

# Ecohydrologisch Onderzoek van Waterrijke Valleï-ecosystemen



**Instituut voor Natuurbehoud (Coördinator)**

W. Huybrechts, P. De Becker, V. Keppens



**Laboratorium voor Bodem en Water, Katholieke Universiteit Leuven**

I. Joris, L. Hubrechts, D. Jacques & J. Feyen



**Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Vrije Universiteit Brussel**

P. van Rossum, T. Asefa, Wang Z.M., O. Batelaan & F. De Smedt

## 1. Algemene doelstelling

De samenstelling en karakteristieken van de vegetatie kunnen sterk variëren, zowel intern in een bepaald gebied als tussen de kwelgebieden onderling. Dit onderzoeksproject heeft tot doel na te gaan in hoeverre deze variabiliteit wordt bepaald door hydrologische factoren en processen, en het beheer. Met het project willen we een beter inzicht te krijgen in het functioneren van waterrijke ecosystemen (wetlands) in Vlaamse valleigebieden. Het project onderzoekt de effectenketen tussen het waterbeheer en het ecosysteem.

## 3. Aanpak

De invloed van het waterbeheer op de vegetatieontwikkeling in de waterrijke gebieden verloopt langs verschillende compartimenten in het landschap, met processen die zich op een verschillend schaalniveau afspelen.

Het beheer van het grondwater, het oppervlaktewater en rivier in combinatie met topografische en geologische condities regelen de aanvoer van vocht, nutriënten en mineralen. Deze aanvoer stuurt in combinatie met de bodemkarakteristieken de vocht-, mineralen en nutriëntenhuishouding in de bodem. Ze beïnvloeden de belangrijkste operationele standplaatsfactoren van de vegetatie en kunnen bepalend zijn voor de samenstelling en de karakteristieken van de vegetatie in het valleï-ecosysteem. Gebaseerd hierop omvat het project drie grote onderdelen:

**Geohydrologie:** onderzoekt de relatie tussen het omliggende landschap en het kwelgebied; in welke mate en hoe bepaalt het landschap de condities in de valleigebieden.

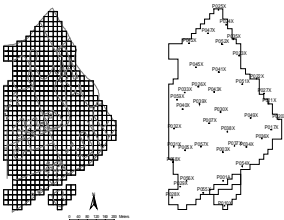
**Bodemhydrologie:** onderzoekt functioneren van het bodem-compartiment als schakel tussen grondwater en vegetatie

**Standplaatsonderzoek:** onderzoekt de relatie tussen verspreiding van soorten en vegetaties en hydrologische variabelen (ondiepe grondwater)

## 4. Studiegebieden

De aandacht gaat in de eerste plaats naar terrestrische, waterrijke ecosystemen, die gebonden zijn aan kwellend grondwater. Drie studiegebieden van ongeveer 25 ha werden geselecteerd: de **Doodse Berme** in de Dijlevallei, **Vorsdonkbos-Turfputten** in de Demervallei en de **Vallei van de Zwarte Beek**. Deze studiegebieden zijn grondwaterafhankelijk, voldoende groot en aaneengesloten, en interne abiotische gradiënten zijn aanwezig. De Doodse Berme staat model voor de middenloop van riviervalleien in de Leemstreek, met de typische oeverwal-komrgond morfologie. De Vallei van de Zwarte beek kan als representatief worden gezien voor een Kempisch beekdal. Vorsdonkbos is een typisch kwelgebied voor het Hageland.

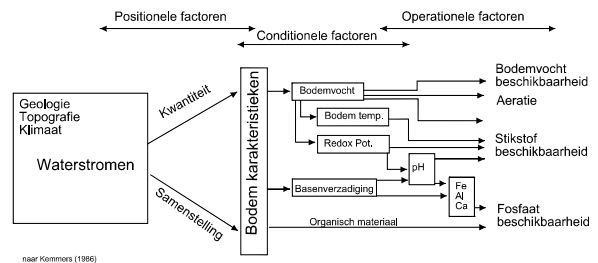
## 5. Methodes, een selectie



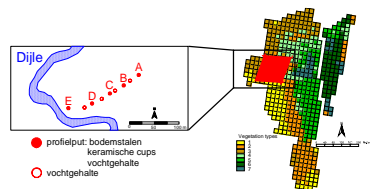
In het standplaatsonderzoek wordt het verband bepaald tussen hydrologische standplaatsfactoren en de aanwezigheid van plantensoorten. worden gekarteerd op af- en aanwezigheid in een raster. Het 238 soorten worden gekarteerd op af- of aanwezigheid in een raster. Het grondwater wordt bemonen in piëzometernetwerken: 13 chemische en 8 regimevariabelen werden afgeleid. Door interpolatie werd voor elk van de karteringscellen een waarde voor deze variabelen bepaald. De relatie tussen de soorten/vegetatietype en de standplaatsfactoren wordt berekend met multiple logistische regressie. De responsfuncties berekenen de kans op voorkomen van soorten of vegetaties

## 2. Waarom valleigebieden?

- Leveren zowel een belangrijke bijdrage tot de ecologische rijkdom met betrekking tot de biodiversiteit, het behoud en de bescherming van zeldzame soorten en de ontwikkeling van waardevolle ecosystemen.
- In Vlaanderen vormen ze de ruggengraat van het ecologische netwerk en van Europese richtlijngebieden en natuurinrichting.
- Voor de ontwikkeling en het functioneren van waterrijke, terrestrische ecosystemen in valleien zijn de hydrologische voorwaarden en processen belangrijk.



Location of study areas in Flanders, North Belgium



In het onderzoek bodemhydrologie zijn bodemeigenschappen en tijdsreeksen van bodemwatergehalte en -kwaliteit opgenomen om de ruimtelijke variatie en seizoensdynamiek van bodemgerelateerde parameters over vegetatiegradiënten te onderzoeken.

### WetSpass model schematisatie



### Geohydrologische methodologie

Gegevens-verzameling	Hydrologisch model	Toepassingen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Meteorologische variabelen</li> <li>Hydrologische variabelen</li> <li>Landgebruik</li> <li>Bodemtypen</li> <li>Topografie</li> <li>Hydrologie</li> <li>Geomorfologie</li> <li>Geochemie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiebalans</li> <li>Oppervlakte afvoer</li> <li>Grondwater</li> <li>Particle tracing</li> <li>Geochemie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamiek van het meteorologisch en hydrologisch regime</li> <li>Impact van menselijke activiteiten</li> <li>Impact van klimatologische veranderingen</li> <li>Bodemhydrologie</li> <li>Ecohydrologie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificatie</li> <li>Meer gegevens-verzameling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkeling</li> <li>Kalibratie</li> <li>Verificatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultaat</li> <li>Verificatie</li> </ul>

Het geohydrologisch onderzoek legt de regionale grondwaterrelaties, in kwantiteit en kwaliteit, tussen de kwelgebieden en het omliggende landschap (infiltratiegebieden) bloot. De relaties worden door middel van modellen beschreven waarbij de gemeten ondiepe grondwaterstanden en kwaliteiten als controle dienen van de model resultaten. De gebruikte modellen zijn een grondwaterstromingsmodel, MODFLOW, een ruimtelijk verdeeld grondwater voedingsmodel, WetSpass, een stroomlijntracersmodel, MODPATH en een geochemisch model AQUACHEM. De gebruikte gegevens zijn de hydrogeologische opbouw van het gebied, hydrometeorologische parameters, land- en bodemgebruik, topografische, grondwaterstand en -kwaliteit en mineralogische informatie. Met deze modellen en gegevens wordt voorspeld en verklaart 1: waar kwel- en infiltratiegebieden zijn gelegen; 2: de ondiepe grondwaterstanden; 3: de ruimtelijke en temporele stroomtijd tussen infiltratie- en kwelgebied; 4: de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit van infiltratie- naar kwelgebied.

# Ecohydrologisch Onderzoek van Waterrijke Vallei-ecosystemen

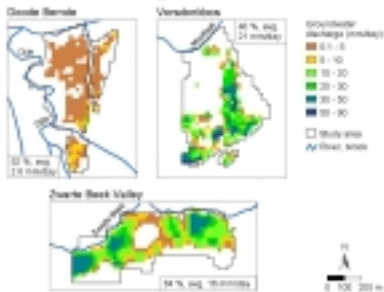
**Instituut voor Natuurbehoud (Coördinator)**  
 W. Huybrechts, P. De Becker, V. Keppens

**Laboratorium voor Bodem en Water, Katholieke Universiteit Leuven**  
 I. Joris, L. Hubrechts, D. Jacques & J. Feyen

**Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Vrije Universiteit Brussel**  
 P. van Rossum, T. Asefa, Wang Z.M., O. Batelaan & F. De Smedt

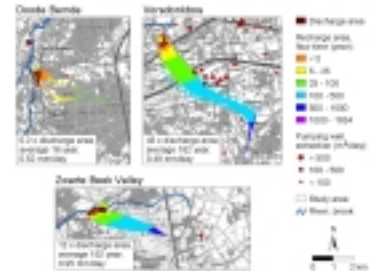
## 6. Enkele resultaten

Groundwater discharge areas in the wetlands



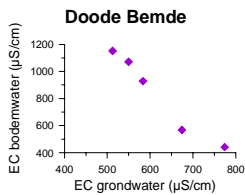
Studiegebied:	Doodse Bemde	Vorsdonkbos	Zwarte Beek
Opp. (Km <sup>2</sup> )	0.2	0.25	0.26
Opp. kwelgeb. (km <sup>2</sup> )	0.11 (52 %)	0.10 (40 %)	0.17 (65 %)
Gem. kwelflux (mm/dag)	1	9	11
Opp. Toestromings-geb. (km <sup>2</sup> )	0.58	4.62	2.23
Ratio toestromings/kwelop.	5	46	13
Gem. Stroomtijd (jaar)	12	156	177
Max. Stroomtijd (jaar)	107	903	1873
% jonge kwel (< 5 jaar)	52	4	11

Groundwater recharge areas and flow times

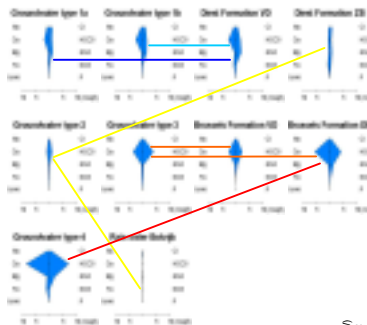
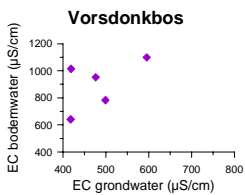


Tussen de studiegebieden zijn duidelijke **vochtverschillen** waargenomen. De Vallei van de Zwarte Beek is het natst, gevolgd door het Vorsdonkbos en de Doodse Bemde (het minst vochtige gebied). In het algemeen voorspelt **het geohydrologisch model**, gebaseerd op Modflow, goed de kwelgebieden binnen de studiegebieden. De modelberekeningen stemmen in grote mate overeen met deze afgeleid uit de vegetatie, schommelingen in de grondwaterstand of kweldruk. Uit het grondwatermodel blijken duidelijk de **verschillen in kweloppervlakte en kwelintensiteiten** tussen de gebieden.

Het traceringsmodel bakenen de **toestromingsgebieden** af van de wetlands. De gemiddelde **stroomtijd** van het grondwater vanaf de infiltratie tot aan de kwel in het studiegebied is voor de Doodse Bemde veel lager dan voor het Vorsdonkbos en de Vallei van de Zwarte Beek.

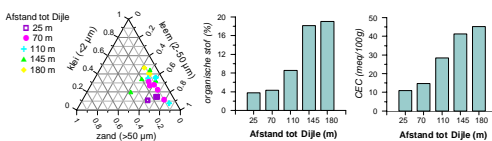
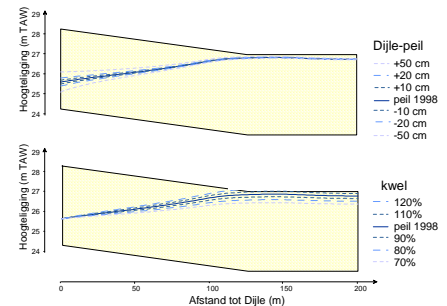


Vergelijking van gemiddelde geleidbaarheid van grondwater en bodemwater in verschillende meetpunten belicht de verschillende rol van de bodem in de Doodse Bemde en in Vorsdonkbos. In het nattere Vorsdonkbos bestaat er een positieve correlatie tussen de twee, terwijl in de Doodse Bemde de samenstelling van het grondwater niet zonder meer vertaald kan worden naar de wortelzone.



De chemische samenstelling van het **ondiepe grondwater** is een doorslag van de regionale aquifers die het kwelgebied **voeden**. Vier grondwatertypen worden onderscheiden in de studiegebieden. In de Zwarte Beek domineert mineraalarm grondwater (watertype 2), dat nog veel op regenwater lijkt. Het uitgesproken mineraalrijke grondwater (type 3), met hoge concentraties van calcium en bicarbonaat, is het belangrijkste in de Doodse Bemde. Vorsdonkbos wordt gekenmerkt door een intermediair type (type 1).

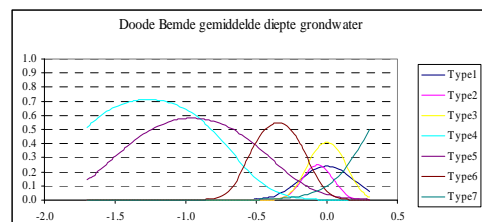
De gevoeligheid van de **gemiddelde grondwaterdiepte** voor veranderingen in de hydrologische randvoorwaarden is berekend a.h.v. een **numeriek model**. Veranderingen in het peil van de **Dijle** beïnvloeden bijna uitsluitend de grondwaterstand in de **oeverwal** (bovenaan), terwijl de grondwaterstand in de **komgrond** vooral gevoelig is voor de hoeveelheid **kwel** (onderaan).



Meting van de bodemeigenschappen toont aan dat de **vegetatie-gradiënt** van het komgrond-oeverwal profiel in de Doodse Bemde gelijkloopt met een gradiënt in de **bodemeigenschappen**.

Voor soorten en vegetatietypen werden **enkelvoudige en multiple responsfuncties** berekend. In bijgaande figuur vindt men de responscurven voor de zeven vegetatietypen in de Doodse Bemde voor de gemiddelde grondwaterdiepte. De optimale grondwaterdiepte en het optimale bereik nemen af van Glanshavergrasland naar Rietland. Grote Zeggevegetatie komt bij voorkeur voor in overstromde zones.

1: Rietland; 2: Mesotroof Elzenbroek; 3: Grote Zeggen met Riet; 4: Glanshavergrasland; 5: Moerasspireaaruiger; 6: Dottergrasland; 7: Grote Zeggevegetatie



# Ecohydrologisch Onderzoek van Waterrijke Vallei-ecosystemen



**Instituut voor Natuurbehoud (Coördinator)**  
 W. Huybrechts, P. De Becker, V. Keppens

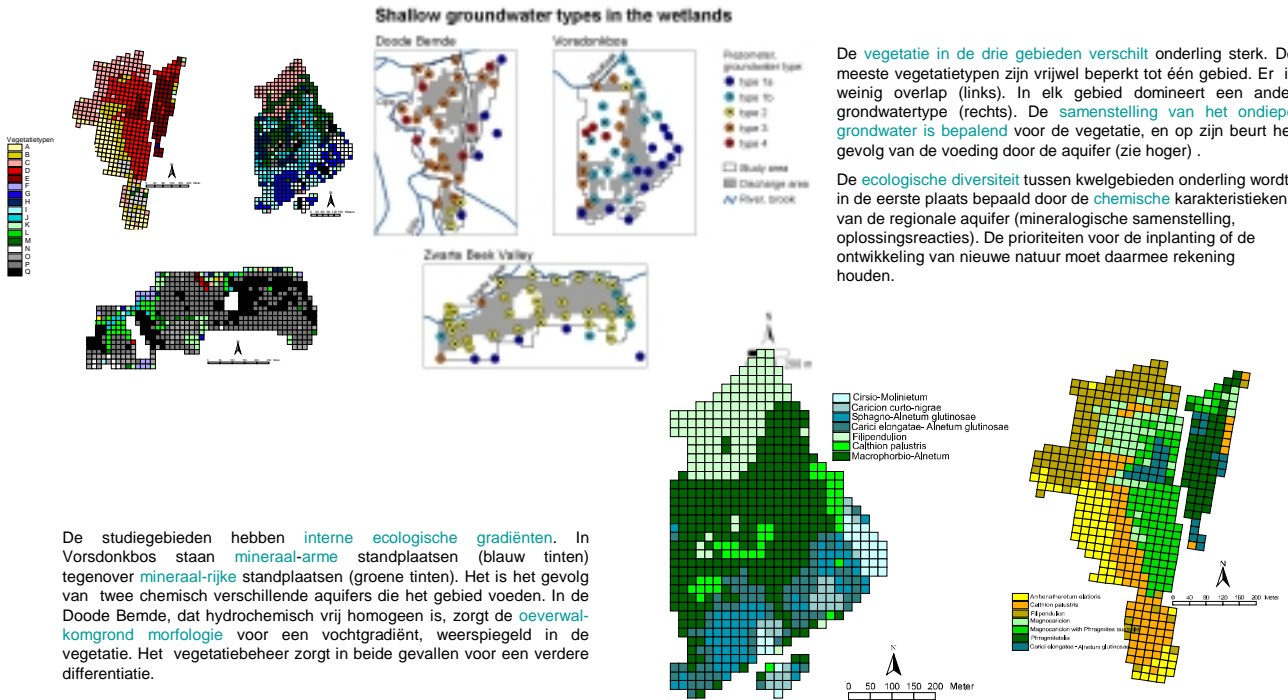


**Laboratorium voor Bodem en Water, Katholieke Universiteit Leuven**  
 I. Joris, L. Hubrechts, D. Jacques & J. Feyen



**Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Vrije Universiteit Brussel**  
 P. van Rossum, T. Asefa, Wang Z.M., O. Batelaan & F. De Smedt

## 6. Resultaten (vervolg)



De studiegebieden hebben **interne ecologische gradiënten**. In Vorsdonkbos staan **mineraal-arme** standplaatsen (blauw tinten) tegenover **mineraal-rijke** standplaatsen (groene tinten). Het is het gevolg van twee chemisch verschillende aquifers die het gebied voeden. In de Doode Bemde, dat hydrochemisch vrij homogeen is, zorgt de **oeverwal-komgrond morfologie** voor een vochtgradiënt, weerspiegeld in de vegetatie. Het vegetatiebeheer zorgt in beide gevallen voor een verdere differentiatie.

De **vegetatie in de drie gebieden** verschilt onderling sterk. De meeste vegetatietypen zijn vrijwel beperkt tot één gebied. Er is weinig overlap (links). In elk gebied domineert een ander grondwatertype (rechts). De **samenstelling van het ondiepe grondwater is bepalend** voor de vegetatie, en op zijn beurt het gevolg van de voeding door de aquifer (zie hoger).

De **ecologische diversiteit** tussen kwelgebieden onderling wordt in de eerste plaats bepaald door de **chemische** karakteristieken van de regionale aquifer (mineralogische samenstelling, oplossingsreacties). De prioriteiten voor de inplanting of de ontwikkeling van nieuwe natuur moet daarmee rekening houden.

## 7. Conclusies

- **Hydrologische variabelen** verklaren in belangrijke mate de verspreiding van soorten en vegetaties in kwelgebieden.
- **Geohydrologische en bodemhydrologische modellen** simuleren vrij goed de processen die de biodiversiteit in en tussen kwelgebieden sturen. Door de kwantificering van deze processen worden ze beter begrepen en worden oorzaak-gevolg relaties achterhaald. Anderzijds vragen deze modellen soms veel invoergegevens, die niet altijd in voldoende mate en met voldoende kwaliteit beschikbaar zijn in Vlaanderen. **Hydro-ecologische modellen** kunnen de link leggen tussen de hydrologie en de vegetatie. Dergelijke modellen werden in dit onderzoek niet getoetst, maar essentiële basisgegevens voor de bouw van dergelijk model werden verzameld (zie poster VLINA 00-16).
- De positie van **kwelgebieden in het omliggende landschap** zeer belangrijk voor hun **ecologische verscheidenheid**:
  - de **regionale topografische en geologische positie** controleren de vochttoestand in het kwelgebied.
  - voor de ecologische diversiteit tussen kwelgebieden zijn **vooral chemische kenmerken** van het ondiepe grondwater belangrijk, belangrijker dan bijvoorbeeld het beheer.
  - de samenstelling van het ondiepe grondwater is primair bepaald door de geochemie (mineralogische samenstelling, oplossingsreacties) van de **regionale watervoerende lagen**; secundair bepaald de looptijd van het grondwater de chemische samenstelling.
- De **interne diversiteit** van kwelgebieden kan ook door de regionale grondwaterstroming worden bepaald, maar meestal zijn de **lokale condities van topografie en bodem** belangrijker voor de standplaats. Ze bepalen de hydrologische gradiënten in het ondiep grondwater die resulteren in vegetatieverschillen.
  - in **Vorsdonkbos** worden hydrologische gradiënten vooral door de **chemie** bepaald, het gevolg van de voeding door twee aquifers (Formaties van Brussel en Diest).
  - in de **Doode Bemde** is het oeverwal-komgrond systeem bepalend voor de **vochtgradiënten**, die samen met het beheer de variatie bepalen.
  - het studiegebied van de **Zwarte Beek** is hydrologisch vrij homogeen; het **beheer en de bodem** zijn de voornaamste differentiërende factoren.
  - chemische gradiënten in het grondwater, het grondwaterregime en het vegetatiebeheer zijn, in die volgorde bepalend voor de ecologische gradiënten
- De **kwetsbaarheid van kwelgebieden** wordt bepaald door lokale en landschappelijke hydrologische condities. Hun bescherming vraagt een regionaal gedifferentieerde aanpak:
  - voor de vochtuithouding in de **Doode Bemde** is de **kwelstroom** essentieel; de kwelflux is er relatief klein en dus kwetsbaar; de invloed van de Dijle is zeer beperkt;
  - chemisch is de **Doode Bemde goed gebufferd**; de korte stroomtijden leveren toch gerijpt water; bufferstroken kunnen voldoende bescherming bieden
  - de Vallei van de **Zwarte Beek** heeft een hoge kwelflux, maar het grondwater is er chemisch zwak gebufferd; de mineraal-arme standplaatsen zijn **zeer gevoelig** voor nutriënten;
- Het onderzoek levert een **bibliotheek van responsfuncties** op die de relaties tussen hydrologie van het ondiepe grondwater en de vegetatie beschrijven.