsfactoren (bodemtype, hydrologie, voedselrijkdom en zuurgraad) die voor de soortensamenstelling van vegetatie bepalend kunnen zijn. De voedselrijkdom en zuurgraad van de standplaats worden door NICHE voorspeld aan de hand van beslissingsregels. Voor de aanpassing van het model werden afwijkende N-mineralisatiecurven bepaald, speciaal aangepast voor leemhoudende bodems. Ook wordt een sleutel ontwikkeld om de Nederlandse bodemcodes om te zetten naar Vlaamse. NICHE-Vlaanderen is commercieel niet beschikbaar, maar zou tijdelijk uitgeleend kunnen worden voor opdrachten door de 'stakeholders' van het model. In eerste instantie zou het model aangewend worden ter hoogte van de invloedsszones van grondwaterwinningen en voor de effectanalyse van belangrijke ingrepen in het oppervlaktewatersysteem in het kader van integraal waterbeheer.

De ecologische voorspellingen gebeuren aan de hand van een database die de standplaatsseisen van een hele reeks vegetatietypes bevat. De database bevat gegevens over hydrologie, bodem en vegetatie, verspreid over tot op heden minstens 50 gebieden in Vlaanderen. De uitbouw van de databank is een continu proces, waarbij nieuwe gegevens worden toegevoegd uit veldwerk of uit andere projecten. De informatie wordt opgeslagen in een drietal databanken, beheerd door het INBO. De combinatie van de drie databanken vormt de uiteindelijke NICHE-databank.

Omwille van de gebruiksheperking van NICHE-Vlaanderen dienen voor private toepassingen Vlaamse adviesbureau's beroep te doen op andere ecohydrologische modellen. Ook hier wordt gebruik gemaakt van Nederlandse modellen. Het betreft ondermeer DURAVEG (ontwikkeld door Royal Haskoning) en NATLES (ontwikkeld door Alterra (Runhaar e.a., 2003)).

Behalve complexe ecohydrologische modellen werden ook eenvoudiger modellen uitgewerkt. Zo ontwikkelde het INBO Valleibos 1.0 (De Becker e.a., 2004), een beslissingsschema dat op basis van een beperkt aantal parameters de potenties voorspeld voor broekbossen in Vlaanderen. Al eens te meer werd hier ook de mosterd gedeeltelijk in Nederland gehaald: het Nederlandse beslissingsschema van ALNION (Olde Venterink e.a., 1998), dat echter gebruik maakt van aanzienlijk meer parameters.

In functie van milieueffectenrapportage (MER) werd ondermeer een kwetsbaarheidskaart voor verdroging voor geheel Vlaanderen ontwikkeld (Aeolus & Lisec, 2001 en Peymen et al., 2000). Essentieel in de kwetsbaarheidsbenadering is dat niet een milieueffect voorspeld wordt, maar uitgegaan wordt van een verwachting dat een specifiek milieusysteem in negatieve zin zal veranderen door een bepaalde effectgroep (biotoopverlies, barrière-effect, en dergelijke). Door de resultaten van deze kwetsbaarheidsanalyse weer te geven in de vorm

van een kwetsbaarheidkaart wordt een ruimtelijk beeld geschapen van de kwetsbaarheid van verschillende gebieden m.b.t. een bepaalde ingreep (Peymen e.a., 2000).

Toets in de praktijk – vernattingsprojecten

Bij wijze van praktische proef werd door de Vlaamse Overheid voor alle vijf de Vlaamse provincies een proefproject ingesteld (i.h.k.v. het MINA-plan 1997–2001, actief peilbeheer (anti-verdroging)). Deze zijn:

- Hannecaertbos (Koksijde) – West-Vlaanderen
- Stropersbos (Stekene) – Oost-Vlaanderen
- Groot Schietveld (Brecht) – Antwerpen
- Demerbroeken (Scherpenheuvel-Zichem) – Vlaams-Brabant
- Stamprooierbroek (Kinrooi) – Limburg

Vóórangaand aan de proefprojecten werd in elk gebied een volledige chemische en fysische standplaatskarakterisering uitgevoerd.

De administratieve voorbereiding van deze projecten nam veel tijd in beslag. Dat heeft onder andere te maken met de MER-plicht voor dergelijke projecten (d.w.z. projecten die wijzigingen in de waterhuishouding van natuurgebieden tot gevolg hebben). In de natuurgebieden waar de overheid de gronden geheel of vrijwel geheel in eigendom heeft, verliep de voorbereiding en de uitvoering vrij vlot. Ook op ambtelijke niveau was er snel overeenstemming over de aanpak in de proefprojecten, omdat ze perfect aansluiten bij de beleidsvisie voor de geselecteerde gebieden. Op het niveau van de gemeenten en de privé-eigenaars was er echter heel wat meer terughoudendheid. De maatschappelijke aanvaarding van vernatting is veelal een struikelblok en werkt zeker door in de besluitvorming van lagere bestuursniveau's. Dit is zelfs het geval in een aantal lokale afdelingen van terrein-beherende, plaatselijke natuurverenigingen (zij het dan niet de officieel door Natuurpunt erkende).

Bij de uitvoering kwamen een aantal problemen aan het licht met betrekking tot slechte bodem- en slibkwaliteit in de projectgebieden. Verontreiniging remt op veel plaatsen de mogelijkheden voor natuurontwikkeling af. In de Demerbroeken zorgde dit probleem voor beperkingen bij de uitvoering. Twee van de vijf projecten zijn nu afgerond en de resultaten worden nu opgevolgd: Groot Schietveld en Demerbroeken. In het proefproject Stropers werd een natuurinrichtingsproject gestart en werden de vernattingsmaatregelen overgenomen.

Afsluitende opmerking

Momenteel worden de proefprojecten opgevolgd. Het is duidelijk dat de implementatie van proefprojecten met voorafgaandelijk standplaatsonderzoek evenzoveel informatie oplevert over de meer 'praktische' problemen die gepaard gaan met vernatting, te weten verontreinigingen en maatschappelijke tegenwerking. Het historisch beeld dat veelal overeenkomt met het potentiële streefbeeld is niet voor niets gereduceerd naar een te herstellen systeem. In nagenoeg alle gevallen vindt dit zijn oorsprong in economische en/of veiligheidsmotieven. Zeker dit laatste is meestal overroepen of zelfs ronduit misleidend. In de toekomst zal dit dan ook *de* tijdrovende uitdaging zijn om uit de weg te ruimen. Initiatieven vanuit de Vlaamse overheid naar natuurinrichting in (grotere) gebiedsdelen ondervangen dit reeds

door het invoeren van een commissie en comité, resp. adviesverlenend en besluitvormend orgaan waarin via de belanghebbende partijen de meeste relevante maatschappelijke geleidingen in het projectproces aanwezig zijn.

Daarnaast moet herstel naar een historisch beeld met een toen gevoerd waterbeheer gebaseerd zijn op de juiste historische kennis. Hieraan blijkt in het opstellen van onderzoeksrapporten een groot gebrek en stiefmoederlijke behandeling. Recentelijk werd door de Vlaamse Overheid hiervan het belang ingezien. Aansluitend op het meer strikt positief wetenschappelijk onderzoek (hierboven beschreven) werden onlangs een aantal historisch-ecologische projecten geïntroduceerd met de bedoeling het historisch beeld te reconstrueren. Dergelijk onderzoek wordt momenteel uitgevoerd voor de IJzer- en Handzamevallei op de westelijke begrenzing van de kustvlakte en is voornamelijk geschoeid op archief- en interviewonderzoek. Dergelijk onderzoek kan een essentiële aanvulling vormen op het klassieke ecohydrologisch- en standplaatsonderzoek.

Referenties

- Aeolus en Lisec (2001)** Kwetsbaarheidskaarten voor fauna en flora ten behoeve van de ondersteuning van milieueffectenrapportage – verdroging, eutrofiëring en rustverstoring; Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL cel MER.
- Aubroeck B., I. Plessers, W. Verhijen, L. Hubrechts, en J. Patyn (2004)** Hydrogeologische, ecologische en landbouwkundige effectenstudie waterwinning Lommel; Studie uitgevoerd door Aeolus-Lisec-VITO in opdracht van de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening.
- Batelaan, O. en F. De Smedt (1994)** Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden; Rapport voor het Instituut voor Natuurbehoud (nu INBO), Vrije Universiteit Brussel, 72 pag.
- Batelaan, O., T. Asefa, A. Van Campenhout en F. De Smedt (2000)** Bepalen van de regionale grondwaterstroming naar een aantal kwelgebieden in het landinrichtingsproject Grote-Nete gebied; Studie i.o.v. VLM-Herentals, 95 pp. + bijl.
- Becker P. De, H. Jochems en W. Huybrechts (2004)** Ecohydrologische standplaatskarakteristieken voor Elzenbroekbossen; Verslag IN.O.2004.17, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Becker, P. De, T. Van Daele en W. Huybrechts (2003)** Grondwaterpeilmetingen in Vlaamse Natuurgebieden; Een overzicht tot en met 2001. Pub. INBO, 158 pag.
- Daele, T. Van en W. Slabbaert (2005)** Verstoring van de waterhuishouding in Toestand van de natuur in Vlaanderen – cijfers voor het beleid; Natuurrapport, 2005. Mededeling van het INBO, nr. 24, 496 pp.
- Ghelve, P. Van, K. Decler, G. De Blust, D. Paelinckx en E. Kuijken (1993)** Start of a regional landscape ecological model (Relem) for the use in land development, with some examples from practice for the pilot land development project North East Limburg (in Dutch); Report A93.01. Institute of Nature Conservation, Hasselt.
- Honnay, O. en K. Lhermitte (1994)** Kartering van het fysisch systeem en de ruimtelijke structuren in Vlaanderen op schaal 1/50.000.
- Huybrechts, W. en P. de Becker (1997)** Dynamische en chemische kenmerken van het ondiep grondwater in kwelsystemen: het Walenbos (Tielt-Winge); Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, 5, 1–94.

- Huybrechts, W., E. De Bie en P. de Becker (2002)** Ontwikkeling van een hydro-ecologisch model voor vallei-ecosystemen in Vlaanderen, ITORS-Vl. VLINA 00/19; Uitgave INBO. Studie i.s.m. Universiteit Utrecht, Milieukunde en Hydro-ecologie, 129 pp. + bijl.
- Huybrechts, W., O. Batelaan, P. De Becker, I. Joris en P. van Rossum (2000)** Ecohydrologisch Onderzoek Waterrijke Vallei-ecosystemen. VLINA 96/03; Uitgave INBO, Studie i.s.m. Vakgroep Hydrologie VUB en Laboratorium voor Bodem en Water, KUL, 281 pp. + bijl.
- Libbrecht, D. (2003)** Grondwatermodelleringsonderzoek naar infiltratie- en kwelstromingen – Effecten t.g.v. wijzigingen in bodemgebruik en grondwateronttrekking (Landinrichtingsproject Brugse Veldzone); Studie uitgevoerd i.o.v. VLM West-Vlaanderen, 42 pp. + bijl.
- Libbrecht, D., T. Degezelle, S. Ruyschaert, en G. Baert (2007)** Ecohydrologische studie Averbode Bos en Heide; Studie uitgevoerd door Arcadis Ecolas in opdracht van Agentschap Natuur en Bos Vlaams-Brabant (ANB-Vlaamss Overheid), in druk.
- Meyus, Y., D. Adyns, J. Severyns, O. Batelaan, en F. de Smedt (2004)** Ontwikkeling van regionale modellen ten behoeve van het Vlaams Grondwater Model (VGM) in GMS/MODFLOW. Perceel 1: Het Centraal Kempisch Model; Deelrapport 1: Basisgegevens en conceptueel model. Studie i.o.v. AMINAL, Afdeling Water, 131 pp.
- Olde Venterink, H., N.M. Pieterse, M.J. Wassen en A.W.M. Verkroost (1998)** Demonstration project for the development of integrated management plans for catchment areas of small trans-border lowland rivers: the river Dommel; Part 5: Alnion: an ecohydrological response model for wet and moist woodlands in brook valleys. Universiteit Utrecht.
- Peymen, J., D. Van Straaten, D. Paelinckx, G. Van Spaendonck en E. Kuijken (2000)** Ecosysteemkwetsbaarheidkaarten voor vlaanderen : 2000 - versie i: verdroging, ecotoopverlies, verzuring, eutrofiëring; Instituut voor Natuurbehoud: Brussel : Belgium. 26 pp
- Runhaar, J., H.L. Kuijpers, L. Boogaard, E.P.A.G. Schouwenberg en P.C. Jansen (2003)** Natuurgericht landevaluatiesysteem (NATLES) versie 2.1 – Alterra rapport 550. Alterra, Research instituut voor de groene ruimte, Wageningen.
- Smedt, F. De, A. Van Campenhout en J. Huijgh (2001)** Uitwerking en toepassing van een methodologie voor kwetsbaarheid van grondwatersystemen t.a.v. verdroging en verontreiniging; Studie beleidsgericht onderzoek i.o.v. VMM-Afdeling Water, 164 pag.
- Verhagen, B. en G. de Blust (1995)** Landinrichtingsproject "Grote Nete"; Rapport IN95.15, Instituut voor Natuurbehoud (nu INBO), Hasselt.