



Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel en mitigerende maatregelen

Cécile Herr, Ann Milbau & Piet De Becker

Auteurs:

Cécile Herr, Ann Milbau & Piet De Becker
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

cecile.herr@inbo.be

Wijze van citeren:

Herr C., Milbau A. & De Becker P. (2015). Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel en mitigerende maatregelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.8532699). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2015/3241/174

INBO.R.2015.8532699

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Brongebied van de Zwarte Beek, Zwart Water, april 2014 (Houthalen-Helchteren). Foto: H. Roosen.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap voor Natuur en Bos, Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel



Agentschap voor
Natuur en Bos

Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel en mitigerende maatregelen

Cécile Herr, Ann Milbau & Piet De Becker

Eindrapport

5/6/2015

INBO.R.2015.8532699
D/2015/3241/174

Dankwoord

Dit rapport kon slechts tot stand komen dankzij de meetgegevens over milieukwaliteit die ons door verschillende agentschappen en instanties ter beschikking werden gesteld:

- Het Agentschap voor Natuur en Bos bezorgde extra metingen van de fosfaatverzadigingsgraad, nitraatresidu, concentraties zware metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het gebied;
- De Dienst Ondergrond Vlaanderen leverde gegevens aan m.b.t. de chemische samenstelling van het grondwater;
- De Vlaamse Milieumaatschappij bezorgde meetgegevens over de oppervlaktewaterkwaliteit en waterbodems;
- De Vlaamse Landmaatschappij stelde recente metingen van het nitraatresidu in het gebied ter beschikking (de resultaten van de analyses zijn in het kader van openbaarheid van bestuur door ANB bij VLM opgevraagd);
- De Provincie Limburg liet extra slibanalysen uitvoeren in de Zwarte Beek;
- De Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij verschaftte informatie over de wetgeving rond bodemverontreiniging;
- De INBO-collega's Gerlinde Van Thuyne en Jan Breine stelden de meest recente data over visbestandopnames ter beschikking en Mathias Wackenier zorgde voor een update van de WATINA databank van het INBO.

Onze dank gaat eveneens uit naar de dienst Rapportering & Advisering van INBO (Marijke Thoonen) voor het kritisch nalezen van dit rapport.

Samenvatting

Dit rapport¹ geeft een overzicht van de milieudruk, met name de nutriëntenbelasting waaraan het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel bloot staan. Voor het eerst werden alle beschikbare gegevens van verschillende Vlaamse instanties (Vlaamse Milieu Maatschappij, Vlaamse Landmaatschappij, Agentschap voor Natuur & Bos en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek) gebundeld om een zo volledig mogelijk beeld te schetsen. Directe aanleiding voor dit rapport was het milieu-incident van 29/10/2013 waarbij grote hoeveelheden digestaat (=materiaal dat overblijft na vergisting) via drainagegrachten in de Bolisserbeek en de Dommel terecht kwamen.

Het gebied in kwestie ligt in het centrum van de grootste aaneengesloten Speciale Beschermingszone van Vlaanderen. De langdurige en excessieve nutriëntenbelasting kon niet alleen vastgesteld worden met cijfers, maar ook de ruimtelijke omvang ervan is nu in beeld gebracht. Het is duidelijk geworden dat met een dergelijke milieudruk tal van milieukwaliteitsnormen op regelmatige basis worden overschreden, en dat al gedurende vele jaren. Er dient dus snel een einde gesteld te worden aan deze praktijken en intensief aan herstel van de veroorzaakte schade gewerkt te worden om de doelen van de Kaderrichtlijn Water en de door de Vlaamse regering goedgekeurde natuurdoelstellingen in het kader van het Europese Natura 2000 netwerk te kunnen bereiken.

Een overzicht:

- **Grondwaterkwaliteit:** in de 'ondiepe' bodemlagen (tot 23 meter diepte) is er in en rond het studiegebied (= het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel) systematisch een zeer grote overschrijding van de nitraatnorm (Vl. Reg. 21/5/2010) voor zowel de maximale, gemiddelde als minimale waarden in het grondwater, en dat al tien jaar lang. Voor andere nutriënten zijn, in dezelfde meetperiode, de overschrijdingen sporadisch. De milieunormen zijn gevoelig minder streng dan de thans gekende ecologische referentiewaarden voor de hier voorkomende Europese habitattypes. Als er vergeleken wordt met het voorstel tot ecologische referentiewaarden (Herr *et al.* 2012), dan worden de waarden voor nitraat, nitriet, ammonium en orthofosfaat ten minste 10 maal en in sommige gevallen zelfs 100 maal overschreden, wat herstel en instandhouding van (prioritaire) Europese habitats onmogelijk maakt.
- **Oppervlaktewaterkwaliteit:** een traject van minstens 3,5 km van de Zwarte Beek, in en stroomafwaarts van het brongebied, haalt de basiskwaliteitsdoelstelling niet. Ook in de bovenloop van de Bolisserbeek wordt de goede ecologische toestand niet bereikt. Dit betekent dat onder de huidige omstandigheden en in minstens die zone de kwaliteit van het water in de Zwarte Beek en de Bolisserbeek ondermaats is voor een goede ontwikkeling van o.m. standplaatseigen waterplantenvegetaties. Ook via infiltratie van beekwater naar het grondwater en via overstroming worden Europees beschermde terrestrische habitats blootgesteld aan een verhoogde nutriëntenlast die niet compatibel is met de instandhoudingsdoelstellingen in dit habitatrichtlijngebied. Vooral de nitraatconcentraties en de zuurstofhuishouding vormen een knelpunt, met daarbij ook te hoge fosfaatconcentraties in het brongebied van de Zwarte Beek. Zowel voor de Zwarte Beek als voor de Bolisserbeek worden de zwaarste overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen ter hoogte van en juist stroomafwaarts van het landbouwgebied aan het brongebied van de Zwarte Beek en

¹ Dit rapport komt in grote lijnen overeen met rapport INBO.R.2014.2672548 (Herr en De Becker 2014), maar is aangevuld met recente onderzoeksresultaten van 2014 en 2015 en met een verkenning van de mogelijkheden tot herstel / mitigatie van de milieudrukken.

in de bovenloop van de Bolisserbeek waargenomen. Uit de metingen blijkt dat er ter hoogte van de landbouwpercelen, aanvoer van nutriëntenrijk water naar de beken optreedt. De toestand in het brongebied van de Zwarte Beek is voor alle fysisch-chemische parameters slechter dan in de bovenloop van de Bolisserbeek. Bovendien worden er soms ernstige en terugkerende overschrijdingen van de Vlaamse milieukwaliteitsnormen voor een reeks zware metalen gemeten en dit zowel in de Zwarte Beek als in de Bolisserbeek.

- **Slib en waterbodems:** het verhoogde nutriëntengehalte in het slib in de bedding van de Zwarte Beek aan het zgn. Zwart Water, bevestigt dat het stroomopwaarts gelegen landbouwgebied in het brongebied van de Zwarte Beek als bron van nutriënten fungeert. Er zijn ook overschrijdingen vastgesteld van de milieukwaliteitsnormen voor verschillende zware metalen.
- **Bodem:** metingen uit 2014 van de fosfaatverzadigingsgraad in een selectie van percelen in het brongebied van de Zwarte Beek en de Bolisserbeek tonen zeer hoge waarden: de profielgemiddelde fosfaatverzadigingsgraad (de verhouding tussen de actuele fosfaatophoping en de fosfaatvastleggingscapaciteit van de bodem tot 90 cm diepte) ligt bij de helft van de bemonsterde percelen boven de grens van 35 %, en loopt in meerdere percelen zelfs op tot meer dan 70 %. Uit die percelen is er dus zonder twijfel doorslag van fosforrijk bodemwater naar het grondwater. Daarnaast lag het nitraatresidu eind 2013 en eind 2014 in meerdere percelen (soms ver) boven de drempelwaarde. Deze percelen fungeren dus als bron van nitraat voor oppervlakte- en grondwater.

Daarnaast bevat dit rapport ook nog een verkenning van de mogelijkheden tot mitigatie van de heersende milieudrukken als gevolg van de jarenlange overbemesting, die tot op vandaag nog steeds doorgaat. Uit het rapport blijkt dat herstel van de abiotische omstandigheden die gunstig zijn voor de optimale of suboptimale ontwikkelingen van Europees gestelde natuurdoelen erg moeilijk zal zijn, maar niet onmogelijk. Een eerste absoluut belangrijke stap, is het stopzetten van verdere inbreng van nutriënten, met name de stikstof- en fosfaatbemesting op de landbouwgronden in het brongebied van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel. Pas dan kan via een gerichte aanpak het herstel starten. Uit het rapport blijkt dat een volledig herstel erg moeilijk wordt en lang zal duren.

Inhoudstafel

Dankwoord	4
Samenvatting.....	5
Lijst van figuren.....	9
Lijst van tabellen	12
1 Gebiedsschets: Brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek, Zwarte Beek en Dommel.....	13
1.1 Algemene situering	13
1.2 Geohydrologische context	14
1.3 Ecologisch belang van het studiegebied.....	15
1.3.1 Algemeen	15
1.3.2 Vegetaties van stromende wateren.....	15
1.3.3 Terrestrische vegetaties.....	16
1.3.4 Visfauna	17
2 Probleemschets: impact van langdurige overbemesting en incidentele lozingen.....	18
2.1 Impact op de bodem	18
2.2 Impact op het grondwater.....	18
2.3 Impact op het oppervlaktewater	19
3 Internationale referentiekaders en Vlaamse wetgeving	20
3.1 Nitraatrichtlijn	20
3.2 Kaderrichtlijn Water	20
3.3 Instandhoudingsdoelstellingen Habitatrichtlijn.....	21
3.3.1 Herstel van een hydrologisch intact beekdalsysteem	21
3.3.2 Buffering van het vallei-ecosysteem	21
3.3.3 Instandhouding van specifieke soorten	22
4 Huidige milieukwaliteit in het brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek	23
4.1 Grondwaterkwaliteit	23
4.1.1 Milieukwaliteitsnormen en natuurkwaliteitsnormen	23
4.1.2 Actuele grondwaterkwaliteit	23
4.1.2.1 Vergelijking met milieukwaliteitsnormen (besluit VI. Reg. 21/5/2010).....	24
4.1.2.2 Vergelijking met natuurkwaliteitsnormen (Herr et al. 2012)	27
4.2 Oppervlaktewaterkwaliteit.....	30
4.2.1 Fysico-chemische waterkwaliteit	30
4.2.1.1 Normen van de Kaderrichtlijn Water	30
4.2.1.2 Actuele oppervlaktewaterkwaliteit	31
4.2.1.2.1 Elektrische geleidbaarheid.....	31
4.2.1.2.2 Nutriënten	33
4.2.1.2.3 Zuurstofhuishouding	38
4.2.1.2.4 Zware metalen	40
4.2.1.3 Conclusies fysico-chemische waterkwaliteit.....	44
4.2.2 Biologische kwaliteitselementen	45
4.2.2.1 Normen van de Kaderrichtlijn Water	45
4.2.2.2 Macro-invertebraten (bron: VMM)	45
4.2.2.3 Macrofyten (bron: VMM)	46
4.2.2.4 Fytobenthos (bron: VMM)	46
4.2.2.5 Vissen	47
4.2.2.6 Conclusies biologische waterkwaliteit.....	48
4.3 Kwaliteit slib en onderwaterbodems.....	49

4.3.1	Milieukwaliteitsnormen	49
4.3.2	Huidige kwaliteit slib en onderwaterbodems.....	49
4.4	Bodemkwaliteit.....	51
4.4.1	Fosfaatverzadigingsgraad en potentiële doorslag naar het grondwater	51
4.4.2	Nitraatresidu	53
4.4.3	Zware metalen en PAK's	55
4.5	Conclusie.....	58
5	Mitigerende maatregelen.....	60
5.1	Nutriënten	60
5.1.1	Stikstof	60
5.1.2	Fosfor	61
5.1.3	Een nutriëntentoestand bereiken die compatibel is met natuurdoelen in het brongebied van de Zwarte Beek.....	66
5.2	Zware metalen, PAK's en andere verontreinigende stoffen	68
5.3	Voorkeursscenario's en conclusie	68
6	Referenties.....	70
	Bijlage 1: Visbestandopnames in de Bolisserbeek, Dommel en Zwarte Beek.....	72
	Bijlage 2: Focusgebieden 2014 Nitraatrichtlijn	73
	Bijlage 3: Elektrische geleidbaarheid aan de in-en uitlaat van het Stijnsven en het Zwart water.....	74
	Bijlage 4: Totale fosforconcentraties voor de Bolisserbeek, de Dommel en de Zwarte Beek	76
	Bijlage 5: Bijkomende veldmetingen zuurstofhuishouding voor de Bolisserbeek en het Zwart Water in 2013 en 2014	77
	Bijlage 6: Ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor macrofyten voor de Zwarte Beek (boven) en Bolisserbeek en Dommel	78
	Bijlage 7: Zware metalen en PAK's in het slib	79
	Bijlage 8: Fosfaatverzadigingsgraad	80
	Bijlage 9: Nitraatresidu	86
	Bijlage 10: Zware metalen en PAK's in de bodem	88
	Bijlage 11: Zware metalen in oppervlaktewater.....	90

Lijst van figuren

Figuur 1	Situering van het brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek (rode polygoon) binnen het Natura 2000 netwerk van Speciale Beschermingszones (en situering in Vlaanderen (inset)).....	13
Figuur 2	Situering van het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenloop van de Bolisserbeek op de waterscheiding tussen het stroomgebied van de Schelde (Zwarte Beek) en het stroomgebied van de Maas (Bolisserbeek en Dommel).....	14
Figuur 3	Grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de volledige vallei van de Zwarte beek (groen, Van Daele in Mertens & Meire 2001) en een kleiner deelgebied (blauw, De Smedt en Batelaan 1996).	15
Figuur 4	Indicatieve situering van het Natura 2000 habitatype 3260, versie 1.4.2 (Leyssen <i>et al.</i> 2010). Habitatwaardige segmenten zijn in het groen aangeduid; locaties waar werd geïnventariseerd (periode 2006-2009), maar waar het habitatype niet werd aangetroffen, zijn aangeduid in het oranje.	16
Figuur 5	Habitatkaart 2014 (habitat 1 en 2, d.w.z.. habitats die de grootste oppervlakte van een polygoon bedekken). RBB: regionaal belangrijke biotopen, waarbij hc dotterbloemgrasland, hf moerasspirearuigte met graslandkenmerken, kam kamgrasland, mc grote zeggenvegetaties, mr rietland, ms kleine zeggenvegetaties, sf moerasbos van breedbladige wilgen en so vochtig wilgenstruweel op venige en zure grond.	17
Figuur 6	Overzicht van de nitraatconcentraties in de MAP-meetpunten voor het winterhalfjaar 2012-2013 (Rood: > 50 mg nitraat/l, groen: < 50 mg nitraat/l). Het brongebied en de bovenlopen van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel (gelegen in de rode cirkel) overschrijden de norm. Bron: VMM.	20
Figuur 7	Ligging van de DOV-meetlocaties in en om het studiegebied (enkel deze – geel omcirkeld - met een voldoende aantal metingen werden gebruikt)	24
Figuur 8	Tijdreeksen van het verloop van nitraatconcentraties (in mg NO ₃ /l) in grondwater in de negen DOV-meetlocaties. De linker kolom toont de metingen BINNEN en de rechter kolom de metingen net BUITEN het studiegebied. Bovenaan staat het referentiemeetpunt. Data: DOV.	26
Figuur 9	Concentraties sulfaat in het ondiep grondwater (< 5 m diep), gemiddelde van 1 tot 4 metingen tussen mei 2004 en februari 2015. Data: WATINA, INBO. De groene 'pluim' toont het grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de vallei van de Zwarte Beek (Van Daele in Mertens en Meire 2001).	28
Figuur 10	Concentraties orthofosfaat in het ondiep grondwater (< 5 m diep), gemiddelde van 1 tot 4 metingen tussen mei 2004 en februari 2015. Data: WATINA, INBO. De groene 'pluim' toont het grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de vallei van de Zwarte Beek (Van Daele in Mertens en Meire 2001).	29
Figuur 11	Meetpunten van VMM en INBO (WATINA) op de Zwarte Beek.....	31
Figuur 12	Meetpunten van VMM op de Dommel en Bolisserbeek. Meetpunt 93200 wordt sinds 2008 niet meer opgevolgd. Gr (gracht) en SOW zijn extra meetpunten naar aanleiding van het milieu-incident van 29/10/2013 waarbij overgelopen digestaat vanuit een CO-vergistingsinstallatie de Bolisserbeek bereikte.	31
Figuur 13	Verloop van de elektrische geleidbaarheid bij 20°C in de Bolisserbeek en Dommel in de periode 2000-2014. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (90-percentiel). De 2700µS/cm-piek werd gehalveerd voor de leesbaarheid. Merk ook de langzaam stijgende trend op in de tijdreeks voor meetpunt 99550.	32
Figuur 14	Verloop van de elektrische geleidbaarheid bij 20°C in de Zwarte Beek in de periode 2000-2014. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel)	32
Figuur 15	Verloop van de nitraatconcentratie in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn:	

grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel).....	33
Figuur 16 Verloop van de nitraatconcentratie in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel).....	34
Figuur 17 Verloop van de nitrietconcentratie in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM.	35
Figuur 18 Verloop van de nitrietconcentratie in de Zwarte Beek. Data: VMM.	35
Figuur 19 Verloop van de ammoniumconcentratie in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM.	36
Figuur 20 Verloop van de ammoniumconcentratie in de Zwarte Beek. Data: VMM.	36
Figuur 21 Verloop van de totaal stikstofconcentratie in (A) de Bolisserbeek en Dommel en (B) de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze zomerhalfjaar gemiddelde).	37
Figuur 22 Verloop van de fosfaatconcentratie in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze gemiddelde). Voor de leesbaarheid van de grafiek werd de fosfaatconcentratie in oktober 2013 met een factor vijf verlaagd.....	37
Figuur 23 Verloop van de fosfaatconcentratie in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze gemiddelde).	38
Figuur 24 Verloop van de zuurstofconcentratie en zuurstofverzadiging in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige en goede ecologische toestand en grijze lijn: tussen de goede en zeer goede ecologische toestand conform de KRW (toetswijze 10-percentiel voor zuurstofconcentratie).	39
Figuur 25 Verloop van de zuurstofconcentratie en zuurstofverzadiging in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige en goede ecologische toestand en grijze lijn: tussen de goede en zeer goede ecologische toestand conform de KRW (toetswijze 10-percentiel voor zuurstofconcentratie).	40
Figuur 26: Toesting van de in en direct buiten het studiegebied gemeten concentraties zware metalen (2014-2015) aan de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (Besluit VI. R. 21/05/2010). De waarden in het rood zijn overschrijdingen van de Vlaamse milieukwaliteitsnorm. Data: VMM.	43
Figuur 27 Ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor macrofyten. Data: VMM.	46
Figuur 28 Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt voor diatomeeën. Data: VMM.	47
Figuur 29 Locaties visbestandopnames in de Bolisserbeek, Dommel en Zwarte Beek. Data: VIS databank.	48
Figuur 30 Locaties slibstaalname in de Zwarte Beek. Staalname Provincie Limburg, analyses uitgevoerd door de Bodemkundige Dienst van België.....	49
Figuur 31 Profielgemiddelde (0 – 90 cm) fosfaatverzadigingsgraad op landbouwpercelen in het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek. Gebaseerd op metingen van Baert et al. (1997) en metingen van 2014 in opdracht van ANB.	52
Figuur 32 Fosfaatverzadigingsgraad per diepte. Data: ANB.	53
Figuur 33 Totaal nitraatresidu en overschrijding van de drempelwaarde per perceel. Data: VLM. Als de nitraatresidudrempelwaarde van een perceel wordt overschreden in een bepaald jaar, moet de landbouwer in het jaar daarop een maatregelenpakket met begeleidende maatregelen toepassen: "> drempelwaarde 1" = maatregelenpakket 1 toepassen, "> drempelwaarde 4" = maatregelenpakket 4 toepassen. De codes Pxx verwijzen naar perceelnummers in bijlage 9.	54
Figuur 34 Totaal nitraatresidu per perceel. Data: ANB. De bemonsteringswijze wordt in bijlage 8 gedetailleerd, de ruwe gegevens worden in bijlage 9 gegeven.	55

Figuur 35 Toetsing van de concentraties zware metalen in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem aan de normen van VLAREBO (richtwaarden en streefwaarden voor de bodemkwaliteit en bodemsaneringsnormen). De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB. .	56
Figuur 36 Concentraties barium, kobalt, molybdeen, tin en vanadium in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem. Voor deze metalen zijn geen milieunormen beschikbaar. De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB.	56
Figuur 37 Toetsing van de concentraties PAK's in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem aan de normen van VLAREBO (richtwaarden en streefwaarden voor de bodemkwaliteit en bodemsaneringsnormen). Andere PAK's = Naftaleen, Acenaftyleen, Acenafteen, Fluoreen, Fenanthreen, Anthraceen, Benzo(k)fluorantheen, Benzo(a)pyreen, Dibenzo(a)anthraceen. De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB.	57
Figuur 38 Nitraat en bio-beschikbaar P (volgens de Olsen methode) in verschillende types bodems. Referentie = nooit bemeste bodems in natuurgebied. DW = dry weight, d.w.z. droog gewicht. Figuur overgenomen uit Lamers et al. (2005).	61
Figuur 39 Fosfaatverzadigingsgraad in de bodem na plaggen van 30 cm (= FVG huidige laag 30 – 90 cm) of afgraven tot 60 cm (= FVG huidige laag 60 – 90 cm). Enkel de percelen met een huidige profielgemiddelde fosfaatverzadiging van meer dan 25 % worden beschouwd. Er wordt geen rekening gehouden met de gevolgen van afgraven op de waterhuishouding.	63
Figuur 40 Duur (uitgedrukt in jaren) van maaien en afvoeren (links) en uitmijnen (rechts) om een fosfaatverzadigingsgraad van 25 % in de toplaag van de bodem (0 – 30 cm) te bereiken. ...	65

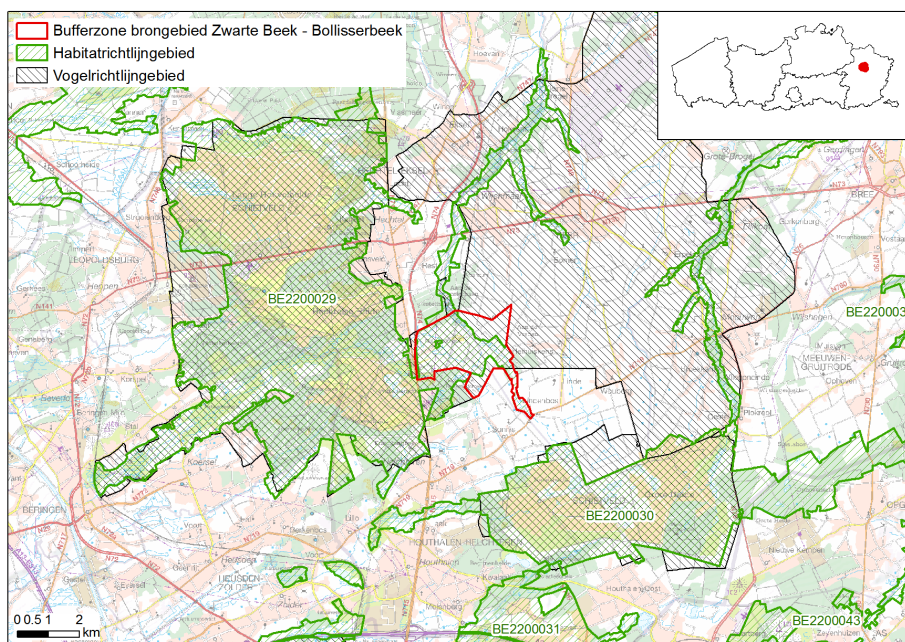
Lijst van tabellen

Tabel 1	Overzicht van de analyses voor nutriënten in grondwater op de 9 DOV-meet-locaties, met aanduiding van de geologische laag waarin elke filter gepositioneerd is (0100=quartair zand, 0252= zand van Diest, 0234= zandige top van Kasterlee, 0171= Maasterrasafzetting). De gele markerings werd gebruikt voor die waarden waar de wettelijke milieukwaliteitsnorm overschreden werd. Het gaat over meerdere analyses per meetlocatie en per filterdiepte. Waarden in het rood overschrijden de milieukwaliteitsnorm (Herr et al. 2012). Naast het gemiddelde van de metingen werd ook de maximaal en de minimaal gemeten concentratie weergegeven van 15 à 20 metingen tussen mei 2004 en mei 2013. Data: DOV.	24
Tabel 2	90-percentiel waarden voor nitraat, ammonium en orthofosfaat (in mg/l) in het freatische grondwater voor grondwaterafhankelijke habitats die voorkomen in de bovenlopen van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel. Data: Herr et al. (2012).	27
Tabel 3	Referentiewaarden voor de watertypen kleine en grote beek Kempen (bijlage 2.3.1 van VLAREM II, aangepast volgens het besluit van 21/05/2010, B.S. 09/07/2010). Voor het studiegebied is minstens een goede score (vetgedrukt) vereist volgens de Kaderrichtlijn Water.	30
Tabel 4	Veldmetingen van de elektrische geleidbaarheid (in µS/cm bij 20°C) naar aanleiding van het milieu-incident in 2013 (Data: VMM, Oomsels 2014). 99560 en SOW liggen stroomopwaarts van de vervuiling; Gr: vervuilende gracht; 99550 ligt stroomafwaarts van de gracht. Zie ook bijlage 5 voor de ligging van de meetpunten.	32
Tabel 5	Veldmetingen van de elektrische geleidbaarheid (in µS/cm bij 20°C) naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013 (Data: VMM, Oomsels 2014).	33
Tabel 6	Concentraties zware metalen in het oppervlaktewater en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm. Rood: overschrijding van de norm, groen: geen overschrijding van de norm. Alle waarden in µg/l. Data: VMM.	43
Tabel 7	Multimetrische Macro-invertebratenindex Vlaanderen voor de Zwarte Beek (boven) en Bolisserbeek en Dommel (onder). ≥ 0,90 zeer goede toestand, ≥ 0,70 goede toestand (groen), ≥ 0,50 matige toestand (geel), ≥ 0,30 ontoereikende toestand (oranje), < 0,30 slechte toestand (rood). Data: VMM.	45
Tabel 8	Overzicht van de visindexwaarden (Ecologische kwaliteitscoëfficiënt EKC) en hun appreciatie. Data: VIS databank.	48
Tabel 9	Nutriënten- en mineralengehalten in het slib. Getallen in het rood: risico op P nalevering – P mobilisatie. Data: Provincie Limburg.	49
Tabel 10	Milieukwaliteitsnorm en natuurkwaliteitsnorm (volgens Herr et al. 2012) voor orthofosfaat in grondwater en overeenkomende fosfaatverzadigingsgraad. De omzetting gebeurde volgens Schoumans (2004) en wordt in bijlage 8 gedetailleerd.	62
Tabel 11	Voordelen en nadelen van enkele op fosfor reductie gerichte herstel- en beheersmaatregelen voor natuurontwikkeling - natuurherstel.	67

1 Gebiedsschets: Brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek, Zwarte Beek en Dommel

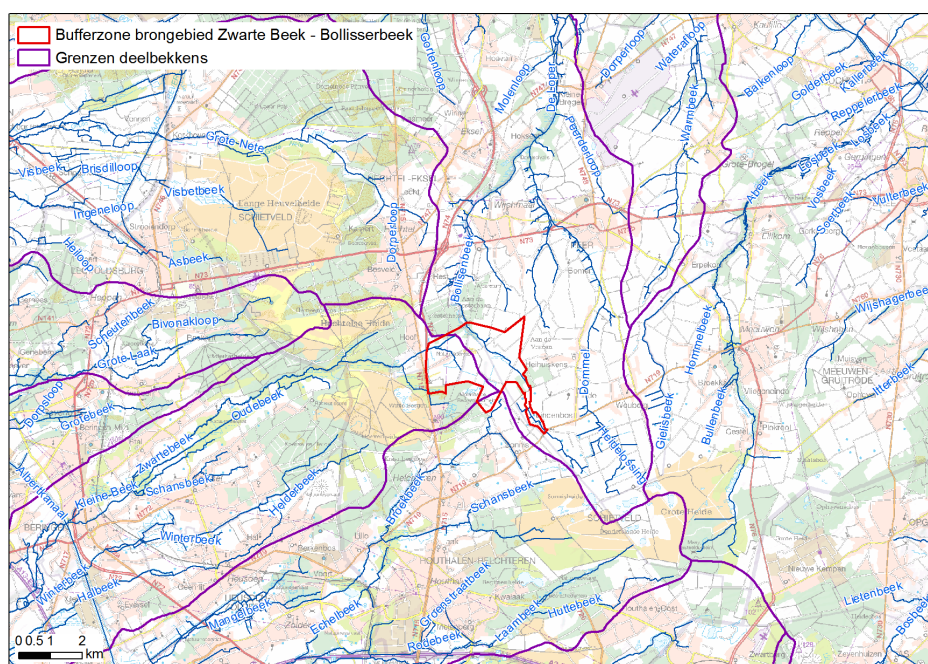
1.1 Algemene situering

Het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenloop van de Bolisserbeek, Zwarte beek en Dommel (in wat volgt "het studiegebied" genoemd) zijn gelegen binnen de Speciale Beschermingszone (SBZ) BE2200029 "Vallei- en brongebieden van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden" (habitatrichtlijngebied). Tevens ligt het studiegebied in het vogelrichtlijngebied BE2218311 "Militair domein en de vallei van de Zwarte Beek" en grenst het aan het vogelrichtlijngebied BE2217310 "Bocholt, Hechtel-Eksel, Meeuwen-Gruitrode, Neerpelt en Peer". Het studiegebied dekt een zone van ongeveer 615 ha (figuur 1, rode polygoon) en bevindt zich pal op de waterscheiding tussen het stroomgebied van de Schelde en het stroomgebied van de Maas. Volgens de specifieke instandhoudingsdoelstellingen voor deze SBZ (aanwijzingsbesluit VI. Regering 23/04/2014) is dit gebied een bufferzone om de habitats en soorten die stroomafwaarts in de beekdalen voorkomen te beschermen (zie 3.3).



Figuur 1 Situering van het brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek (rode polygoon) binnen het Natura 2000 netwerk van Speciale Beschermingszones (en situering in Vlaanderen (inset)).

De Bolisserbeek stroomt noordwaarts en maakt deel uit van het deelbekken van de Dommel waarvan ze een zijrivier is. In het studiegebied stroomt ze door een landbouwgebied met een mozaïek van graslanden en akkers (vooral maïs, maar ook andere voedergewassen, suikerbieten, aardappelen,...) en plaatselijk ook door heiderelicten, bossen van zure en voedselarme milieus en alluviale bossen. De Zwarte Beek stroomt westwaarts en is een zijrivier van de Demer (figuur 2). Ze ontspringt in een iets lager gelegen weidegebied (nu natuurgebied ter compensatie van de aanleg van de expresweg Hasselt-Eindhoven) ten oosten van de N74.



Figuur 2 Situering van het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenloop van de Bolisserbeek op de waterscheiding tussen het stroomgebied van de Schelde (Zwarte Beek) en het stroomgebied van de Maas (Bolisserbeek en Dommel).

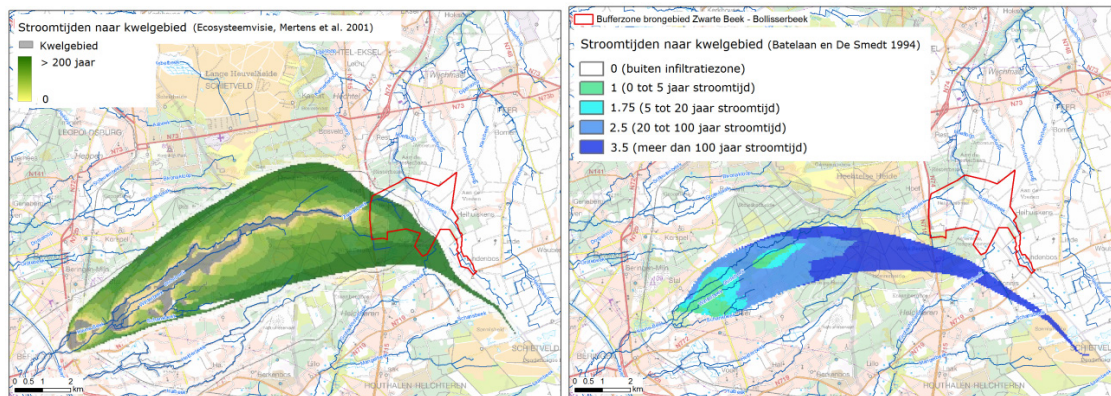
1.2 Geohydrologische context

De geohydrologische context van het gebied geeft inzicht in hoe negatieve gevolgen van de overbemesting en andere milieu-incidenten zich kunnen 'verplaatsen' naar de omgeving via het grond- en oppervlaktewater.

De vallei van de Zwarte Beek en van de Bolisserbeek, worden van nature (zonder menselijke inmenging) voorzien van mineralen- en nutriëntenarm grondwater. Dat komt doordat de watervoerende lagen hier bestaan uit de zanden van de formatie van Diest (in het zuidelijk deel; HCOV-code 0252) met daarbovenop de zanden van Kasterlee (in het noordelijk deel; HCOV-code 0234). Beide zijn zeer mineraal- en nutriëntenarm, maar wel ijzerrijk. Bovendien is de formatie van Diest/Kasterlee een belangrijke watervoerende laag met een hoge hydraulische geleidbaarheid, waardoor er een aanzienlijke grondwaterstroming optreedt. Die elementen samen hebben als hydrologische consequentie dat grondwater in dit gebied van nature mineraalarm is. Het is pas na langdurig contact van het grondwater met de zanden van Diest/Kasterlee, dat het water iets mineraalrijker wordt (in dit geval voornamelijk ijzerrijker; Denis 1992). Men mag er dus van uitgaan *dat in natuurlijke omstandigheden in deze systemen bijzonder lage concentraties aan nutriënten (zoals water oplosbaar fosfaat, nitraat, ammonium) voorkomen.*

Hydrologisch gezien maakt de bovenloop van de Bolisserbeek, net als de Zwarte Beek en de Dommel, deel uit van het grondwaterinfiltratiegebied (Van Daele *et al.* 2001, Packet *et al.* 2010, De Becker *et al.* 2011, Batelaan *et al.* 2012). Dit betekent dat de bronzones weliswaar nat zijn voor een groot gedeelte van het jaar, maar dat het grondwater een neerwaartse stroomrichting heeft. Ook beekwater kan in deze zone ten dele infiltreren. Bijgevolg is er naast horizontale afstroming via de beek ook infiltratie van een (aanzienlijk) deel van het grond- en beekwater, dat verder stroomafwaarts in de vallei terug aan de oppervlakte komt onder de vorm van kwel. Het is dus te verwachten, en reeds vastgesteld in de vallei van de Zwarte Beek (De Becker *et al.* 2011), dat in de kwelzone de stroomopwaarts geïnfiltreerde nutriënten samen met het kwelwater gaan uittreden.

Voor de valleien van de Zwarte Beek en de Dommel werden in het verleden mathematische grondwatermodellen ontwikkeld (zie o.a. Batelaan en De Smedt 1994, Batelaan *et al.* 2012). Met die modellen is er een beeld verkregen van de stroomrichting van het grondwater. Voor de Zwarte Beek loopt die stroomrichting vanuit het zuidoosten via een haakse bocht naar het westzuidwesten (figuur 3). Voor de Dommel lopen de stroombanen eenvoudigweg van zuid naar noord.



Figuur 3 Grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de volledige vallei van de Zwarte beek (groen, Van Daele in Mertens & Meire 2001) en een kleiner deelgebied (blauw, De Smedt en Batelaan 1996).

Voor de vallei van de Bolisserbeek werd tot op heden, voor zover ons bekend, geen grondwatermodel gemaakt. Echter, omdat dit gebied zich in éénzelfde geohydrologische setting bevindt en geprangd ligt tussen de valleien van de Dommel en de Zwarte Beek kan er met stellige zekerheid van uitgegaan worden dat de stroombanen hier tussen deze van de beide naburige beken in liggen, en dus vanuit het zuiden in noordelijke (noordnoordwestelijke) richting stromen.

Samengevat toont de geohydrologische informatie dat nutriëntenlozingen in beken en op gronden in het brongebied van de Zwarte Beek en de Bolisserbeek via infiltrerend beek- en grondwater in de watervoerende lagen terecht komen en meegevoerd worden in de stroomrichting van het grondwater. Verder stroomafwaarts komen de nutriënten samen met kwellend water in het beekdal aan de oppervlakte. Dit geldt eveneens voor bemesting van gronden in het infiltratiegebied.

1.3 Ecologisch belang van het studiegebied

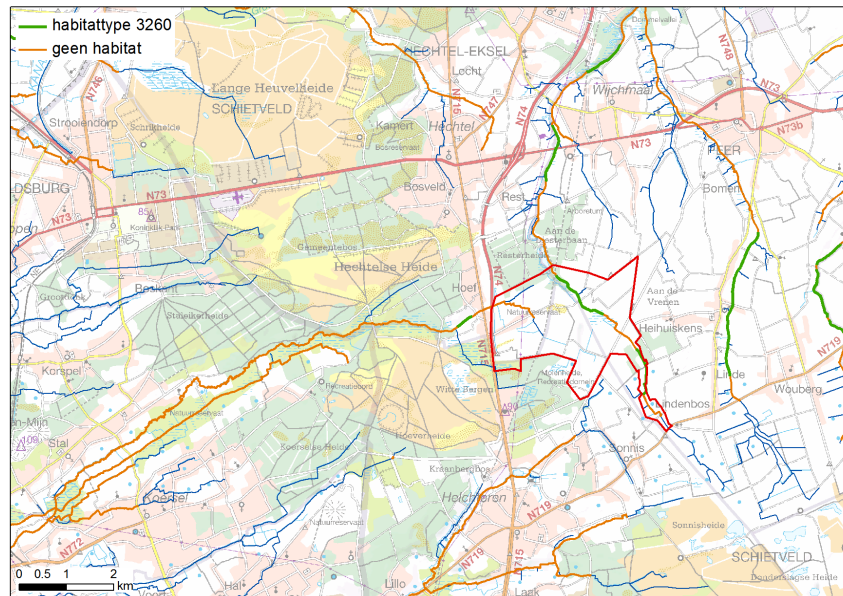
1.3.1 Algemeen

Zoals eerder vermeld ligt het studiegebied binnen de Speciale Beschermingszones (SBZ) "Vallei- en brongebieden van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden" en "Militair domein en de vallei van de Zwarte Beek". Hieronder wordt het belang van het gebied toegelicht voor vegetaties van stromende wateren, terrestrische vegetaties, visfauna, amfibieën en vogels.

1.3.2 Vegetaties van stromende wateren

De SBZ "Vallei- en brongebieden van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden" is "zeer belangrijk" in Vlaanderen voor het Natura 2000 habitatype 3260 (submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculion fluitantis* en het *Callitriche-Batrachion*). "Zeer belangrijk" in relatie tot Natura 2000 betekent dat in de SBZ 2 tot 15% van de totale oppervlakte van dit habitatype in Vlaanderen voorkomt. Habitatype 3260 wordt voornamelijk gekenmerkt door de aanwezigheid van waterranonkel (*Ranunculus*), haaksterrenkroos (*Callitriche hamulata*) en/of bepaalde fonteinkruiden

(*Potamogeton*). Deze typische soorten komen zowel in de bovenloop van de Zwarte Beek als in de Bolisserbeek en Dommel voor (Leyssen *et al.* 2010). Zie figuur 4 voor de situering van het habitattype in het brongebied van de Zwarte Beek.

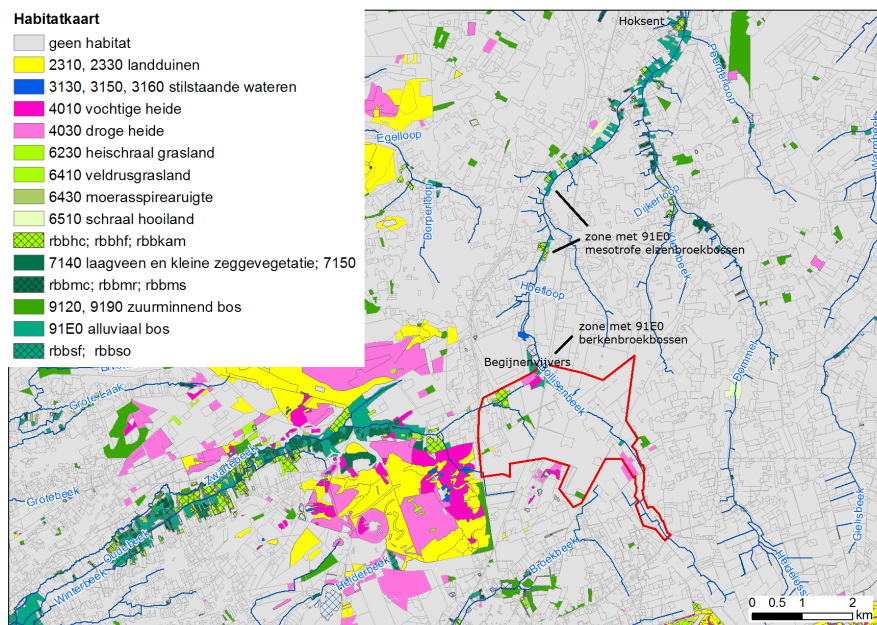


Figuur 4 Indicatieve situering van het Natura 2000 habitattype 3260, versie 1.4.2 (Leyssen *et al.* 2010). Habitatwaardige segmenten zijn in het groen aangeduid; locaties waar werd geïnventariseerd (periode 2006-2009), maar waar het habitattype niet werd aangetroffen, zijn aangeduid in het oranje.

1.3.3 Terrestrische vegetaties

Zoals eerder gezegd heerst er een infiltratiesituatie in het brongebied van de Dommel en de Zwarte Beek, terwijl er verder stroomafwaarts in de valleien kwel optreedt. Beide zones worden gekenmerkt door een verschil in vegetatietypen, in het brongebied enerzijds en de stroomafwaartse vallei anderzijds, voornamelijk veroorzaakt door het verschil in chemische samenstelling van het grondwater. In de infiltratiezone gaat het om mineraalarm grondwater, in de kwelzone gaat het om mineraalrijker grondwater. Naar analogie kunnen ook in de vallei van de Bolisserbeek de infiltratie- en kwelzone worden afgebakend met oligotrofe berkenbroekbossen in het infiltratiegebied en mesotrofe elzenbroekbossen in de kwelzone (figuur 5).

De meeste percelen in de bestudeerde zone (rode polygoon) zijn akkers of graslanden met (actueel) een lage ecologische waarde. Onmiddellijk stroomafwaarts van de bestudeerde zone komen echter zeer waardevolle vegetaties voor (De Saeger *et al.* 2014). De SBZ is o.a. "essentieel" voor de habitattypen 3160 (dystrofe natuurlijke poelen en meren), 4010 (vochtige heide), 6230 (heischrale graslanden), 6410 (veldrusgraslanden), 7140 (kleine zeggenvegetaties) en 7150 (slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het *Rhynchosporion*). Dit betekent dat meer dan 15% van het totale areaal in Vlaanderen voorkomt in deze SBZ. Voor de habitattypen 6430 (moerasspirearuigte) en 91EO (alluviaal bos) is het SBZ-gebied "zeer belangrijk" (2-15% van het totale areaal in Vlaanderen komt voor in deze SBZ). Tevens komen er regionaal belangrijke biotopen voor zoals dotterbloemgrasland (rbbhc), moerasspirearuigte met graslandkenmerken (rbbhf), kamgrasland (rbbkam), gagelstruweel (rbbsm), wilgenstruweel (rbbsf en rbbso) en rietland (rbbmr). Verder stroomafwaarts langs de Dommel komen ook glanshavergraslanden (6510_hu) voor en stroomafwaarts langs de Begijnenvijvers is er bovendien een plas met elementen van de oeverkruidgemeenschap (3130).



Figuur 5 Habitatkaart 2014 (habitat 1 en 2, d.w.z. habitats die de grootste oppervlakte van een polygoon bedekken). RBB: regionaal belangrijke biotopen, waarbij hc dotterbloemgrasland, hf moerasspirearuipte met graslandkenmerken, kam kamgrasland, mc grote zeggevegetaties, mr rietland, ms kleine zeggevegetaties, sf moerasbos van breedbladige wilgen en so vochtig wilgenstruweel op venige en zure grond.

1.3.4 Visfauna

Dit SBZ-gebied is "essentieel" voor de beekprik: meer dan 15% van de Vlaamse populatie is hier te vinden. Tevens is de Europees beschermde bittervoorn meer stroomafwaarts in de Dommel en in de Zwarte Beek waargenomen (data niet getoond).

Bijlage 1 toont de soorten die sinds 1998 aangetroffen zijn in de bovenloop van de Bolisserbeek, Dommel en/of Zwarte Beek. Voor gedetailleerde informatie over de visbestandopnames in de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel verwijzen we graag naar de VIS-databank en verschillende rapporten (Van Thuyne en Galle 2012, Van Thuyne en Breine 2004).

2 Probleemschets: impact van langdurige overbemesting en incidentele lozingen

Zoals hoger vermeld is het brongebied van de Zwarte Beek van nature arm aan nutriënten en mineralen en wordt het gekenmerkt door het voorkomen van belangrijke habitats en soorten typisch voor nutriëntenarme omstandigheden. Bijgevolg is het gebied zeer gevoelig voor toevoeging van nutriënten (De Becker *et al.* 2011). Omdat het een infiltratiegebied betreft, heeft het inbrengen van nutriënten niet enkel lokaal, maar ook verder stroomafwaarts (in termen van grond- én oppervlaktewater) negatieve ecologische gevolgen. De milieudrukken veroorzaakt door de overbemesting van gronden in landbouwgebruik en de incidentele digestaatlozingen in waterlopen in het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek hebben zeer ernstige negatieve gevolgen voor het halen van regionale en Europese natuurdoelstellingen in en in de omgeving van het geaffecteerde gebied.

2.1 Impact op de bodem

De bodem in dit infiltratiegebied bestaat uit zand met bijzonder weinig organisch materiaal. Het zijn dus van nature laag productieve gronden. Dat betekent dat de natuurlijke vegetatie er bestaat uit heide, heischraal grasland of de vervangende schrale bosgemeenschappen zoals Eiken-Berkenbos. Economische landbouw is in dergelijke gebieden slechts mogelijk mits voldoende bemesting. De afstand tussen voldoende bemesting om aan economische landbouw te kunnen doen en negatieve ecologische effecten als gevolg van uitspoelende nutriënten is in dergelijke gebieden klein.

Bemesting bestaat in regel uit het regelmatig inbrengen van essentiële plantenvoeding onder de vorm van voornamelijk nitraat en fosfaat. Zolang de ingebrachte dosis de opnamecapaciteit van de landbouwgewassen niet overschrijdt, is er geen probleem. Dan worden de voedingsstoffen opgenomen door de gewassen en bij oogst gewoon afgevoerd. Hier is er echter sprake van overbemesting waarbij de ingebrachte hoeveelheid plantenvoedingsmiddelen vele malen hoger is dan de opnamecapaciteit van de landbouwgewassen. De zandige bodem heeft zo goed als geen capaciteit om overtollige bemesting te stockeren (zoals dat in leem- of kleibodems wel het geval is). Bijgevolg zal het overschot aan plantenvoedingsstoffen (of nutriënten) massaal uitspoelen, en dus weglekken van onder de landbouwgronden. In eerste instantie gebeurt dit met nitraat, dat niet aan de bodempartikels bindt. Fosfaat kan wel in zekere mate binden, maar spoelt eenmaal de opslagcapaciteit van de bodem overschreden is (wat hier quasi overal het geval is) ook weg.

2.2 Impact op het grondwater

Zoals vermeld in 1.2, maakt het studiegebied deel uit van het infiltratiegebied van grondwater dat in de vallei van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel aan de oppervlakte komt. Het grondwater afkomstig uit het infiltratiegebied transporteert de hierboven genoemde grote hoeveelheden nitraten en fosfaten in westelijke en noordelijke richting en komt een eind verder, onder de vorm van kwelwater, aan de oppervlakte in de respectievelijke beekdalen van de Zwarte beek, de Bolisserbeek en de Dommel. Dit zijn alle drie goed bewaarde Kempische beekdalen waar de bodem bestaat uit dikke veenafzettingen.

De matrix waar dit grondwater doorstroomt (geologisch gesproken zijn dat hier uitgesproken ijzerrijke zanden van de formatie van Diest) zorgt ervoor dat **nitraat** via het aanwezige pyriet (FeS) wordt omgezet tot lachgas (N₂O) dat verdwijnt naar de atmosfeer. In datzelfde proces wordt er echter sulfaat gevormd (SO₄²⁻). Dat sulfaat wordt door grondwater getransporteerd en komt in de veenrijke beekdalen aan de oppervlakte, waar het voor een versnelde afbraak van veen zorgt. Veen is niets anders dan niet afgebroken plantenresten. Als die plantenresten dan toch worden afgebroken, komen de voedingsstoffen en mineralen

die erin opgesloten zitten plots vrij, wat neerkomt op een onrechtstreekse vorm van bemesting.

De met het grondwater meegevoerde **fosfaten** (eigenlijk zijn het zgn. orthofosfaten of ook wel water-oplosbare fosfaten) komen aan de oppervlakte in het veen en zorgen daar ook voor een verhoogde productiviteit van de natuurlijke vegetaties. Die 'natuurlijke' vegetaties, kleine zeggenvegetaties in Kempische beekdalen, zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van zeer voedselarme omstandigheden. De verhoogde toevoer van orthofosfaten, in combinatie met afbrekend veen en de overal in Vlaanderen verhoogde atmosferische depositie van stikstof, zorgt ervoor dat de productiviteit van de vegetaties toeneemt, waardoor een aantal plantensoorten mogelijks kunnen verdwijnen. Het halen van Europese instandhoudingsdoelen voor deze Natura 2000 gebieden wordt daardoor ernstig bemoeilijkt tot onmogelijk. Het dient benadrukt te worden dat de overbemesting hier structureel is (i.e. ze is al zeer lang aan de gang) en dat het proces van uitspoelen relatief traag verloopt. Bijgevolg is er via het grondwater een stroom van nutriënten onderweg die nog een geruime tijd zal aanhouden.

2.3 Impact op het oppervlaktewater

Zowel de incidentele lozingen van digestaat via drainagegrachten als de continue verontreiniging ten gevolge van het uitrijden van excessieve hoeveelheden mest en digestaat zorgen voor problemen in de drie waterlopen in het gebied. De meest recente zware lozing (oktober 2013) is in eerste instantie vastgesteld in de Dommel (zie 4.2.1.2). Uit continue metingen van elektrische geleidbaarheid aan de oorsprong van de Zwarte Beek kon worden vastgesteld dat ook deze beek een deel van deze piekvervuiling te verwerken krijgt (bijlage 3). Door het sterk toenemen van nutriëntengehalten in het rivierwater, wordt het milieu ongeschikt voor de meeste vissoorten, waardoor er vissterfte optreedt. Dit is nagenoeg altijd het gevolg van te lage zuurstofgehalten in het water als gevolg van piekvervuiling. Aangezien het water ook naar de Zwarte Beek en de Bolisserbeek vertrekt, spelen dezelfde fenomenen zich ook in deze waterlopen af.

Een tweede effect van die lozingen is het aanrijken van de 'onderwaterbodem'. Dit heeft alles te maken met het zgn. zelf zuiverende vermogen van rivieren. Het komt erop neer dat veel polluenten en nutriënten met toenemende afstand tot de vervuiliingsbron neerslaan op de rivierbodem. Het acute vervuiliingsprobleem in het rivierwater wordt daarbij opgelost, maar de polluenten (nutriënten, zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, ...) zitten in het rivierbodemsediment. Door te hoge nutriëntengehalten in het rivierslib, wordt de duurzame vestiging en behoud van veel waterplanten bemoeilijkt tot onmogelijk. Bovendien wordt bij piekafvoeren (na hevige neerslag bijvoorbeeld) een deel van dat bodemsediment weer in suspensie gebracht. Dat zorgt alsnog voor tijdelijk verhoogde concentraties van ongewenste stoffen in het rivierwater, waardoor duurzaam herstel van vissen bemoeilijkt tot onmogelijk wordt.

De Zwarte Beek ontspringt effectief in, en de Bolisserbeek nabij het studiegebied. Ze draineren hier vervuild grond- en oppervlaktewater weg vanaf hun bron. Dat maakt dat deze rivieren vanaf hun ontstaan al ernstig en permanent aangerijkt zijn met grote hoeveelheden nutriënten. De Zwarte Beek stroomt net stroomafwaarts van haar bron doorheen een natte depressie (het Zwart Water). Het sterk vervuilde bronwater stroomt daarbij in de plas en zorgt daar voor sterke algengroei en het neerslaan van een groot deel van de meegevoerde nutriënten en polluenten. Dit is opnieuw een voorbeeld van het zgn. zelf-zuiverend vermogen. De nutriëntenconcentraties in het uit de plas stromende water zijn effectief lager (zie bijlage 3). De nutriënten en polluenten zijn dan wel weg uit het water, maar zijn terug te vinden in het bodemslib van deze plas. De plas functioneert als een soort zuiveringsinstallatie.

De natuurdoelen in de zone die regelmatig onder water komt (i.e. kamgrasland, vochtige heide en vochtig heischraal grasland) worden op die manier ernstig bemoeilijkt tot onhaalbaar.

3 Internationale referentiekaders en Vlaamse wetgeving

De huidige milieukwaliteit kan beoordeeld worden aan de hand van drie internationale referentiekaders: de Nitraatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn.

3.1 Nitraatrichtlijn

Een overmatige nitraatconcentratie in het oppervlaktewater, welke vooral afkomstig is van nitraatuitspoeling van landbouwgronden, bedreigt de drinkwaterproductie en kan tot overmatige algengroei in het oppervlaktewater leiden (**Europese Nitraatrichtlijn** 1991/676/EEG). Die uitspoeling wordt in Vlaanderen opgevolgd in het MAP-meetnet (figuur 6) en de nitraatnorm bedraagt 50 mg/l. Het actieprogramma voor de Nitraatrichtlijn 2011-2014 en het MINA-plan 4 (2011-2015) stellen dat het aandeel MAP-meetpunten oppervlaktewater met overschrijding van de nitraatnorm in 2018 nog maximaal 5 % mag bedragen. In 2014 is die doelstelling alvast niet gehaald (overschrijding in > 21% van de meetpunten, waaronder de meetlocaties in de ruime omgeving van het studiegebied). Momenteel zijn er focusgebieden afgebakend (Besluit Vl. Reg. 17/1/2014; Bijlage 2) waarin in het verleden een systematische overschrijding van de drempelwaarden plaatsvond en waarin maximale drempelwaarden voor nitraatresidu nu grondig worden opgevolgd. Het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenlopen van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel liggen in een dergelijk focusgebied.



Figuur 6 Overzicht van de nitraatconcentraties in de MAP-meetpunten voor het winterhalfjaar 2012-2013 (Rood: > 50 mg nitraat/l, groen: < 50 mg nitraat/l). Het brongebied en de bovenlopen van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel (gelegen in de rode cirkel) overschrijden de norm. Bron: VMM.

3.2 Kaderrichtlijn Water

De **Europese Kaderrichtlijn Water** (2000/60/EG) legt de lidstaten op om voor alle oppervlakte- en grondwaterlichamen tegen 2015 een goede toestand te bereiken (of te behouden). Voor natuurlijke oppervlaktewateren dienen een goede ecologische toestand en een goede chemische toestand gehaald te worden. Voor grondwaterlichamen moeten zowel de kwantitatieve als de chemische toestand tenminste 'goed' zijn. De richtlijn geeft normatieve definities van die begrippen. Zowel voor de Zwarte Beek als in de bovenloop van de Bolisserbeek wordt die vereiste goede ecologische toestand momenteel niet bereikt (zie hoofdstuk 4).

Sinds 2003 is in Vlaanderen het **decreet Integraal Waterbeleid** van kracht. Dit decreet organiseert het waterbeleid in Vlaanderen en zorgt voor de omzetting van de Europese Kaderrichtlijn Water naar de Vlaamse wetgeving. Binnen dit decreet krijgt elk waterlichaam een type toegekend waaraan kwaliteitsnormen gekoppeld zijn (zie 4.2.1.1). De **VLAREM-wetgeving** (VLAREM II) legt de kwantitatieve milieukwaliteitsnormen vast voor

oppervlaktewateren, waterbodems en grondwater (bijlagen 2, 3 en 4 van VLAREM II, aangepast volgens het besluit van 21/05/2010, B.S. 09/07/2010).

Het decreet Integraal Waterbeleid voorziet daarnaast dat er voor 'Speciale beschermingszones' (opgericht in het kader van de Habitat- en Vogelrichtlijn) eventueel strengere normen kunnen opgelegd worden om de "goede staat van instandhouding" voor specifieke soorten en habitats te waarborgen (zie 3.3). Tevens dient er per stroomgebied een beheersplan opgesteld te worden (VI. Reg. 9/07/2010).

De uitvoering van het maatregelenprogramma wordt gespreid in de tijd: in een eerste fase worden de duurste aanvullende maatregelen geconcentreerd op 21 zogenoemde speerpuntgebieden. De vallei van de Zwarte Beek maakt deel uit van de speerpuntgebieden in onbevaarbare waterlopen met als doel een belangrijke kwaliteitsverbetering in 2015.

3.3 Instandhoudingsdoelstellingen Habitatrichtlijn

De **Europese Habitatrichtlijn** (92/43/EEG) legt de lidstaten op om Speciale Beschermingszones (SBZ) aan te duiden voor bepaalde habitats en soorten van communautair belang. Voor elke SBZ moeten instandhoudingsdoelstellingen (IHD) en -maatregelen opgelegd worden om een gunstige staat van instandhouding te bereiken voor de te beschermen habitats en soorten.

Het rapport met de specifieke instandhoudingsdoelstellingen voor de SBZ van de Zwarte Beek (ANB 2012, S-IHD; VI. Reg. 23/04/2014) vermeldt meerdere habitats en soorten waarvoor de SBZ op Vlaams niveau essentieel tot zeer belangrijk is. In deze samenvatting beperken we ons tot waterafhankelijke soorten en habitats.

3.3.1 Herstel van een hydrologisch intact beekdalsysteem

Een belangrijke doelstelling in deze SBZ is het herstel van een hydrologisch intact beekdalsysteem voor de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel, met een natuurlijk meanderende beek behorend tot het habitatype 3260 (met als habitattypische soort de bosbeekjuffer). Daarbij wordt voor de Bolisserbeek en de Dommel als specifiek doel gesteld te voldoen aan de richtwaarden voor oppervlaktewaterkwaliteit kleine Kempische beek.

Zowel voor de valleien van de Bolisserbeek en de Dommel als in de vallei van de Zwarte Beek moet de landschappelijke versnippering opgeheven worden door grote aaneengesloten elzenbroekbossen (91E0) af te wisselen met mozaïeken van laagveen (7140 meso), veldrusgraslanden (6410 ve), heischrale graslanden (6230), soortenrijke graslanden en regionale belangrijke biotopen. Deze graslanden en moerasachtige vegetaties zorgen voor een kwaliteitsverbetering van de habitats en zijn leef- en foerageergebied voor tal van vogelrichtlijnsoorten en habitat-typische soorten. De SBZ is tevens essentieel voor verscheidene van deze habitattypes (zie ook 1.3).

3.3.2 Buffering van het vallei-ecosysteem

In de bovenloop van de Bolisserbeek wordt 160 ha buffering van het vallei-ecosysteem vooropgesteld, naast nog eens 170 ha in het brongebied van de Zwarte Beek. Dit is cruciaal voor het duurzaam behoud en de ontwikkeling van het beekdalecosysteem met laagveen en alluviaal bos en voor het beekhabitattype 3260 aangezien de beoogde habitattypen een voedselarme situatie vereisen. Hiervoor dienen de percelen onbemest en vrij van pesticidengebruik te zijn. Herstel van de bodem tot het gewenst trofie-niveau is noodzakelijk, om verdere uitspoeling van nutriënten in de bodem te vermijden.

3.3.3 Instandhouding van specifieke soorten

Deze SBZ is essentieel voor de beekprik. De Zwarte Beek herbergt de grootste populatie van beekprik in Vlaanderen maar het leefgebied is sterk ingekrompen door beekruiming, onnatuurlijke piekdebieten en waterverontreiniging afkomstig van intensieve landbouw in het brongebied. Doel op termijn is ook de herintroductie van de beekprik in de Dommel en de Bolisserbeek of de terugkeer van populaties door kolonisatie vanuit stroomafwaartse populaties. Hiervoor zijn herstel van een natuurlijk beekregime en een hoge waterkwaliteit noodzakelijk.

Verder moet het leefgebied van de knoflookpad in de vallei van de Bolisserbeek worden verbeterd door aanleg van poelen als voortplantingsbiotoop. Waterkwaliteit is belangrijk voor deze soort. Dit wordt gedekt middels de kwaliteitsvereisten voor oligo- tot mesotrofe wateren (habitatype 3130). Een toename van de actuele populatiegrootte tot een bronpopulatie in de bovenloop van de Bolisserbeek (Bomerheide, Resterheide) is gewenst.

Duurzaam behoud van de actuele populatie kamsalamanders aan de Begijnenvijvers en herstel van een populatie heikikkers in het brongebied van de Bolisserbeek zijn ook doelen in dit gebied. Deze SBZ is zeer belangrijk voor heikikker in Vlaanderen.

In de valleien komen de vogelrichtlijnsoorten zwarte specht, wespendief, ijsvogel en blauwborst voor. De IHD voorziet het ontwikkelen van een satellietpopulatie van roerdomp aan de Begijnenvijvers. Het kwalitatieve herstel van de habitatypes 7140 (laagveen) en 6430 (moerasspirearuigte) in de vallei van de Zwarte Beek moet ook gunstig zijn voor porseleinhoen en watersnip.

Dit gebied is specifiek ook aangeduid als verbindingsgebied voor de gladde slang, opdat uitwisseling tussen het Schietveld van Houthalen Helchteren en de vallei van de Zwarte Beek mogelijk zou zijn en blijven. Gladde slang maakt voor migratie en verspreiding gebruik van een heel ruime waaier aan schrale vegetatietypen (zowel in de bos als in de open sfeer. Belangrijk daarbij is dat er regelmatig zonnige terreinen aanwezig zijn. Zonnig, schrale vegetaties betekent milieu-omstandigheden met over het algemeen vrij weinig nutriënten.

4 Huidige milieukwaliteit in het brongebied van de Zwarte Beek en bovenloop van de Bolisserbeek

4.1 Grondwaterkwaliteit

4.1.1 Milieukwaliteitsnormen en natuurkwaliteitsnormen

Om de aard en de omvang van de vervuiling te kunnen begrijpen, zijn referentiewaarden nodig. Er bestaan 2 sets van zogenaamde referentiewaarden:

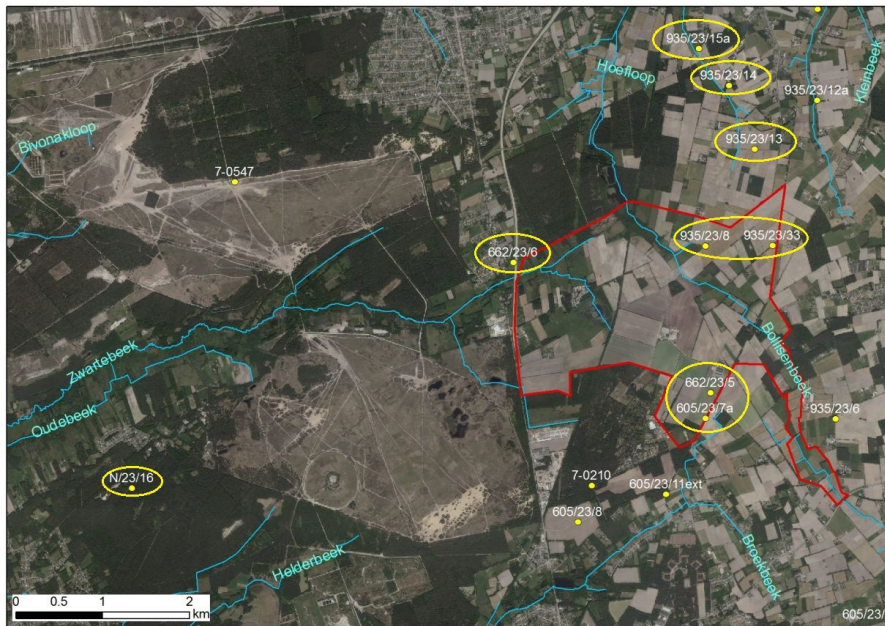
- **Milieukwaliteitsnormen** die hoofdzakelijk mikken op een bepaalde milieu-hygiënische kwaliteit, met het oog op volksgezondheid. Dat is een set van wettelijk vastgelegde normen die te vinden zijn in bijlage 2.4.1 van het Besluit van de Vlaamse Gemeenschap van 21/5/2010 (gepubliceerd op 9/7/2010) met betrekking tot 'milieuhygiëne, voor wat betreft de milieukwaliteitsnormen voor (...) grondwater'
- **Natuurkwaliteitsnormen** die nodig zijn voor het in stand houden van op Vlaams of Europees niveau beschermde vegetatie- en/of habitattypen. Een voorstel voor natuurkwaliteitsnormen is te vinden in Herr et al. (2012) in het deel grondwaterkwaliteit. Deze natuurkwaliteitsnormen zijn niet juridisch vastgesteld, maar de drempelwaarden voor chemische componenten voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding van habitats zijn wel gekend. Het behalen van deze gunstige staat van instandhouding is juridisch verankerd via de S-IHD (aanwijzingsbesluit van de Vlaamse Regering 23/04/2014).

4.1.2 Actuele grondwaterkwaliteit

Het water dat infiltreert in het studiegebied baant zich, afhankelijk van de exacte locatie, ondergronds een weg naar het westen (richting Zwarte Beek) of naar het noorden (richting Bolisserbeek en Dommel) om daar aan de oppervlakte te komen onder de vorm van uittredend grondwater, ook kwel genoemd. Rekening houdend met de gekende richtingen van grondwaterstroming werden er voor de beoordeling van de grondwaterkwaliteit negen meetpunten geselecteerd uit de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) (<https://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/grondwater>): vier binnen het studiegebied (rode polygoon in figuur 7), vier in de onmiddellijke omgeving van het studiegebied en één in een natuurgebied op een geohydrologisch vergelijkbare locatie, als referentiepunt (figuur 7)

Om een beeld te krijgen van de chemische samenstelling en eventuele vervuiling van het grondwater op verschillende diepten in de bodem werden per meetpunt drie piëzometers (= peilbuis met beperkte filterlengte van 0.5-1 meter) gebruikt, elk met een filter op een andere diepte. Per meetpunt zijn er 15 à 20 staalnames en analyses gebeurd, zowel in het voorjaar als het najaar, tussen mei 2004 en mei 2013. Voor het referentiemeetpunt beperkt de tijdreeks zich tussen oktober 2009 en mei 2013. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1 en worden hieronder vergeleken met de huidige milieu- en natuurkwaliteitsnormen.

Omdat er in de kwelzone in de vallei van de Zwarte Beek geen piëzometers van DOV zijn, werden daarnaast ook meetpunten van WATINA meegenomen waarvoor metingen sinds mei 2004 beschikbaar zijn.



Figuur 7 Ligging van de DOV-meetlocaties in en om het studiegebied (enkel deze – geel omcirkeld - met een voldoende aantal metingen werden gebruikt)

4.1.2.1 Vergelijking met milieukwaliteitsnormen (besluit VI. Reg. 21/5/2010)

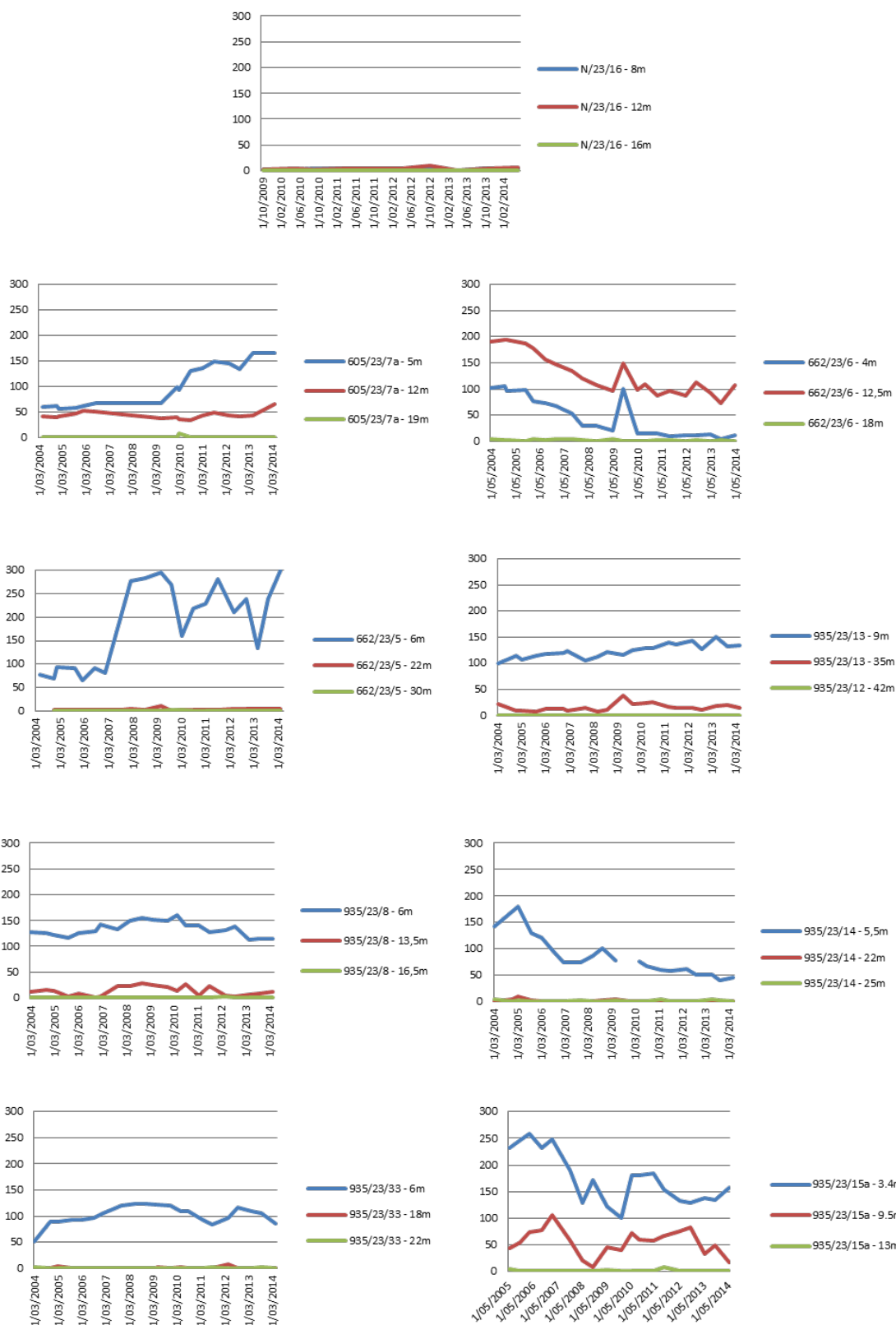
Terwijl het referentiemeetpunt, zoals te verwachten, geen enkele overschrijding laat zien, is er op alle acht meetpunten, zowel in als net buiten het studiegebied, een significante overschrijding van de wettelijke norm voor **nitraat** (tabel 1), en dat tot op een diepte van 20-23 meter (!). Daarnaast toont figuur 8 dat buiten het studiegebied de concentratie voornamelijk afneemt over de jaren, terwijl de omvang van de overschrijding binnen het studiegebied nog toeneemt (opvallend sinds 2006-2007). Samenvattend kan men stellen dat er over een meetperiode van tien jaar in de ondiepe bodemlagen systematisch een overschrijding is van de nitraatnorm in het grondwater, zelfs voor de minimale gemeten waarden.

Ook de gemeten **nitriet**- en **ammonium**concentraties overschrijden de norm, en dit in respectievelijk zes en vijf meetpunten, hoewel dit voornamelijk 'enkel' de maximale waarden betreft. Dit wijst erop dat de aanvoer van deze nutriënten minder constant en grootschalig is dan deze voor nitraat. Voor nitriet en ammonium gebeuren de overschrijdingen van de normen vooral in de diepere bodemlagen.

Voor **fosfaat** zijn er minder overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm vastgesteld. Het is natuurlijk zo dat de piëzometers in het studiegebied ter hoogte van weinig fosfaatverzadigde percelen liggen (zie figuur 31).

Tabel 1 Overzicht van de analyses voor nutriënten in grondwater op de 9 DOV-meet-locaties, met aanduiding van de geologische laag waarin elke filter gepositioneerd is (0100=quartair zand, 0252= zand van Diest, 0234= zandige top van Kasterlee, 0171= Maasterrasafzetting). De gele markering werd gebruikt voor die waarden waar de wettelijke milieukwaliteitsnorm overschreden werd. Het gaat over meerdere analyses per meetlocatie en per filterdiepte. Waarden in het rood overschrijden de natuurkwaliteitsnorm voor een of meerdere habitattypen (Herr et al. 2012). Naast het gemiddelde van de metingen werd ook de maximaal en de minimaal gemeten concentratie weergegeven van 15 à 20 metingen tussen mei 2004 en mei 2013. Data: DOV.

	DOV-id	diepte filter (in meter)	HCOV-code		EC20°C (µS/cm)	NH4+ (mg/l)	NO2- (mg/l)	NO3- (mg/l)	PO4 (mg/l)	SO4 (mg/l)
	Milieukwaliteitsnorm besl. VI. Gem. 21/5/2010				1600	0.500	0.100	50.000	1.340	250
Natuurkwaliteitsnormen volgens Herr et al. 2012										
	4010	Noord-Atlantische vochtige heide				0.72		8.94	0.25	
	6410_ve	Basenarme <i>Molinion</i> graslanden, type veldrusgraslanden				0.28		5.73	0.95	
	6430_hf	Moerasspirearuitgen				1.42		4.05	2.30	
	6510	Laaggelegen schraal hooiland (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba</i>)				0.41		4.41	0.26	
	7140_meso	Kleine zeggenvegetaties				0.35		5.07	0.22	
	91E0_oli	Oligotroof elzenberkenbroek				0.35		1.06	0.22	
	91E0_meso	Mesotroof elzenbroek				1.16		33.92	0.24	
referentielocatie	N/23/16	8.4	0252	max	230	0.050	0.015	4.400	0.050	75
				mean	198	0.034	0.009	3.434	0.034	72
				min	140	0.025	0.005	0.620	0.025	69
		12.2	0252	max	247	0.114	0.046	8.900	0.050	77
				mean	208	0.048	0.013	4.014	0.034	71
				min	141	0.025	0.005	0.100	0.025	67
		16.6	0252	max	117	0.111	0.030	0.350	0.180	20
				mean	91	0.048	0.011	0.131	0.080	18
				min	71	0.025	0.005	0.100	0.025	16
locaties IN het brongebied	605/23/7a	5.4	0100	max	485	0.310	0.102	167.000	0.116	40
				mean	357	0.061	0.025	99.640	0.038	26
				min	222	0.010	0.005	57.000	0.010	17
		13.0	0252	max	336	0.270	0.092	52.000	0.135	68
				mean	288	0.057	0.023	42.653	0.048	57
				min	225	0.010	0.005	35.000	0.025	42
		19.5	0252	max	390	0.880	0.102	7.600	0.127	90
				mean	340	0.712	0.021	1.267	0.058	60
				min	278	0.200	0.005	0.100	0.020	48
	662/23/5	6.0	0100	max	789	0.500	0.065	296.000	0.300	92
				mean	531	0.067	0.018	177.863	0.055	65
				min	314	0.010	0.005	66.000	0.010	46
		23.0	0252	max	198	0.146	0.084	11.200	0.209	9
				mean	171	0.062	0.026	3.469	0.074	5
				min	127	0.020	0.005	0.100	0.025	1
		30.0	0252	max	172	0.350	0.084	3.400	0.170	16
				mean	98	0.123	0.021	0.867	0.094	8
				min	77	0.025	0.005	0.100	0.025	5
	935/23/8	7.0	0234	max	534	0.420	0.040	160.000	0.108	54
				mean	391	0.084	0.013	135.621	0.039	40
				min	341	0.010	0.005	113.000	0.010	29
		14.5	0234	max	656	0.850	0.180	28.000	0.190	260
				mean	547	0.180	0.047	13.308	0.048	172
				min	415	0.050	0.005	1.000	0.010	94
18.5		0234	max	378	0.650	0.280	1.500	0.310	95	
			mean	321	0.119	0.037	0.509	0.075	71	
			min	244	0.040	0.005	0.100	0.010	46	
935/23/33	6.7	0234	max	587	0.120	0.040	124.000	0.090	79	
			mean	484	0.040	0.014	102.421	0.036	64	
			min	238	0.010	0.005	51.000	0.010	44	
	19.0	0234	max	439	0.510	0.200	7.900	0.520	110	
			mean	356	0.205	0.036	1.504	0.153	81	
			min	301	0.050	0.005	0.100	0.010	40	
23.0	0234	max	211	0.230	0.360	2.156	0.400	43		
		mean	186	0.085	0.048	0.655	0.074	29		
		min	162	0.025	0.005	0.100	0.020	20		
locaties direct BUITEN het brongebied	662/23/6	4.3	0100	max	810	0.080	0.050	105.000	0.050	50
				mean	422	0.036	0.019	49.403	0.037	39
				min	277	0.010	0.005	8.800	0.025	24
		13.0	0252	max	1026	0.154	0.035	194.000	0.050	77
				mean	471	0.043	0.014	133.753	0.035	58
				min	347	0.020	0.005	88.000	0.020	28
		19.0	0252	max	278	0.307	0.040	4.000	0.300	66
				mean	199	0.184	0.017	1.743	0.144	26
				min	167	0.070	0.005	0.100	0.040	13
	935/23/13	10.0	0234	max	480	0.150	0.035	151.000	0.090	62
				mean	411	0.044	0.013	123.137	0.038	50
				min	254	0.010	0.005	100.000	0.010	33
		36.5	0234	max	514	0.250	0.150	39.200	0.050	170
				mean	437	0.066	0.048	15.949	0.029	147
				min	391	0.010	0.005	7.000	0.010	101
		43.0	0252	max	198	0.300	0.160	1.000	1.830	27
				mean	175	0.146	0.025	0.460	0.806	20
				min	150	0.050	0.005	0.100	0.025	16
	935/23/14	6.5	0234	max	682	0.310	0.090	180.000	0.570	78
				mean	475	0.070	0.033	92.642	0.083	67
				min	283	0.010	0.005	50.000	0.025	62
		23.0	0234	max	375	0.500	0.400	8.000	0.530	63
				mean	236	0.185	0.056	1.354	0.124	25
				min	122	0.080	0.005	0.100	0.025	7
26.0		0242	max	327	0.340	0.200	4.000	0.230	42	
			mean	237	0.152	0.061	1.114	0.063	20	
			min	210	0.050	0.005	0.100	0.020	12	
935/23/15a	4.2	0171	max	654	0.080	0.035	259.000	0.050	97	
			mean	537	0.043	0.011	177.988	0.032	68	
			min	418	0.010	0.005	100.000	0.010	48	
	10.5	0234	max	371	0.159	0.150	105.000	0.140	99	
			mean	316	0.054	0.056	57.041	0.045	58	
			min	243	0.020	0.005	8.000	0.020	34	
	14.0	0234	max	330	0.180	0.160	7.480	0.070	115	
			mean	272	0.081	0.029	1.308	0.038	88	
			min	218	0.025	0.005	0.100	0.010	73	



Figuur 8 Tijdreeksen van het verloop van nitraatconcentraties (in mg NO₃/l) in grondwater in de negen DOV-meetlocaties. De linker kolom toont de metingen BINNEN en de rechter kolom de metingen net BUITEN het studiegebied. Bovenaan staat het referentiemeetpunt. Data: DOV.

4.1.2.2 Vergelijking met natuurkwaliteitsnormen (Herr et al. 2012)

Aangezien de tolerantie voor nutriënten sterk vegetatietype-afhankelijk is, bestaan er geen algemeen geldende natuurkwaliteitsnormen voor nutriëntenconcentraties in het grondwater, maar moeten de ecologische referentiewaarden per habitattypen bepaald worden. Dit wordt gedaan op basis van referentiesituaties van goed ontwikkelde habitattypen in Vlaanderen (zie ook Herr et al. 2012). In tabel 2 worden de 90-percentielwaarden (90% van de metingen per habitattypen liggen onder de aangegeven waarde) voor de hier voorkomende grondwaterafhankelijke habitattypen vermeld (Herr et al. 2012). Nagenoeg alle hier voorkomende habitattypen (met uitzondering van het type 6430_hf, moerasspirearuigte) komen voor op standplaatsen met bijzonder weinig tot geen nutriënten (zoals nitraat NO₃, ammonium NH₄, orthofosfaat O-PO₄).

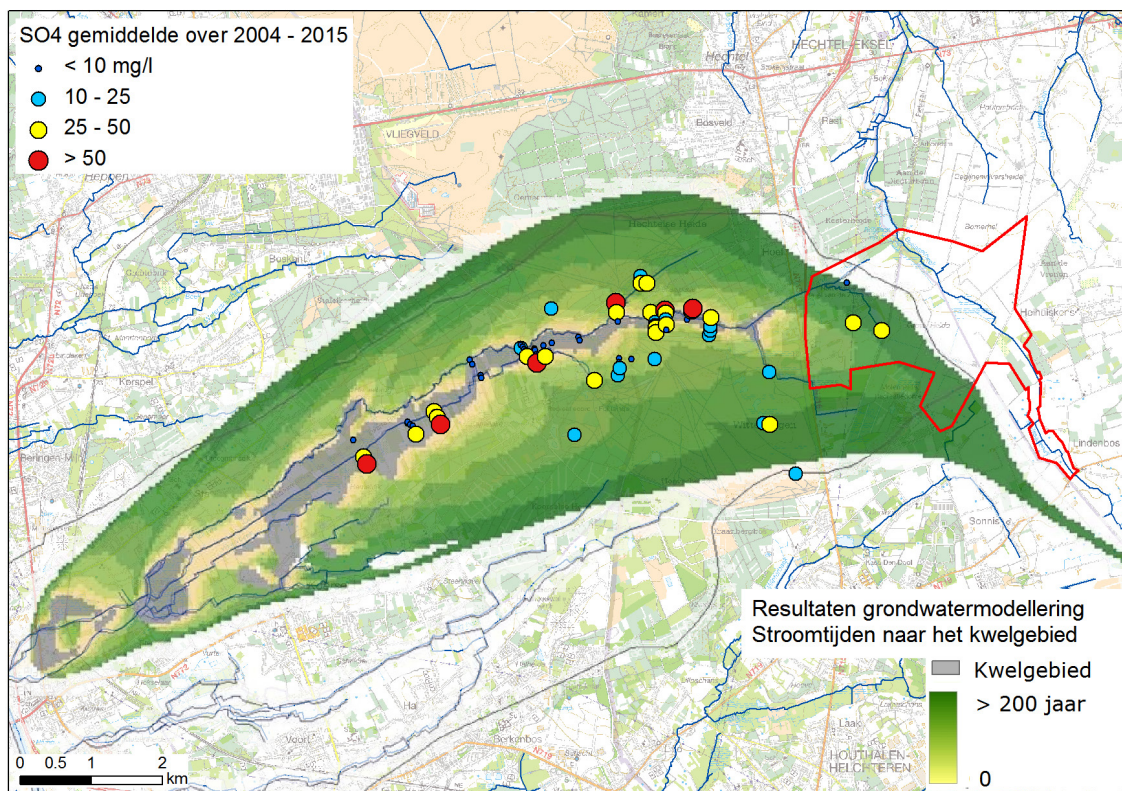
Vergelijking van de grondwater meetresultaten in het studiegebied (tabel 1) met de ecologische referentiewaarden voor de relevante vegetatietypes (tabel 2) toont dat de ecologisch relevante waarden voor nitraat, nitriet, ammonium en orthofosfaat met een factor 10 tot 100 (!) overschreden worden (waarden in het rood). Er stellen zich dus naast milieuhygiënische ook zeer ernstige ecologische problemen onder de huidige situatie.

Tabel 2 90-percentiel waarden voor nitraat, ammonium en orthofosfaat (in mg/l) in het freatische grondwater voor grondwaterafhankelijke habitats die voorkomen in de bovenlopen van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel. Data: Herr et al. (2012).

Habitatcode	Omschrijving	NO ₃	NH ₄	o-PO ₄
4010	Noord-Atlantische vochtige heide	8.943	0.722	0.248
6410_ve	Basenarme <i>Molinia</i> graslanden, type veldrusgraslanden	5.727	0.284	0.948
6430_hf	Moerasspirearuigten	4.053	1.418	2.301
6510	Laaggelegen schraal hooiland (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	4.405	0.412	0.258
7140_meso	Kleine zeggenvegetaties	5.066	0.348	0.221
91E0_oli	Oligotroof elzenberkenbroek	1.057	0.348	0.221
91E0_meso	Mesotroof elzenbroek	33.921	1.160	0.239

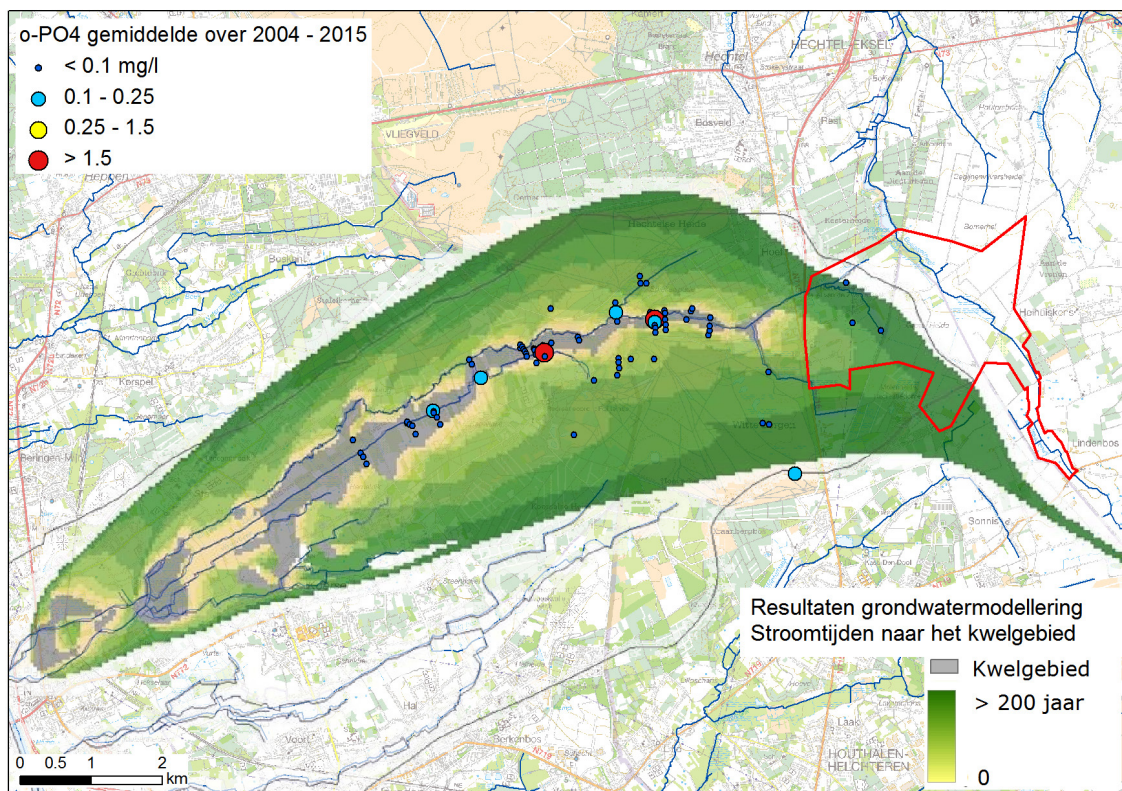
Om een volledig beeld van de toestand te krijgen moeten ook de concentraties nutriënten in de kwelzone in de vallei van de Zwarte Beek onder de loep genomen worden.

Nitriet en nitraat worden bij het ondergrondse transport van grondwater door de ijzerrijke formatie van Diest omgezet naar een stikstofhoudend gas dat verdwijnt in de atmosfeer (zie 2.2). Bij dit proces ontstaat ook sulfaat. Onderstaande figuur toont de gemiddelde concentratie sulfaat in het ondiep grondwater (1 tot 4 metingen per punt tussen mei 2004 en februari 2015). In de kwelzone (in het grijs) zijn er op verschillende meetpunten verhoogde concentraties sulfaat gemeten die mogelijks uit dit omzettingsproces van stikstofverbindingen resulteren.



Figuur 9 Concentraties sulfaat in het ondiep grondwater (< 5 m diep), gemiddelde van 1 tot 4 metingen tussen mei 2004 en februari 2015. Data: WATINA, INBO. De groene 'pluim' toont het grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de vallei van de Zwarte Beek (Van Daele in Mertens en Meire 2001).

Daarnaast zorgt de grote oppervlakte van tot op grote diepte sterk fosfaatverzadigde akkerbodems (zie 4.4.1), voor een erg betekenisvolle bron van fosfaatuitspoeling. Dat gebeurt onder de vorm van orthofosfaat. Dat wordt, net zoals met nitraat, nitriet en ammonium het geval is, bij het ondergrondse transport van grondwater meegevoerd. Daarbij treden eveneens allerlei omzettingen op. Orthofosfaat vormt daarbij veelal onoplosbare afzettingen (zgn. neerslagen) met ijzer en aluminium. Het 'verdwijnt' dus deels uit het grondwater. Die neerslagcapaciteit kent uiteraard ook haar grenzen, m.a.w. de neerslagcapaciteit is beperkt. Recente metingen van de chemische samenstelling van het grondwater in de nabijgelegen kwelgebieden van de vallei zwarte beek tonen echter aan dat er nu al sprake is van verhoogde orthofosfaatgehalten (figuur 10). Die verhoging is op een aantal plaatsen van die aard dat de natuurkwaliteitsnormen overschreden zijn, waardoor de goede ontwikkeling van bijvoorbeeld kleine zeggenvegetaties (habitattype 7140_meso) in het gedrang komt.



Figuur 10 Concentraties orthofosfaat in het ondiep grondwater (< 5 m diep), gemiddelde van 1 tot 4 metingen tussen mei 2004 en februari 2015. Data: WATINA, INBO. De groene 'pluim' toont het grondwaterstroomgebied gemodelleerd voor de vallei van de Zwarte Beek (Van Daele in Mertens en Meire 2001).

4.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

4.2.1 Fysico-chemische waterkwaliteit

4.2.1.1 Normen van de Kaderrichtlijn Water

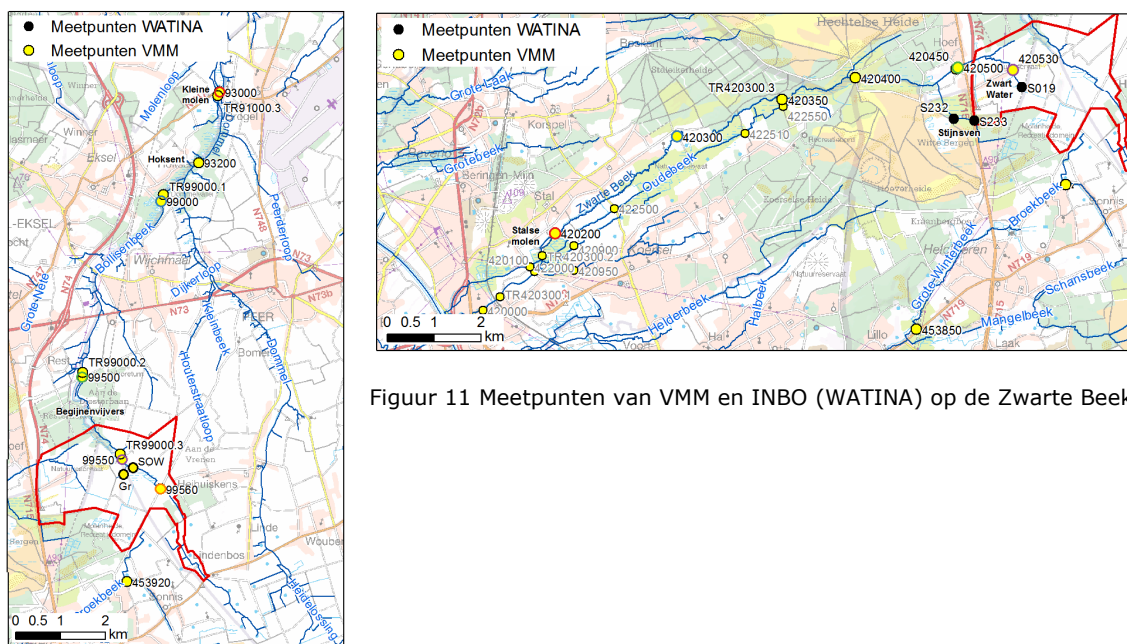
Elk waterlichaam kreeg volgens de Kaderrichtlijn Water een type toegekend waaraan fysische en chemische kwaliteitsnormen gekoppeld zijn: voor de Bolisserbeek en de Zwarte Beek is dat de kleine Kempense beek en voor de Dommel de grote Kempense beek. De VLAREM-wetgeving (VLAREM II) legt die kwantitatieve milieukwaliteitsnormen vast voor oppervlaktewateren (bijlage 2.3.1 van VLAREM II, aangepast volgens het besluit van 21/05/2010, B.S. 09/07/2010). Om de goede ecologische toestand sensu Kaderrichtlijn Water te bereiken, dienen volgende parameters minstens een 'goede' score te halen.

Tabel 3 Referentiewaarden voor de watertypen kleine en grote beek Kempen (bijlage 2.3.1 van VLAREM II, aangepast volgens het besluit van 21/05/2010, B.S. 09/07/2010). Voor het studiegebied is minstens een goede score (vetgedrukt) vereist volgens de Kaderrichtlijn Water.

Parameter	Eenheid	Toetswijze	Zeër goed	Goed	Matig	Ontoereikend
Temperatuur	°C	Maximum	23	25	27.5	30
Zuurstofhouding						
Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	10-percentiel	8	6	4	3
Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	Maximum	70-110	110-120	60-70 of 120-130	50-60 of 130-140
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV)	mg/l	90-percentiel	3	6	10	25
Chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg/l	90-percentiel	20	30	40	80
Zoutgehalte						
Elektrische geleidbaarheid	µS/cm	90-percentiel	150	600	1000	1250
Chloride	mg/l	90-percentiel	30	120	200	250
Sulfaat	mg/l	Gemiddelde	60	90	120	150
Verzuringstoestand						
pH		Min-max	5.5-8.5	5.5-8.5	<5.5-4 of >8.5-9.5	<4 of > 9.5
Nutriënten						
Kjeldahl-stikstof	mg N/l	90-percentiel	1.5	6	12	18
Nitraat	mg N/l	90-percentiel	2	10	11,3	17
Totaal stikstof	mg N/l	Zomerhalfjaar gemiddelde	3	4	8	12
Totaal fosfor	mg P/l	Zomerhalfjaar gemiddelde	0,04	0,14	0,35	0,7
Orthofosfaat	mg P/l	Gemiddelde	0,04	0,07	0,14	0,28
Diversen						
Zwevende stoffen	mg/l	90-percentiel	25	50	100	150

Het decreet Integraal Waterbeleid voorziet daarnaast dat er voor de Speciale Beschermingszones afgebakend in het kader van de Europese Habitatrichtlijn (92/43/EEG) andere (eventueel strengere) normen kunnen opgelegd worden die bovenop de normen voor de "goede ecologische toestand" komen. Deze strengere waterkwaliteitsnormen in SBZ-gebieden maken gebruik van de grenswaarden tussen de 'goede' en de 'zeer goede' ecologische toestand (Van Looy et al. 2008) en zijn nodig voor het behalen van de gunstige staat van instandhouding van habitats van stromende wateren. Ze zijn van toepassing op de Dommel en de Zwarte Beek.

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) monitort de oppervlaktewaterkwaliteit op een aantal locaties langs de loop van de Zwarte Beek, Dommel en hun zijrivieren. Verschillende fysisch-chemische parameters worden op die meetpunten een keer per maand door VMM geanalyseerd. Daarnaast beschikt het INBO in de WATINA databank ook over meetpunten voor oppervlaktewaterkwaliteit in de vallei van de Zwarte Beek. Voor de locaties van de meetpunten, zie figuur 11 en figuur 12.

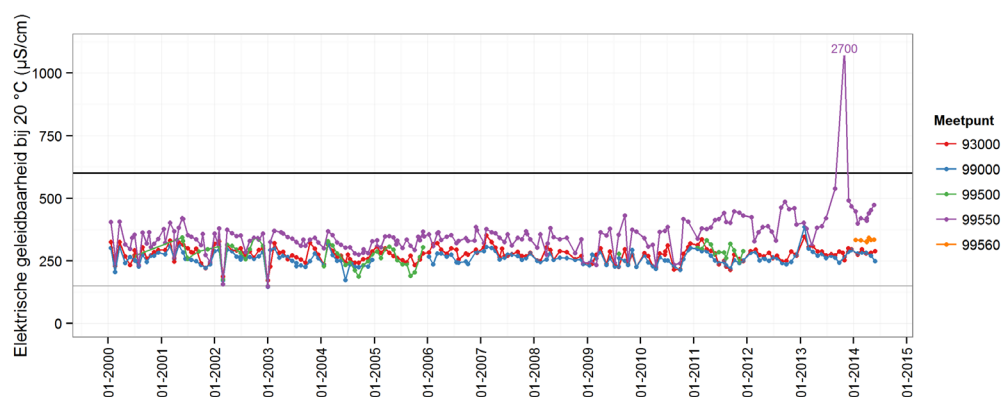


Figuur 11 Meetpunten van VMM en INBO (WATINA) op de Zwarte Beek

4.2.1.2.1 Elektrische geleidbaarheid

De elektrische geleidbaarheid in de **Dommel** (93000) en het stroomafwaartse gedeelte van de **Bolisserbeek** (99000) schommelt meestal tussen 200 en 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ met soms pieken tot 350/380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figuur 13). In de bovenloop van de Bolisserbeek (99550) worden verhoogde waarden waargenomen, meestal tussen 300 en 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en is er sinds 2010 een stijgende trend waar te nemen.

Bij het milieu-incident van eind oktober 2013, toen een lozing van digestaat uit een vergistingsbedrijf de Bolisserbeek bereikte, werden hier extreme concentraties gemeten, met een piek boven de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Stroomopwaarts van deze zone wordt sinds januari 2014 een nieuw meetpunt op de Bolisserbeek (99560) opgevolgd: daar is de elektrische geleidbaarheid lager (rond 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$) dan op meetpunt 99550. Dit wijst op een input van mineralen/nutriënten tussen meetpunten 99560 en 99550. De aanvoer van nutriënten tussen meetpunten 99560 en 99550 wordt bevestigd door bijkomende metingen uitgevoerd door de VMM (Oomsels 2014; tabel 4). Deze illustreren het stroomafwaarts transport van nutriënten van de gracht (Gr) naar punt 99550.

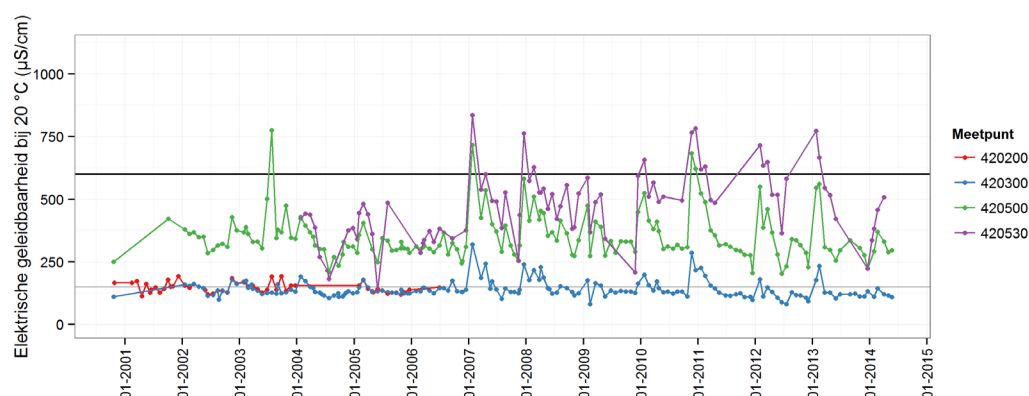


Figuur 13 Verloop van de **elektrische geleidbaarheid** bij 20°C in de Bolisserbeek en Dommel in de periode 2000-2014. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (90-percentiel). De 2700µS/cm-piek werd gehalveerd voor de leesbaarheid. Merk ook de langzaam stijgende trend op in de tijdreeks voor meetpunt 99550.

Tabel 4 Veldmetingen van de elektrische geleidbaarheid (in µS/cm bij 20°C) naar aanleiding van het milieu-incident in 2013 (Data: VMM, Oomsels 2014). 99560 en SOW liggen stroomopwaarts van de vervuiling; Gr: vervuilende gracht; 99550 ligt stroomafwaarts van de gracht. Zie ook bijlage 5 voor de ligging van de meetpunten.

Datum	99560	SOW	Gr	99550
10/12/2013	/	327	1018	492
15/01/2014	334	340	966	448
1/04/2014	328	/	593	421
31/07/2014	/	/	762	/
14/10/2014	326	/	731	437

In de **Zwarte Beek** (figuur 14) is de elektrische geleidbaarheid stroomafwaarts van het landbouwgebied (420500) matig verhoogd (bijna altijd boven de 250 µS/cm). In het brongebied van de Zwarte Beek (420530) bereikt ze sinds 2007 regelmatic pieken boven de grenswaarde van 600 µS/cm, en het voorkomen van hoge waarden in het brongebied (420530) neemt sinds 2010 duidelijk toe.



Figuur 14 Verloop van de **elektrische geleidbaarheid** bij 20°C in de Zwarte Beek in de periode 2000-2014. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel)

Ook enkele recentere veldmetingen van VMM (Oomsels 2014), beschikbaar op meetpunten 420530 en 420535 (= ZWAS019), bevestigen dat de geleidbaarheid in het water stroomopwaarts van het Zwart Water nog steeds sterk verhoogd is (tabel 5). Stroomafwaarts van het militair domein (420300 en 420200) bereikt de geleidbaarheid regelmatig een zeer goede ecologische toestand, dit door verdunningseffect en door het zelf-zuiverende vermogen van de beek.

Tabel 5 Veldmetingen van de elektrische geleidbaarheid (in $\mu\text{S}/\text{cm}$ bij 20°C) naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013 (Data: VMM, Oomsels 2014).

Datum	420535 (ZWAS019)	420530
15/01/2014	823	337
1/04/2014	699	/
31/07/2014	876	/
21/10/2014	805	/

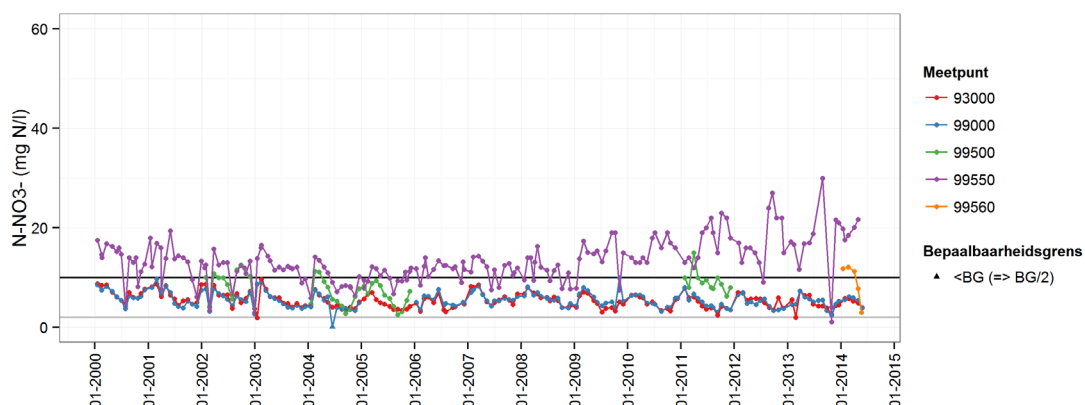
Bijkomende data over de elektrische geleidbaarheid aan de in- en uitlaat van het Stijnsven en aan de in- en uitlaat van het Zwart Water zijn weergegeven in bijlage 3. Deze wijzen op de aanwezigheid van sterk verhoogde gehalten aan nutriënten en mineralen in het water dat het Zwart Water voedt. Dit suggereert dat het ophouden van oppervlaktewater in het Zwart Water, bij de huidige nutriëntenbelasting, geen goed idee is.

Samengevat kan men stellen dat de data voor 'elektrische geleidbaarheid' in het deelbekken van de Zwarte Beek en het deelbekken van de Bolisserbeek/Dommel duidelijk wijzen op een verhoogde mineralen-/nutriëntenlast in het oppervlaktewater afkomstig uit het landbouwgebied. Bovendien is in beide bekkens de waterkwaliteit afgenomen sinds 2010.

4.2.1.2.2 Nutriënten

Nitraat

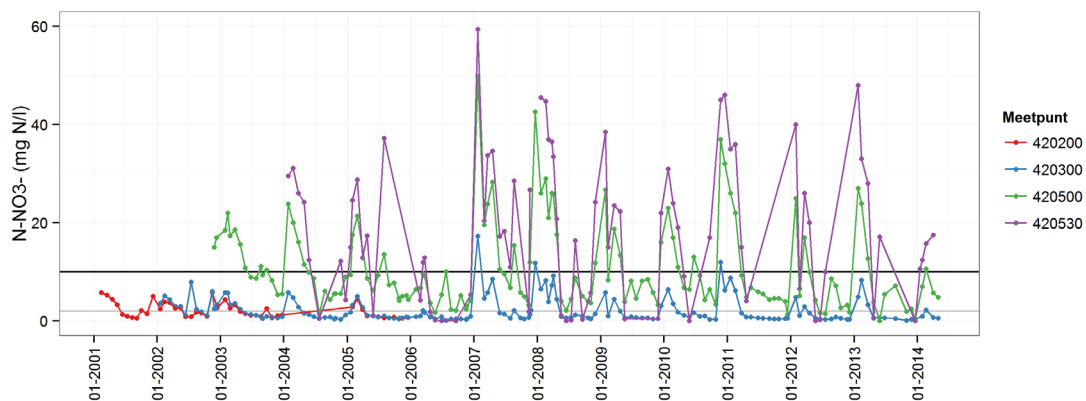
Om de vereiste goede ecologische toestand te halen, dient het nitraatgehalte in het studiegebied lager dan 10 mg N/ml te zijn. Op de punten 93000 (**Dommel**) en 99000 (benedenloop **Bolisserbeek**) schommelt de nitraatconcentratie tussen de 2 en 8 mg N/ml met hogere waarden op het eind van de winter (figuur 15).



Figuur 15 Verloop van de **nitraatconcentratie** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel).

Deze meetpunten voldoen dus aan een goede, maar niet aan een zeer goede ecologische kwaliteit (maximum 2 mg/l). In de bovenloop van de Bolisserbeek (99550) zijn de concentraties bijna steeds hoger dan 10 mg N/l, en lopen deze op tot 30 mg N/l. Er is ook een duidelijke toename sinds 2009/2010, met steeds meer concentratiepieken boven 15 mg/l aan N-NO₃.

De nitraatconcentraties in het brongebied van de **Zwarte Beek** zijn aanzienlijk hoger dan in de bovenloop van de Bolisserbeek (figuur 16). Vooral ten noorden van het Zwart Water (420530) en stroomafwaarts van het landbouwgebied (420500) lopen de waarden zeer hoog op, met op het eind van de winter regelmatig concentraties van meer dan 40 mg/l N-NO₃. Ook hier zijn er meer en hogere pieken in de recente jaren. Het nitraatgehalte vertoont uitgesproken seizoensgebonden schommelingen in de Zwarte Beek. Stroomafwaarts in de Zwarte Beek (420300) zijn de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater gevoelig afgenomen ten gevolge van een verdunningseffect en het zelf-zuiverende vermogen van waterlopen (toename in debiet door een sterke aanvoer van grondwater). Desondanks stijgen de nitraatconcentraties ook hier geregeld boven de 10 mg N/l uit.



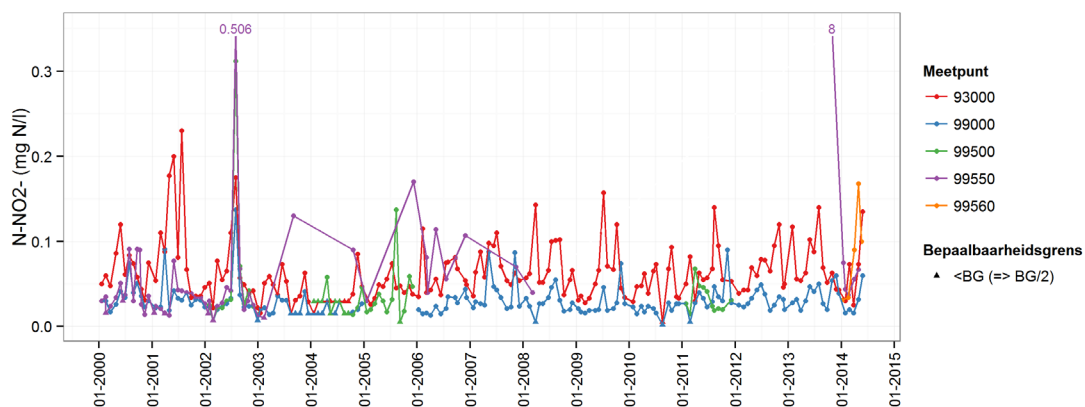
Figuur 16 Verloop van de **nitraatconcentratie** in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel).

Samengevat kan men stellen dat de nitraatconcentraties in de bovenloop van de Bolisserbeek en in de Zwarte Beek ontoereikend zijn, en dit zowel volgens de normen van de Kaderrichtlijn Water als voor het bereiken van de goede staat van instandhouding voor de habitattypen beschermd door de Habitatrichtlijn. Ook voor nitraat wordt er een stijgende trend geconstateerd met meer en hogere piekwaarden.

Nitriet

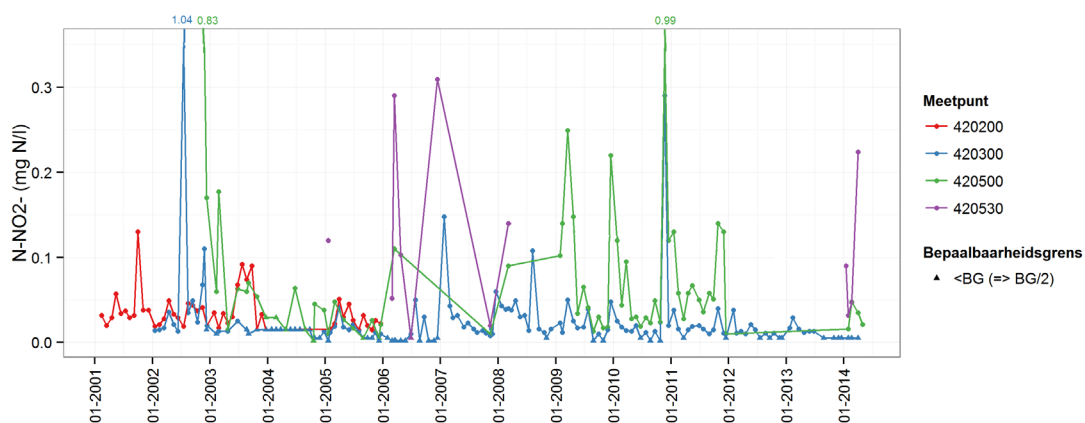
Nitriet dient vooral aanzien te worden als een gevaarlijke stof die bij te hoge concentratie dodelijk kan zijn voor een aantal waterorganismen.

De nitrietconcentratie is systematisch hoger in de **Dommel** (93000) dan in de benedenloop van de **Bolisserbeek** (99000; figuur 17). Dit is niet onverwacht want de Dommel loopt tot aan de samenvloeiing met de Bolisserbeek volledig door intensief agrarisch gebied terwijl de Bolisserbeek vanaf de Begijnenvijvers regelmatig door natuurgebied stroomt. Tot in 2003 was de nitrietconcentratie in de bovenloop van de Bolisserbeek (99550) gelijkaardig aan die in de benedenloop (99000), maar sindsdien zijn de (weinige) gemeten waarden in de bovenloop hoger dan in de benedenloop. Bij het milieu-incident van eind oktober 2013 in de Bolisserbeek werden nitrietgehalten bereikt waarbij schadelijke effecten kunnen optreden (voor vissen kunnen concentraties rond de 2 mg/l dodelijk zijn).



Figuur 17 Verloop van de **nitrietconcentratie** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM.

Voor de **Zwarte Beek** (figuur 18) geven de beschikbare metingen voor nitriet op meetpunt 420530 systematisch hogere concentraties dan verder stroomafwaarts in de vallei (420300). Op meetpunt 420500 worden regelmatig pieken in de winter waargenomen, vergelijkbaar met de pieken in nitraat.

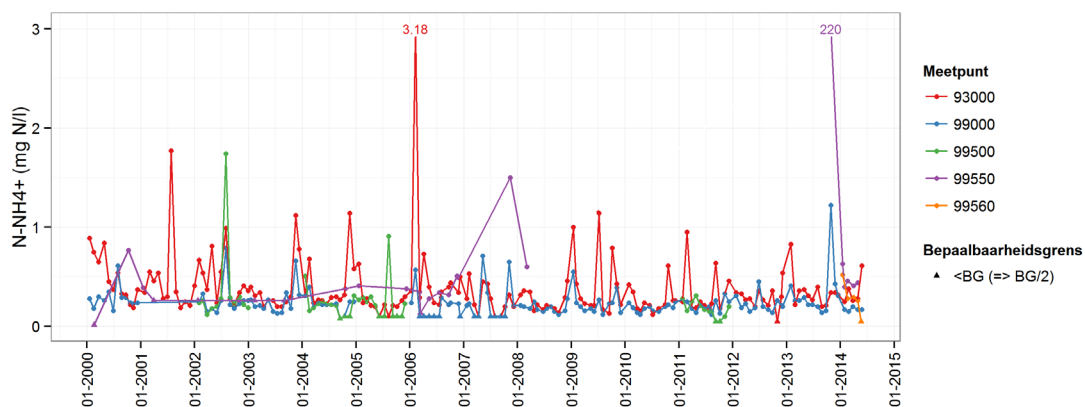


Figuur 18 Verloop van de **nitrietconcentratie** in de Zwarte Beek. Data: VMM.

Ammonium

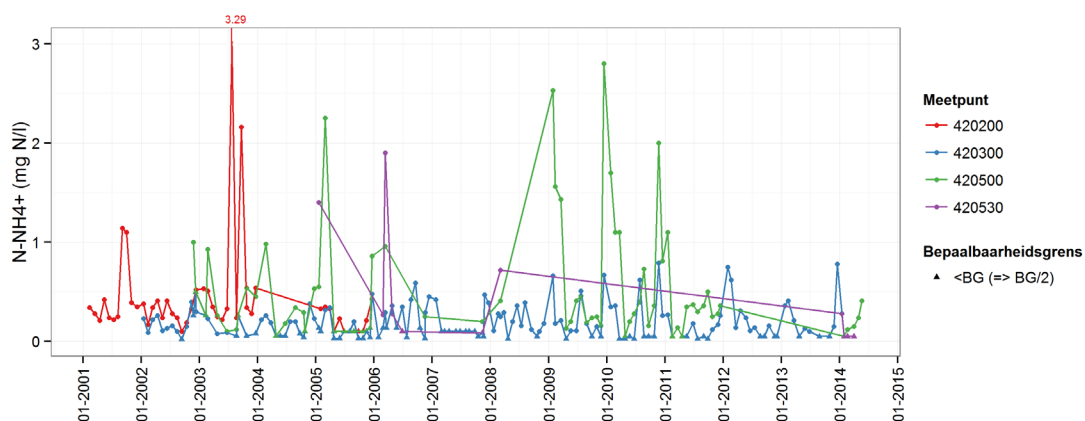
Ammonium is een afbraakproduct van organische, stikstofhoudende verbindingen. Het is een indicator voor waterverontreiniging door huishoudelijk- en bedrijfsafvalwater, maar ook sluitklozingen en afspoeling van dierlijke mest geven aanleiding tot een aanzienlijke concentratietoename.

Voor de **Bolisserbeek** geeft de (onvolledige) meetreeks sinds eind 2013 hogere ammoniumconcentraties aan ter hoogte van meetpunt 99550 dan in de benedenloop van de Bolisserbeek (99000) en in de **Dommel** (93000) (figuur 19). Bij het milieu-incident van eind oktober 2013 liepen de concentraties ammonium op tot extreem hoge waarden (220 mg N-NH₄/l).



Figuur 19 Verloop van de **ammoniumconcentratie** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM.

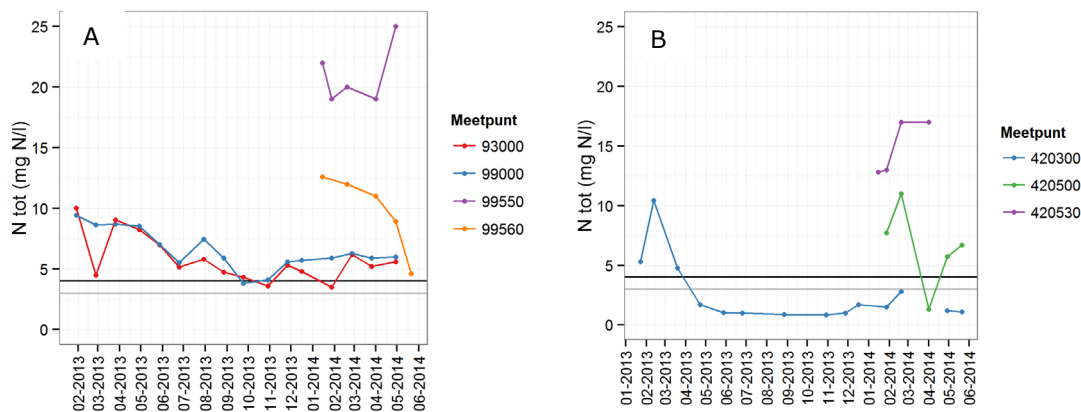
In de **Zwarte Beek** zijn de ammoniumconcentraties lager ter hoogte van meetpunt 420300 dan stroomopwaarts op meetpunt 420500, naar analogie met de andere nutriënten (figuur 20).



Figuur 20 Verloop van de **ammoniumconcentratie** in de Zwarte Beek. Data: VMM.

Totaal stikstof

De totale stikstofconcentratie wordt sinds 2013 opgevolgd en dient lager te zijn dan 4 mg N/l voor een goede ecologische conditie. Deze korte meetreeks toont een sterke gelijkenis met de waarnemingen voor nitraatconcentraties, zowel voor de **Bolisserbeek** en de **Dommel** (zeer hoge concentraties op meetpunt 99550; figuur 21A) als voor de **Zwarte Beek** (hoge concentratie in 420530; figuur 21B). Behalve op meetpunt 420300, wordt de norm voor totale stikstofconcentratie voor een goede ecologische kwaliteit sterk overschreden.

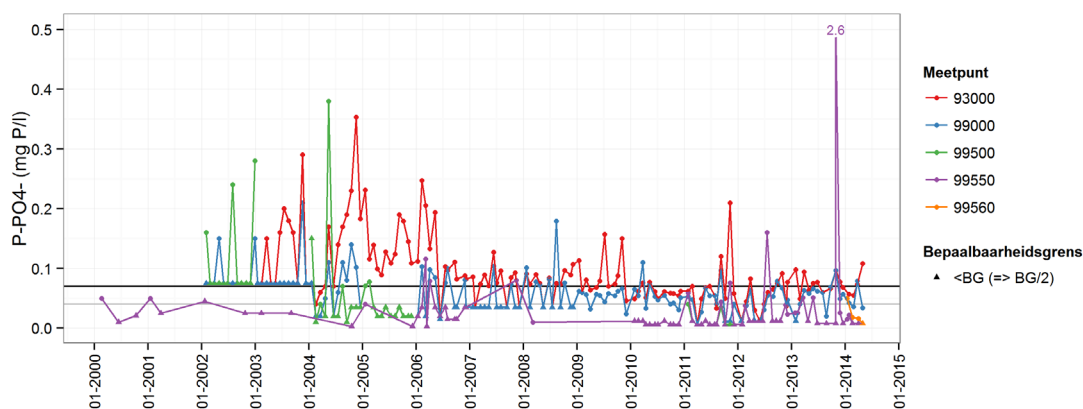


Figuur 21 Verloop van de **totaal stikstofconcentratie** in (A) de Bolisserbeek en Dommel en (B) de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze zomerhalfjaar gemiddelde).

Fosfaat

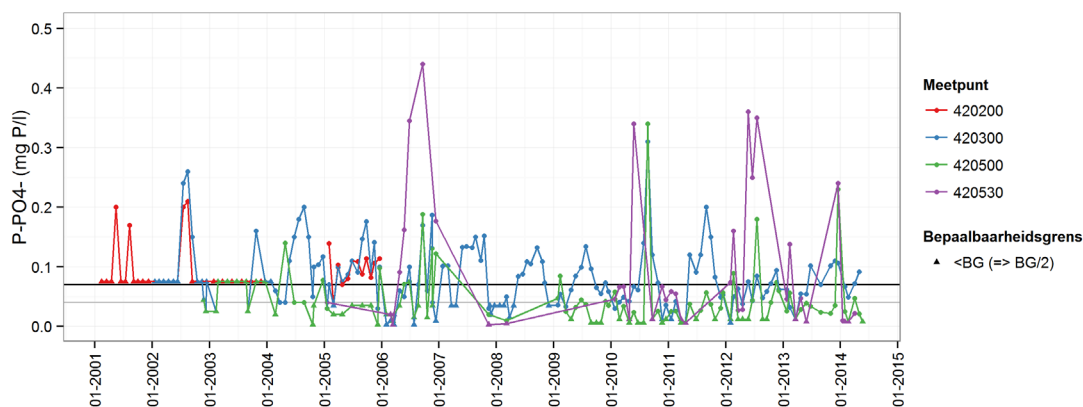
Voor een goede ecologische kwaliteit dient de fosfaatconcentratie lager te zijn dan 0.07 mg/l.

In de bovenloop van de **Bolisserbeek** zijn de fosfaatconcentraties laag, vaak zelfs onder detectielimiet en zijn meestal lager daar dan in de benedenloop van de beek en in de **Dommel** (figuur 22). De norm voor goede ecologische toestand voor werd bereikt in 2010, 2011 en 2012, maar werd in 2013 sterk overschreden wegens het milieu-incident van eind oktober.



Figuur 22 Verloop van de **fosfaatconcentratie** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze gemiddelde). Voor de leesbaarheid van de grafiek werd de fosfaatconcentratie in oktober 2013 met een factor vijf verlaagd.

In het brongebied van de **Zwarte Beek** (420530) vertoont de fosfaatconcentratie regelmatig pieken boven de 0.25 mg P-PO₄/l (figuur 23). De concentratie is meestal lager wat stroomafwaarts (420500), maar vertoont opnieuw duidelijk verhoogde waarden verder stroomafwaarts in de vallei van de Zwarte Beek (420300), met pieken in de zomer. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de Zwarte Beek ter hoogte van meetpunt 420300 een belangrijk grondwaterpakket draineert, dat aanzienlijk verhoogde concentraties orthofosfaat bevat. Tijdens de zomer is er minder afvoer van (relatief fosfaatarm) neerslagwater en dus een grotere relatieve bijdrage van het fosfaathoudend grondwater.



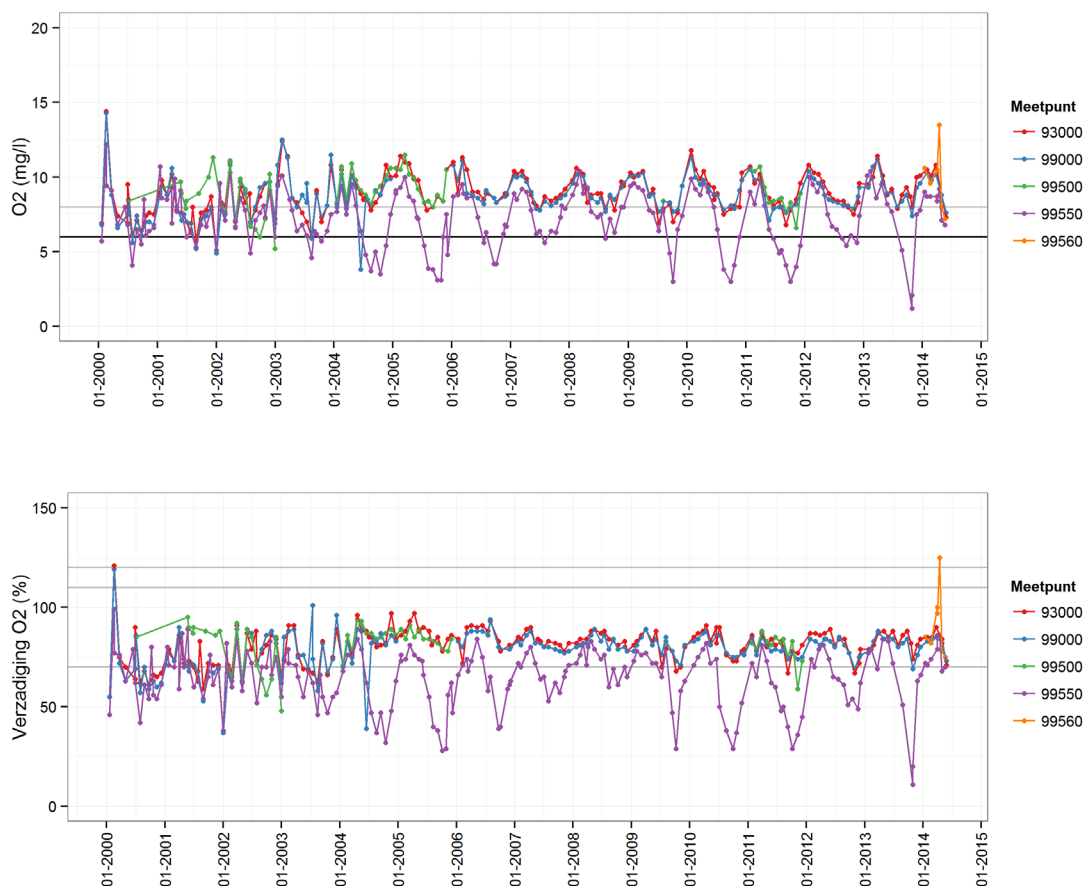
Figuur 23 Verloop van de **fosfaatconcentratie** in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze gemiddelde).

Totaal fosfor

Voor totaal fosfor zijn er te weinig gegevens voorhanden om een definitieve conclusie te formuleren. Voorlopige meetresultaten voor de Bolisserbeek, de Dommel en de Zwarte Beek zijn weergegeven in bijlage 4.

4.2.1.2.3 Zuurstofhuishouding

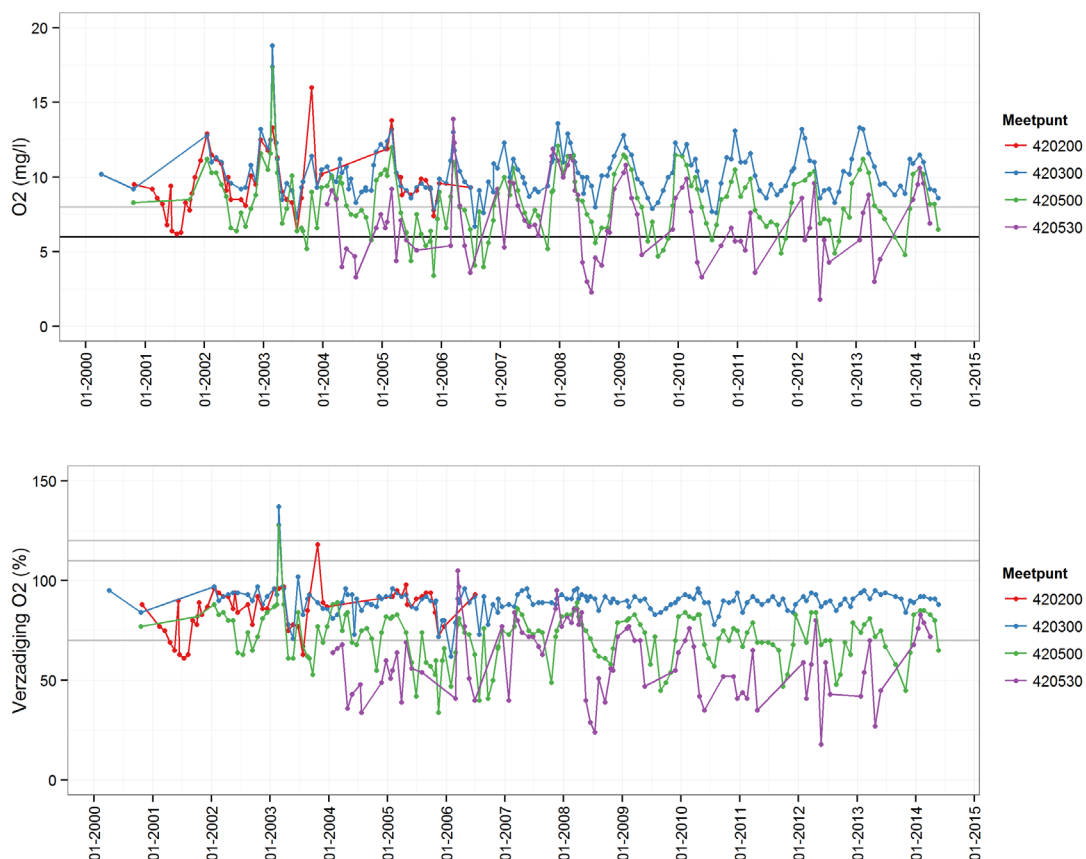
Een goede ecologische toestand vereist een zuurstofconcentratie groter dan 6 mg/l en een zuurstofverzadiging van tussen 70 en 110%. Zuurstofconcentraties schommelen door het jaar heen met een minimum op het einde van de zomer en een maximum tijdens de winter. De schommelingen in de bovenloop van de **Bolisserbeek** (99550) zijn meer uitgesproken dan stroomafwaarts in de Bolisserbeek (99000) en in de **Dommel** (93000) (figuur 24). De zuurstofconcentraties en zuurstofverzadiging op meetpunt 99550 dalen op het einde van de zomer sterker dan op de andere meetpunten en bereiken daarbij waarden beneden de vereisten voor een goede ecologische toestand, vooral sinds 2004. Tijdens het milieu-incident van eind oktober 2013 zijn zeer lage waarden opgenomen (respectievelijk 1-2 mg /l en 11-20 %). Bijkomende metingen in 2013 en 2014 naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013 zijn weergegeven in bijlage 5.



Figuur 24 Verloop van de **zuurstofconcentratie** en **zuurstofverzadiging** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige en goede ecologische toestand en grijze lijn: tussen de goede en zeer goede ecologische toestand conform de KRW (toetswijze 10-percentiel voor zuurstofconcentratie).

In de **Zwarte Beek** (figuur 25) varieert de amplitude van de schommelingen amper tussen meetpunten, maar de zuurstofconcentraties zijn sinds 2006 meestal lager *in het brongebied* van de Zwarte Beek (420530) dan stroomafwaarts en *halen daar regelmatig de vereiste norm niet*. Ook de zuurstofverzadiging is systematisch lager op de meetpunten stroomopwaarts, en er komen tevens veel grotere fluctuaties voor op de meetpunten in de bovenloop en het brongebied van de Zwarte Beek dan stroomafwaarts.

Voor bijkomende metingen in 2013 en 2014 naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013 verwijzen we eveneens naar bijlage 5.

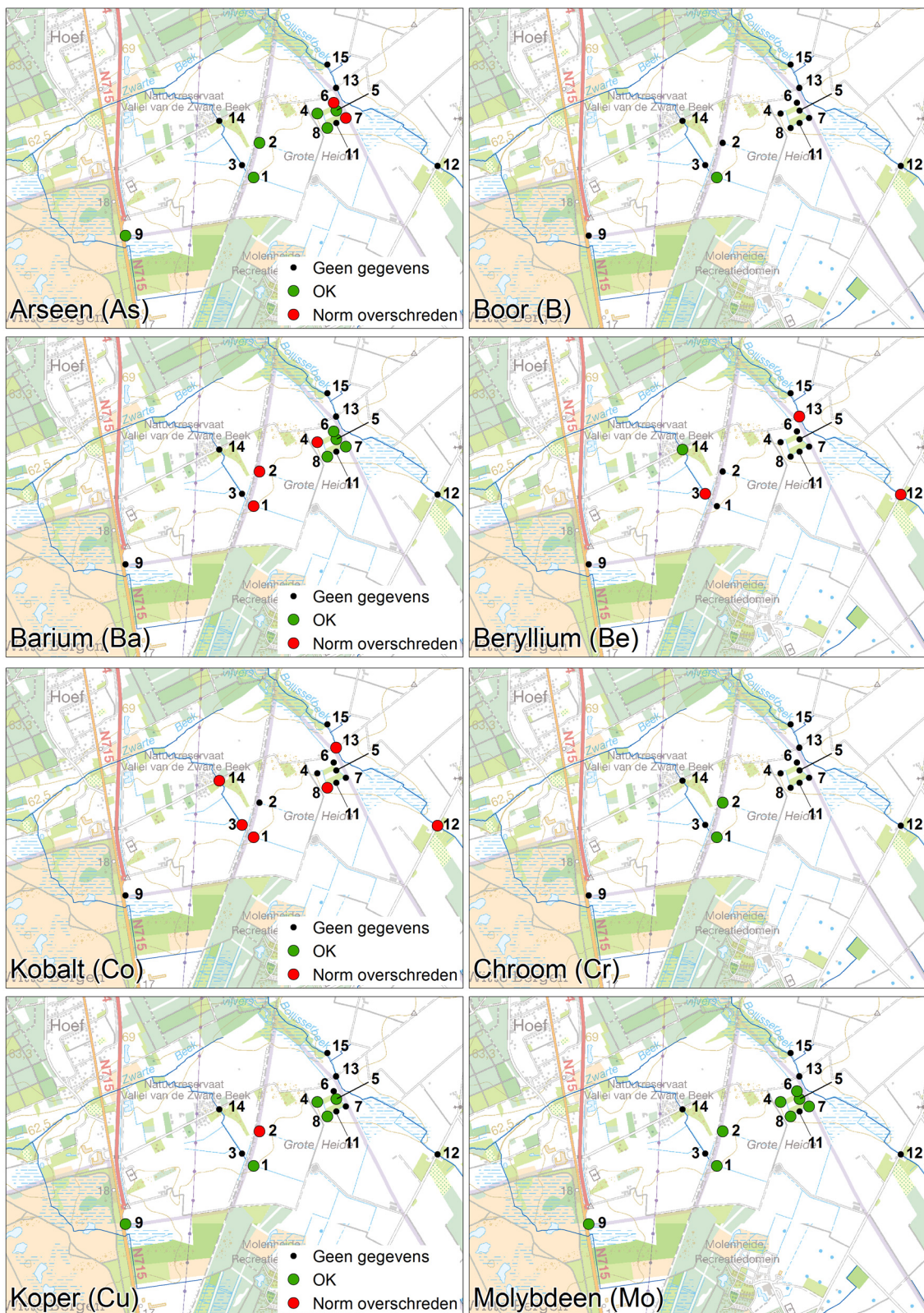


Figuur 25 Verloop van de **zuurstofconcentratie** en **zuurstofverzadiging** in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige en goede ecologische toestand en grijze lijn: tussen de goede en zeer goede ecologische toestand conform de KRW (toestwijze 10-percentiel voor zuurstofconcentratie).

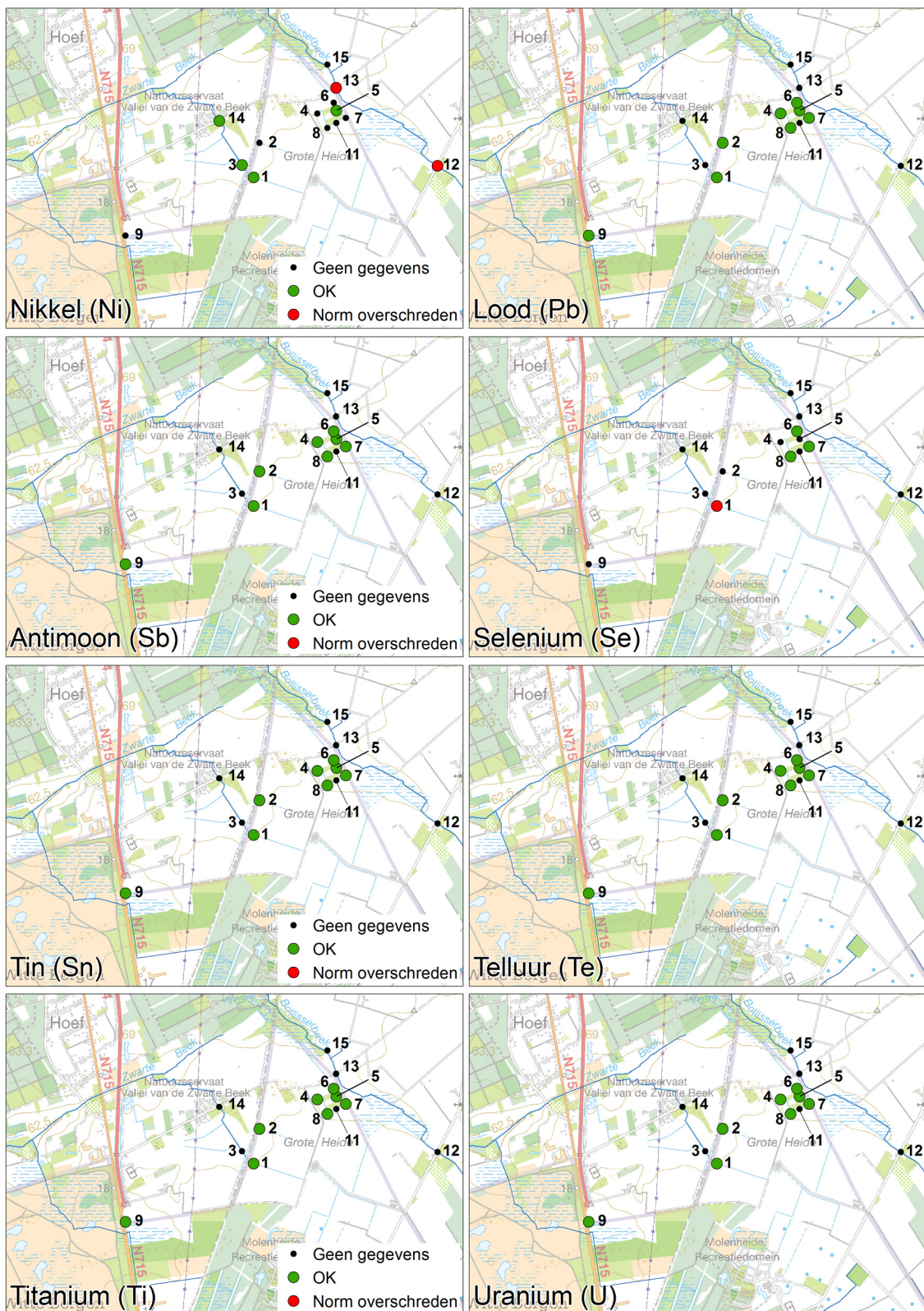
4.2.1.2.4 Zware metalen

In 2014 en in het voorjaar van 2015 werden door de VMM op diverse locaties binnen en net buiten het studiegebied stalen genomen met als doel zware metalen te bepalen in het oppervlaktewater. Uit een eerste screening direct na het incident met de digestaatlozing bleek dat er ook vervuiling met zware metalen was opgetreden. Om die reden werden voor de gelegenheid verschillende meetlocaties extra voorzien om de bron van de vervuiling mogelijks te kunnen opsporen. Uit die metingen kan worden vastgesteld dat er voor een reeks zware metalen soms aanzienlijke en repetitief overschrijdingen waren van de Vlaamse milieu kwaliteitsnorm (besluit Vlaamse Regering 21/05/2010). Zware metalen komen van nature niet of in uiterst kleine concentraties voor in Vlaamse oppervlaktewateren. Als ze gemeten worden, dan is de oorsprong in nagenoeg alle gevallen te wijten aan menselijke activiteiten.

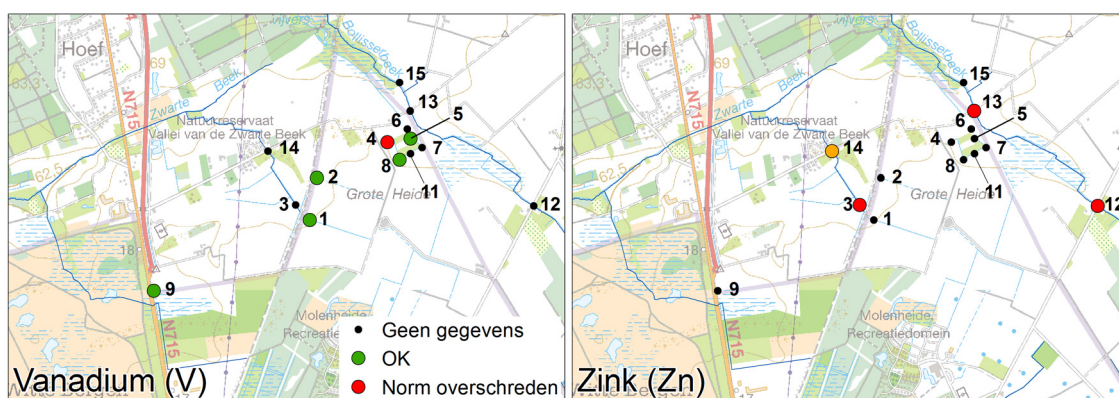
De resultaten van de toetsing van de metingen aan de geldende normen voor opgeloste zware metalen worden in figuur 26 weergegeven. Daarnaast zijn er ook gegevens beschikbaar voor de totale fractie aan zware metalen die in bijlage 11 worden weergegeven.



Figuur 26 (1/3): Toetsing van de in en direct buiten het studiegebied gemeten concentraties zware metalen (2014-2015) aan de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (Besluit VI. R. 21/05/2010). De waarden in het rood zijn overschrijdingen van de Vlaamse milieukwaliteitsnorm. Data: VMM.



Figuur 26 (2/3): Toesting van de in en direct buiten het studiegebied gemeten concentraties zware metalen (2014-2015) aan de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (Besluit VI. R. 21/05/2010). De waarden in het rood zijn overschrijdingen van de Vlaamse milieukwaliteitsnorm. Data: VMM.



Figuur 26: Toesting van de in en direct buiten het studiegebied gemeten concentraties zware metalen (2014-2015) aan de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (Besluit VI. R. 21/05/2010). De waarden in het rood zijn overschrijdingen van de Vlaamse milieukwaliteitsnorm. Data: VMM.

Uit tabel 6 valt op die manier af te leiden dat er voor beryllium (Be), kobalt (Co) nikkel (Ni) en zink (Zn) zware en recurrente overschrijdingen zijn vastgesteld in verschillende oppervlaktewatermeetlocaties. Voor barium (Ba), arseen (As), selenium (Se) en vanadium (V) is er met zekerheid een beperkt aantal overschrijdingen maar er zijn goede indicaties op basis van de totaalconcentraties dat het probleem meer dan waarschijnlijk groter en ook recurrent is. Voor andere zware metalen werden geen overschrijdingen vastgesteld.

Tabel 6 Concentraties zware metalen in het oppervlaktewater en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm. Rood: overschrijding van de norm, groen: geen overschrijding van de norm. MKN: milieukwaliteitsnorm Besluit VI. R. 21/05/2010. o: concentratie opgeloste fractie. Alle waarden in µg/l. Data: VMM.

		As o	B o	Ba o	Be o	Co o	Cr o	Cu o	Mo o	Ni o
	MKN	3	700	60	0.08	0.5	5	7	340	20
Meetpunt	Datum									
1	1/04/2014									
1	21/10/2014									
1	3/02/2015	<1	< 100	82.3	<0,8	5.6	<2	6.7	<2	9.6
2	21/10/2014									
2	3/02/2015	2.6		84.1			<2	7	<1	
3	31/07/2014									
3	24/02/2015				0.4	4.8				9.3
3	21/04/2015				0.96					16
4	24/02/2015	1.4		68.1				<4	<1	
5	3/02/2015	1.9		56.9				6.9	<1	11.6
6	3/02/2015	3.4		33.2					3.3	
7	3/02/2015	3.6		25					5.7	
8	3/02/2015	<1		52.9		6.7		5.4	<2	
9	3/02/2015	2.9						<4	<1	
11	31/07/2014									
11	14/10/2014									
12	14/10/2014				0.66	14				23
12	24/02/2014				0.9	31				49
12	28/04/2015									
13	14/10/2014				0.92	25				41
13	24/02/2015				1.6	51				81
13	24/03/2015				1.4	51				84
13	28/04/2015									
14	24/02/2015				<0,07	6.6				<6
14	21/04/2015				<0,07	0.62				<6

		Pb o	Sb o	Se o	Sn o	Te o	Ti o	U o	V o	Zn o
MKN		7.2	100	2	3	100	20	1	4	20
Meetpunt	Datum									
1	1/04/2014									
1	21/10/2014									
1	3/02/2015	<0,5	1.1	2.1	<1	<1	<1	<0,5	2.3	
2	21/10/2014									
2	3/02/2015	1.3	1.3		<1	<1	<1	<0,5	2.1	
3	31/07/2014									
3	24/02/2015									94
3	21/04/2015									
4	24/02/2015	1	<0,5		<1	<1	<1	<0,5	4.6	
5	3/02/2015	<0,5	<1		<1	<1	<1	<0,5	1.6	
6	3/02/2015	<0,5	1.2	<2	<1	<1	2.1	<0,5		
7	3/02/2015	<0,5	<1	<2	<1	<1	2.3	<0,5		
8	3/02/2015	<0,5	<1	<1	<1	<1	<1	<0,5	4	
9	3/02/2015	1.1	<0,5		<1	<1	<1	<0,5	1.1	
11	31/07/2014									
11	14/10/2014									
12	14/10/2014									
12	24/02/2014									110
12	28/04/2015									120
13	14/10/2014									
13	24/02/2015									150
13	24/03/2015									240
13	28/04/2015									250
14	24/02/2015									42
14	21/04/2015									10

4.2.1.3 Conclusies fysico-chemische waterkwaliteit

Samengevat kan gesteld worden dat een traject van minstens 3,5 km van de Zwarte Beek stroomafwaarts van het brongebied de basiskwaliteitsdoelstelling niet haalt. Ook in de bovenloop van de Bolisserbeek wordt de goede ecologische toestand niet bereikt. Dit betekent dat onder de huidige omstandigheden en in minstens die zone het water in de Zwarte Beek en de Bolisserbeek ondermaats is voor een goede ontwikkeling van o.m. standplaatseigen waterplantenvegetaties. Tevens worden via infiltratie van beekwater naar het grondwaterpakket en via overstroming Europees beschermde terrestrische habitats blootgesteld aan een verhoogde nutriëntenlast die niet compatibel is met de instandhoudingsdoelstellingen in dit habitatrichtlijngebied. Vooraf de nitraatconcentraties en de zuurstofhuishouding vormen een knelpunt, met daarbij ook te hoge fosfaatconcentraties in het brongebied van de Zwarte Beek. Zowel voor de Zwarte Beek als voor de Bolisserbeek worden de zwaarste overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen ter hoogte en juist stroomafwaarts van het landbouwgebied aan het brongebied van de Zwarte Beek en in de bovenloop van de Bolisserbeek waargenomen. Uit de metingen blijkt dat er ter hoogte van de landbouwpercelen aanvoer van nutriëntenrijk water naar de beken optreedt. De toestand in het brongebied van de Zwarte Beek is voor alle fysisch-chemische parameters slechter dan in de bovenloop van de Bolisserbeek.

Het is verder belangrijk om te weten dat het debiet van de Zwarte Beek belangrijke peilfluctuaties vertoont. Daardoor treden er regelmatig kleine tot grotere overstromingen op in het stroomafwaarts gelegen natuurgebied die vrij grote hoeveelheden nitraten (en fosfaten) op de (semi-) terrestrische habitats afzetten. Die zorgen onvermijdelijk voor een

productietoename en het verschijnen van ruigtesoorten (bv. grote brandnetel) en de soms sterke toename van riet en grote lisdodde.

Ten slotte zijn er ook nog de soms aanzienlijke en recurrente overschrijdingen van de Vlaams milieukwaliteitsnormen voor een reeks zware metalen in het oppervlaktewater. Dat is met name het geval voor barium, beryllium, cadmium, kobalt, koper, nikkel, vanadium en zink; en dat zowel in de Zwarte Beek als in de Bolisserbeek.

4.2.2 Biologische kwaliteitselementen

4.2.2.1 Normen van de Kaderrichtlijn Water

Naast de fysisch-chemische kwaliteit wordt de ecologische toestand van waterlopen ook beoordeeld aan de hand van een aantal biologische kwaliteitselementen. De Europese Kaderrichtlijn Water voorziet in een beoordeling van de volgende biologische kwaliteitselementen: fytoplankton, overige waterflora (fytobenthos en macrofyten), macro-invertebraten en vissen. De beoordeling voor elk biologisch kwaliteitselement wordt uitgedrukt in de vorm van een Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt (EKC) die een waarde tussen 0 en 1 kan aannemen, waarbij 1 een zeer goede ecologische toestand vertegenwoordigt en 0 een zeer slechte ecologische toestand. Die beoordelingsschaal wordt verder opgesplitst in vijf kwaliteitsklassen, nl. zeer goed, goed, matig, ontoereikend en slecht. Om de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water te behalen moet minimaal de klasse 'goed' worden gehaald.

4.2.2.2 Macro-invertebraten (bron: VMM)

De VMM gebruikt al meer dan 20 jaar macro-invertebraten voor het beoordelen van de biologische kwaliteit van oppervlaktewateren in Vlaanderen. Het betreft een zeer diverse groep van organismen, namelijk alle ongewervelde soorten die minstens een deel van hun levenscyclus in het water doorbrengen. Voorbeelden zijn larven van insecten zoals libellen en muggen, weekdieren zoals slakken en mossels en verder ook kreeftachtigen en allerlei soorten wormen.

Door hun grote diversiteit vertonen macro-invertebraten een breed spectrum van respons op verstoring van de aquatische habitat, zoals vervuiling. Bovendien zijn ze gemakkelijk te bemonsteren, wat deze organismen erg bruikbaar maakt voor toepassing in biologische kwaliteitsindexen. Voor macro-invertebraten moet volgens de wetgeving een Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt (EKC) van minimum 0.7 gehaald worden (bijlage 2.3.1 van VLAREM II, aangepast volgens het besluit van 21/05/2010, B.S. 09/07/2010).

In de Zwarte Beek (zie figuur 11 voor de ligging van de meetpunten) zijn de invertebratenscores beter stroomafwaarts van het militair domein (tabel 7). Op het meetpunt in het brongebied van de Zwarte Beek (420530) is de toestand voor macro-invertebraten ontoereikend (data van 2004) en stroomafwaarts van het landbouwgebied is de toestand matig (420500). Dit komt overeen met de waarnemingen voor fysico-chemie in de Zwarte Beek. In de bovenloop van de Bolisserbeek ter hoogte van het studiegebied scoort de index voor macro-invertebraten ontoereikend (zie figuur 12 voor de ligging van de meetpunten).

Tabel 7 Multimetric Macro-invertebratenindex Vlaanderen voor de Zwarte Beek (boven) en Bolisserbeek en Dommel (onder). $\geq 0,90$ zeer goede toestand, $\geq 0,70$ goede toestand (groen), $\geq 0,50$ matige toestand (geel), $\geq 0,30$ ontoereikende toestand (oranje), $< 0,30$ slechte toestand (rood). Data: VMM.

Meetpunt	2000	2001	2002	2003	2004	2007	2010	2012	2013
420200	0.7	0.5 0.7	0.85						
420300	0.7 0.3		0.6 0.65	0.45 0.7 0.7 0.55	0.55 0.6				0.65
420350	0.5								
420400	0.4								
420450	0.3	0.5							

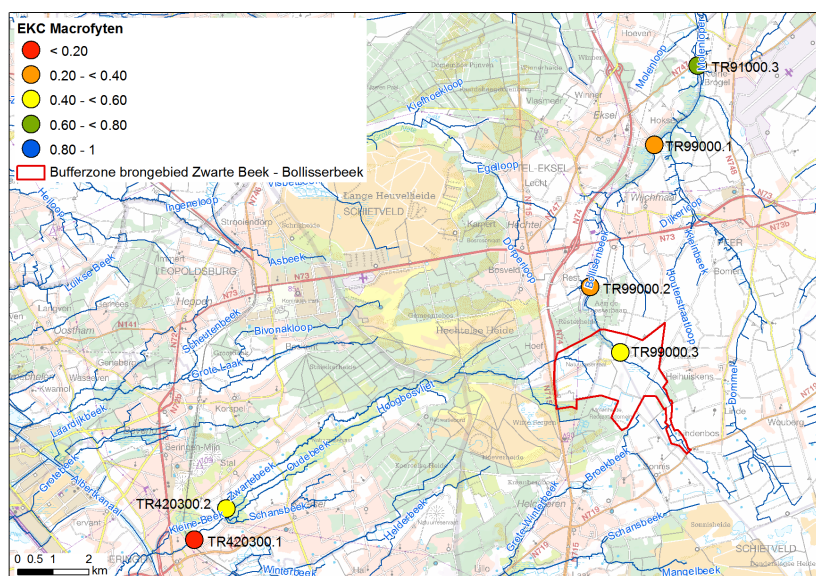
Meetpunt	2000	2001	2002	2003	2004	2007	2010	2012	2013
420500	0.45	0.55			0.5		0.55		
420530					0.35				

Meetpunt	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2009	2010	2012	2013
93000	0.35	0.55	0.45		0.25	0.55	0.55		0.65		0.65
93200		0.6			0.35						
99000	0.4	0.6	0.35	0.5	0.35			0.55		0.5	
99500	0.65	0.5			0.5			0.7			
99550		0.45				0.4					

4.2.2.3 Macrofyten (bron: VMM)

Tot de macrofyten rekent men alle met het blote oog zichtbare planten die leven onder water, op het wateroppervlak of langs de oever. Daaronder vallen zowel macroalgen, mossen en varens als hogere planten. Macrofyten spelen een belangrijke rol in het aquatisch ecosysteem en verschaffen veel informatie over de waterkwaliteit, maar ook over de hydromorfologische kwaliteit van een waterloop.

Figuur 27 geeft de gemiddelde score voor de EKC voor macrofyten tussen 2007 en 2013 (zie bijlage 6 voor meer gedetailleerde gegevens). Er zijn geen gegevens voor het brongebied van de Zwarte Beek. Het meetpunt in het studiegebied geeft een *matige kwaliteit* aan en dus niet de beoogde goede ecologische toestand.



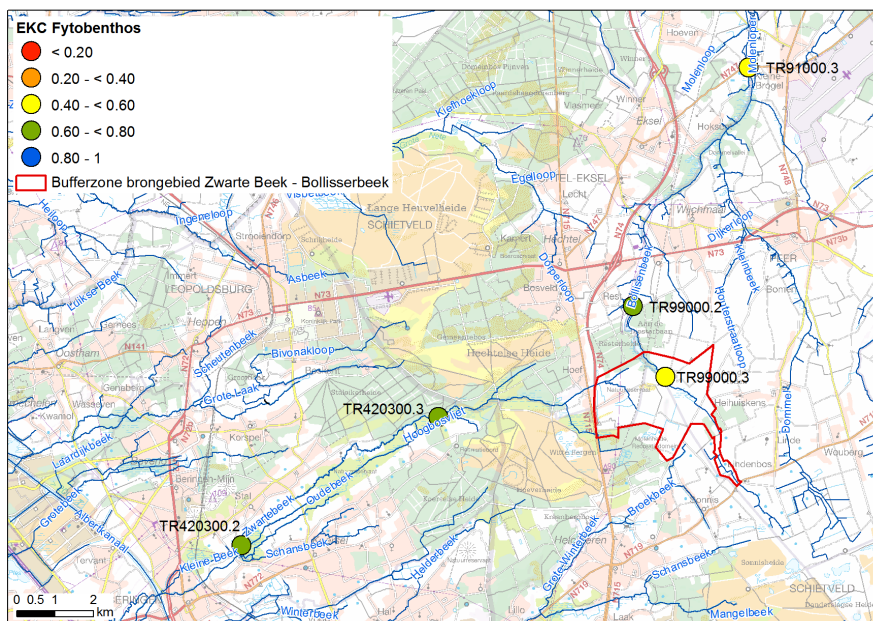
Figuur 27 Ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor macrofyten. Data: VMM.

4.2.2.4 Fytobenthos (bron: VMM)

Met de term fytobenthos worden microscopische algen bedoeld die vastgehecht leven op de bodem, op de oever of op waterplanten. Het fytobenthos bestaat uit primaire producenten die het voedsel vormen voor andere organismen. Voor de kwaliteitsbeoordeling op basis van fytobenthos wordt in Vlaanderen (net zoals in de meeste van onze buurlanden) gebruik gemaakt van de diatomeeën (kiezelwieren); zij vormen immers vaak de meest voorkomende en meest diverse groep binnen het fytobenthos en ze staan bekend als een goede indicator voor waterkwaliteit.

De index voor fytobenthos geeft het relatieve aandeel van gevoelige (impactsensitieve) en niet gevoelige (impactgeassocieerde) soorten (indicatoren) per staal. Tot nu toe is er slechts

een meting beschikbaar per meetpunt (figuur 28). Bij deze eerste meting was de toestand in de bovenloop van de Bolisserbeek t.h.v. het studiegebied matig.

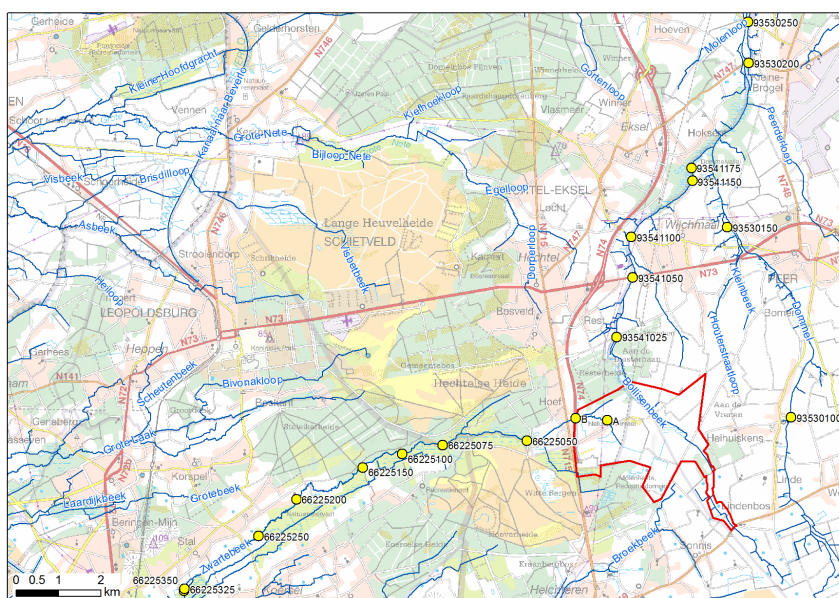


Figuur 28 Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt voor diatomeeën. Data: VMM.

4.2.2.5 Vissen

Ook de aanwezige visfauna is een belangrijke indicator voor de toestand van het oppervlaktewater. Een ontoereikend gehalte aan opgeloste zuurstof in het water maakt het overleven van vissen onmogelijk. Ook allerlei toxische stoffen kunnen nefast zijn voor de aanwezige soorten vissen.

In het kader van het 'Meetnet Zoetwatervis' monitort het INBO verschillende locaties op de Dommel, Bolisserbeek en Zwarte Beek (Van Thuyne en Galle 2012, Van Thuyne en Breine 2004; figuur 29). Daarnaast zijn de midden- en bovenloop van de Zwarte Beek door ANB met medewerking van LIKONA op 11 locaties afgevisd in april 2003 (Denayer 2003).



Figuur 29 Locaties visbestandopnames in de Bolisserbeek, Dommel en Zwarte Beek. Data: VIS databank.

Voor de verschillende vangstjaren werd een visindex uitgerekend, uitgedrukt in Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt. Deze coëfficiënt integreert kenmerken van de populatie en de individuele organismen in een visgemeenschap en geeft weer in hoeverre het aquatische ecosysteem in staat is een gebalanceerde en geïntegreerde gemeenschap van organismen te dragen, waarvan de samenstelling, soortenrijkdom en functieverdeling vergelijkbaar zijn met een natuurlijk en onverstoord habitat van dezelfde geografische regio.

Zowel in de bovenloop van de Zwarte Beek als die van de Bolisserbeek bereikt de ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor vissen nooit de goede ecologische toestand (tabel 8).

Tabel 8 Overzicht van de visindexwaarden (Ecologische kwaliteitscoëfficiënt EKC) en hun appreciatie. Data: VIS databank.

Waterloop	Meetpunt	2001	2003	2009	2012
Zwarte Beek	66225350		0.58		
Zwarte Beek	66225325	0.58	0.50		
Zwarte Beek	66225250	0.53	0.68		
Zwarte Beek	66225200	0.73	0.68	0.63	0.58
Zwarte Beek	66225150	0.55	0.65		
Zwarte Beek	66225100	0.54		0.59	0.63
Zwarte Beek	66225075		0.38		
Zwarte Beek	66225050		0.27		
Zwarte Beek	B		0.00		
Zwarte Beek	A		0.00		

		Jaar en afvissingsmethode							
		1998	2000	2004	2007		2008		2011
Waterloop	Meetpunt	Elektrisch	Elektrisch	Elektrisch	Elektrisch	Fuiken	Elektrisch	Fuiken	Elektrisch
Bolisserbeek	93541175			0.40					
Bolisserbeek	93541150	0.20		0.45			0.00		0.55
Bolisserbeek	93541100	0.43	0.40	0.35					
Bolisserbeek	93541050			0.20					
Bolisserbeek	93541025			0.35					
Dommel	93530250	0.53							
Dommel	93530200	0.50		0.60	0.40 - 0.48	0 - 0 - 0.38	0.50	0.37 - 0.4	0.65
Dommel	93530150	0.40	0.50						
Dommel	93530100	0.20		0.32			0.43		0.20

4.2.2.6 Conclusies biologische waterkwaliteit

In het brongebied van de Zwarte Beek en de bovenloop van de Bolisserbeek wordt voor geen enkel van de gemeten biologische parameters de vereiste goede kwaliteitsscore gehaald. Voor de biologische kwaliteitselementen zijn er voorlopig nog te weinig gegevens om trends te detecteren.

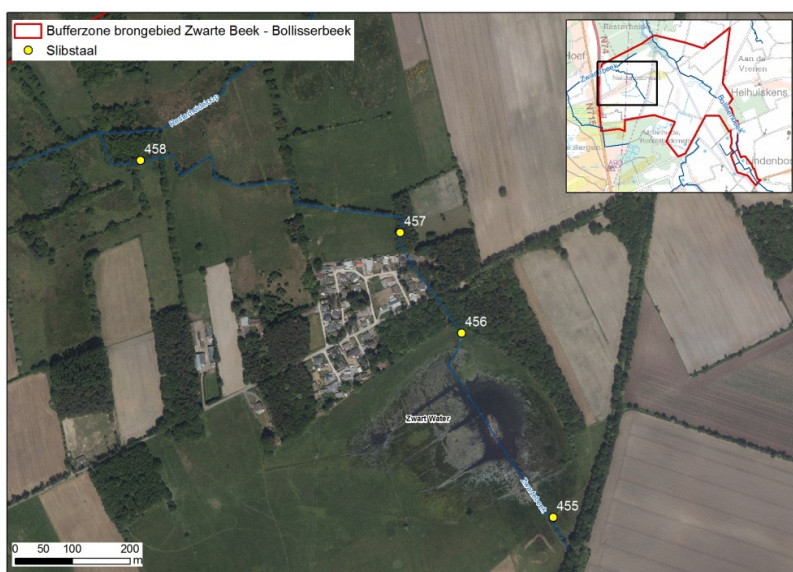
4.3 Kwaliteit slib en onderwaterbodems

4.3.1 Milieukwaliteitsnormen

Voor de samenstelling van het slib zijn zowel de normen van het Besluit van de Vlaamse Gemeenschap van 21/5/2010 (gepubliceerd op 9/7/2010) met betrekking tot 'milieuhygiëne, voor wat betreft de milieukwaliteitsnormen voor (...) waterbodems' van toepassing als de normen van VLAREBO en VLAREMA.

4.3.2 Huidige kwaliteit slib en onderwaterbodems

Op 3 februari 2014 werden slibstalen genomen in de Zwarte Beek stroomopwaarts en -afwaarts van het Zwart Water (figuur 30). Deze werden geanalyseerd voor zware metalen, benzeen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, minerale olie, PCB/OCB en een beperkte set aan nutriënten / mineralen.



Figuur 30 Locaties slibstaalname in de Zwarte Beek. Staalname Provincie Limburg, analyses uitgevoerd door de Bodemkundige Dienst van België.

Uit de analyses blijkt dat er een gradiënt is in nutriëntenconcentraties met (veel) hogere concentraties N en P stroomopwaarts van het Zwart Water (meetpunt 455) dan op de meetpunten stroomafwaarts (tabel 9). Het risico op accumulatie van nutriëntenrijk slib in het Zwart Water is dus groot, zoals de metingen van de elektrische geleidbaarheid en de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater het al lieten vermoeden.

Tabel 9 Nutriënten- en mineralengehalten in het slib. Getallen in het rood: risico op P nalevering – P mobilisatie. Data: Provincie Limburg.

Meetpunt	Kjedahl N	Totaal P	Totaal Fe	Totaal S	P/Fe	(Fe – S)/P
	mg / 100 g	mg / kg	mg / kg	mg / kg	Gewichtsbasis	Molaire basis
455	420	5700	20400	885	0.28	1.83
456	155	530	5500	307	0.10	5.19
457	162	650	8100	321	0.08	6.43
458	91	224	3220	608	0.07	5.35

Fosfor in het slib en de onderwaterbodem kan aanwezig zijn in organische vorm of (in kalkarme condities) in anorganische vorm, gebonden aan aluminium en ijzerhoudende verbindingen. Om in te schatten in welke mate het slib in de toekomst als bron van fosfor kan fungeren, kunnen een aantal indices worden gebruikt. Een ratio (Fe-S)/P tussen 0 en 10 getuigt van een matige fosformobilisatie (Jaarsma et al. 2008). Een waterbodem kan als eutroof beschouwd worden (en dus fosfaat naleveren) als de P/Fe verhouding minstens 0.055 (gewichtsbasis) bedraagt en het totaal P-gehalte groter is dan 1360 mg/kg (Boers en Uunk 1990). Dat is hier het geval op meetpunt 455. *Zelfs als de kwaliteit van het oppervlaktewater dat het Zwart Water voedt sterk verbetert, zal het geaccumuleerde slib dus waarschijnlijk nog als bron van fosfaat fungeren.*

Wat betreft **zware metalen** (data in bijlage 7), waren de concentraties cadmium, koper, lood, nikkel en zink op meetpunt 455 *hoger dan de milieukwaliteitsnorm voor waterbodems*, op meetpunt 457 waren de concentraties cadmium en koper licht hoger dan de milieukwaliteitsnorm, en op meetpunt 458 werd de norm voor nikkel overschreden.

Daarnaast vertoont meetpunt 457 concentraties boven de milieukwaliteitsnorm voor verschillende polycyclische aromatische koolwaterstoffen (data in bijlage 7). Op meetpunt 455 is de *concentratie minerale olie verhoogd* (1300 mg / kg; dus hoger dan de grenswaarde voor vrij gebruik van uitgegraven bodem van 300 mg / kg volgens bijlage V van VLAREBO).

Naast die stalen is er ook een waterbodemstaalname uitgevoerd op 16/12/2013 door VMM in de Bolisserbeek (meetplaats 99550). Uit de analyse blijkt dat er geen klasse-overschrijding is volgens de Triade² toetsing van de organische parameters (FC = 1; Oomsels (2014)). Uit de veldwaarnemingen tijdens de staalname bleek echter wel dat recentelijk de waterloop geruimd werd.

² De Triade toetsing is een methode om de verontreinigingsgraad van waterbodems vast te stellen waarbij gegevens van chemische analyses, ecotoxicologische data en biologische gegevens gecombineerd worden tot een eindoordeel.

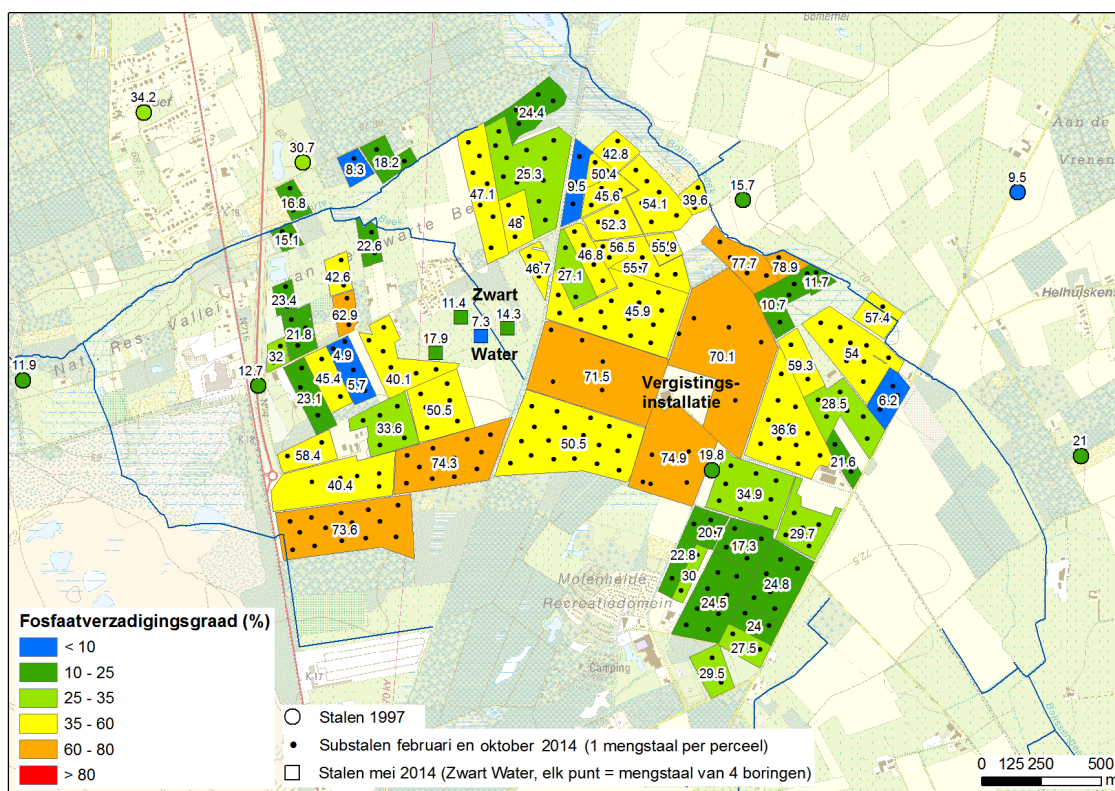
4.4 Bodemkwaliteit

4.4.1 Fosfaatverzadigingsgraad en potentiële doorslag naar het grondwater

Om het risico op uitspoeling van fosfaat vanuit de bodem naar het grondwater in te schatten, kan de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) gebruikt worden (zie bijlage 8). De FVG van de bodem is de verhouding tussen de actuele fosfaatophoping en de fosfaatvastleggingscapaciteit van de bodem. Bij een profielgemiddelde FVG van 25% in kalkarme zandgronden, wordt op termijn een gemiddelde concentratie van 0,1 mg PO₄-P/l in het bodemwater onderaan het profiel (op het niveau van de gemiddeld hoogste waterstand) aangetroffen (Koopmans, 2004; Schoumans, 2004). Bij definitie wordt in Nederland vanaf deze waarde van een fosfaatverzadigde grond gesproken. In Vlaanderen wordt volgens het Mestdecreet pas van een kritische grenswaarde voor fosfaatdoorslag in zure zandgronden gesproken vanaf 35% profielgemiddelde fosfaatverzadiging, waarbij de gemiddelde concentraties die op termijn in het grondwater aangetroffen kunnen worden, 0,15 à 0,20 mg PO₄-P/l bedragen.

Uit een grootschalige meetcampagne, uitgevoerd in de jaren 1990 door de Universiteit Gent en de Katholieke Universiteit Leuven in opdracht van de VLM in het kader van de afbakening van de fosfaatverzadigde zones in zandbodems (Baert *et al.*, 1997), bleek in het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek geen overschrijding van de grens van 35% fosfaatverzadiging te zijn (bijlage 8). Volgens het Mestdecreet is deze zone dus geen fosfaatverzadigd gebied en zijn de algemene bemestingsnormen m.b.t. fosfaat van toepassing.

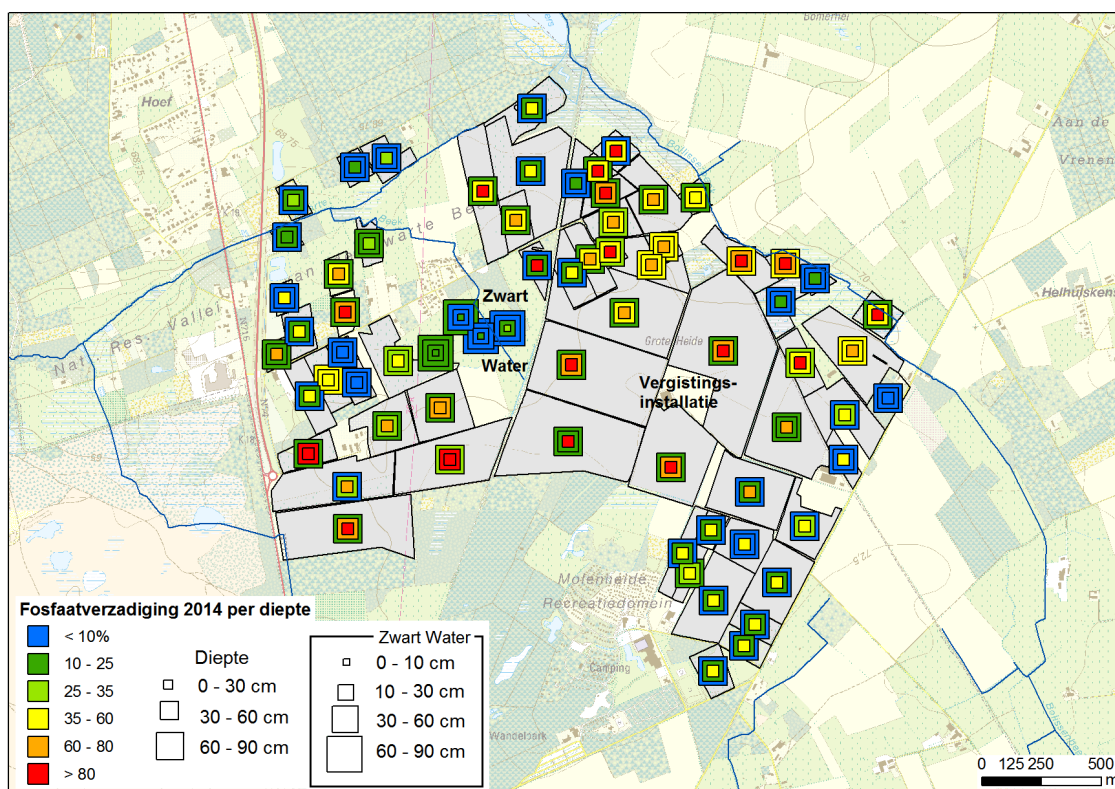
Meer recente metingen (2014) op vraag van ANB tonen echter dat in 50% van de bemonsterde percelen de profielgemiddelde fosfaatverzadigingsgraad boven de grens van 35 % valt, en in zeven percelen zelfs oploopt tot meer dan 70 % (figuur 31 – gedetailleerd bemonsteringsprotocol in bijlage 8). Uit de verzadigde percelen is er zonder twijfel doorslag van fosforrijk bodemwater naar het grondwater. De beschikbare grondwaterkwaliteitsmetingen bevestigen dat er momenteel al regelmatig milieuhygiënische normoverschrijdingen zijn en dat natuurkwaliteitsnormen voor kwelwater in delen van de Zwarte beek overschreden zijn. Het kwelwater dat daar aan de oppervlakte komt is, blijkens de resultaten van de grondwatermodellering, uit deze zone afkomstig.



Figuur 31 Profielgemiddelde (0 – 90 cm) fosfaatverzadigingsgraad op landbouwpercelen in het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek. Gebaseerd op metingen van Baert et al. (1997) en metingen van 2014 in opdracht van ANB.

Meer gedetailleerde resultaten per diepte (figuur 32; ruwe gegevens in bijlage 8) tonen dat de bovenste bodemlaag in bijna alle akkerpercelen fosfaatverzadigd is. Ook tussen 30 en 60 cm diepte is de bodem in meerdere percelen aanzienlijk verrijkt met fosfor, o.a. in de zone rond de vergistingsinstallatie. Daar is de dikte van de bouwvoor afhankelijk van het perceel 40 à 50 cm dik (februari 2014): de bodemlaag tussen 30 en 60 cm diepte bestaat dus voor een deel uit regelmatig verwerkte en bemeste bodem. In het noorden van het studiegebied zijn er zelfs meerdere percelen met een zeer hoge fosfaatverzadiging in de bodem tussen 60 en 90 cm (tot meer dan 45 %).

Aan het Zwart Water is de fosfaatverzadigingsgraad van de bodem bepaald op 4 locaties met verschillende waterhuishouding: sommige locaties zijn een groot deel van het jaar onder water, andere (bijna) nooit. Het Zwart Water wordt deels gevoed met drainagewater uit het landbouwgebied, dat verhoogde gehalten aan nutriënten bevat (zie o.a. bijlage 3), dit komt echter (nog) niet tot uiting in de bodem: de profielgemiddelde fosfaatverzadiging blijft op alle bemonsterde locaties vrij laag.



Figuur 32 Fosfaatverzadigingsgraad per diepte. Data: ANB.

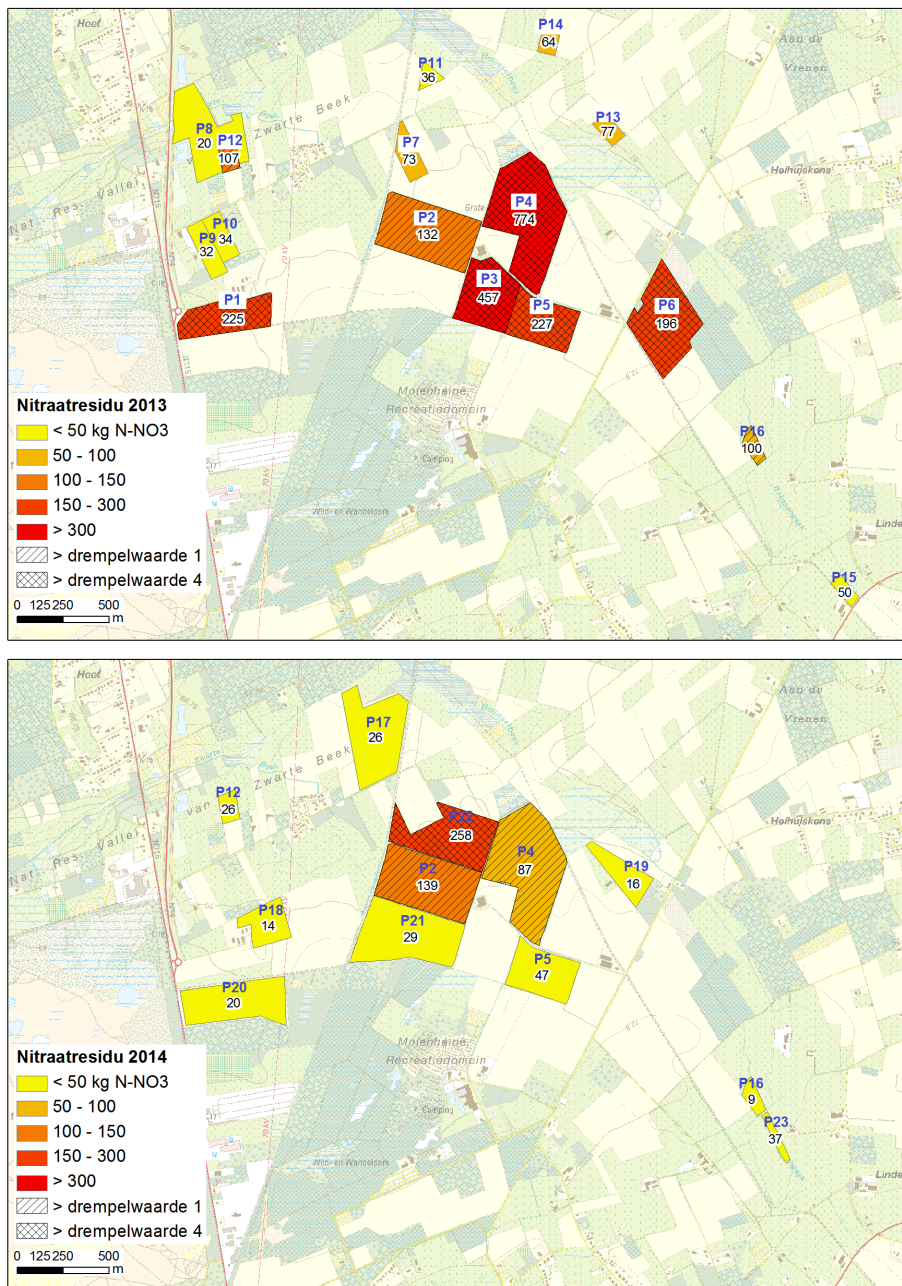
4.4.2 Nitraatresidu

Het studiegebied is gelegen binnen een focusgebied voor nitraat, d.w.z. een gebied waarvoor een slechte kwaliteit van grond- en/of oppervlaktewater werd vastgesteld. In dergelijke focusgebieden gelden lagere drempelwaarden voor nitraatresidu en gaan de begeleidende maatregelen sneller in.

In het najaar 2013 en het najaar 2014 nam VLM bodemstalen in meerdere percelen in het brongebied van de Zwarte Beek en langs de bovenloop van de Bolisserbeek om het nitraatresidu te bepalen. De bodemmonsters zijn mengstalen van meerdere stalen genomen op drie dieptes (0 – 30 cm, 30 – 60 cm en 60 – 90 cm) conform de vastgelegde methode (Compendium bemonsterings- en analysemethoden voor mest, bodem en veevoeder). De resultaten van de analyses zijn in het kader van openbaarheid van bestuur door ANB bij VLM opgevraagd. Onderstaande figuur geeft het totale nitraatresidu tot 90 cm diepte voor 2013 en 2014. De ruwe gegevens staan in bijlage 9.

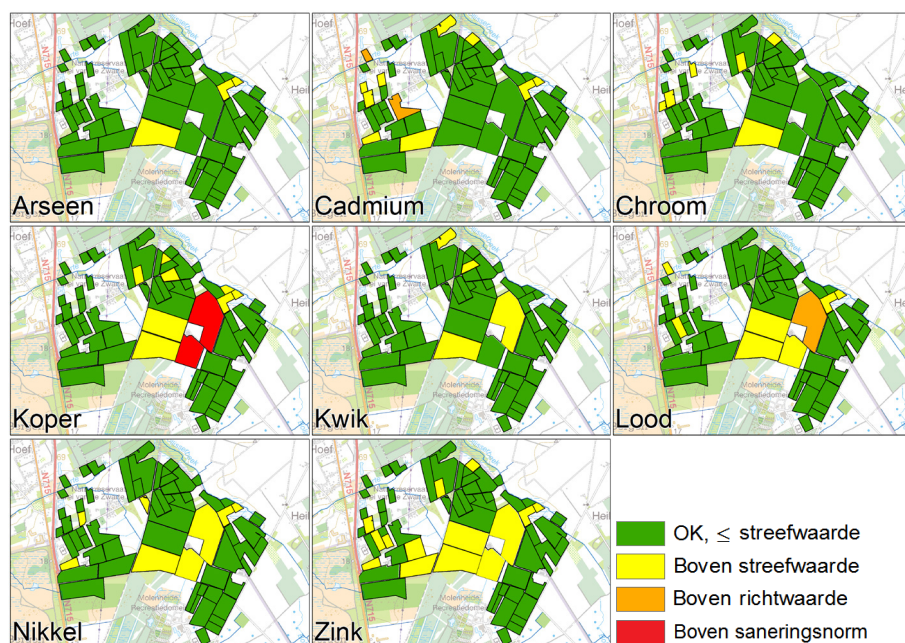
Het nitraatresidu in de gearceerde percelen bevindt zich (soms ver) boven de nitraatresidudrempelwaarde (die zowel van het type bodem als van de teelt afhangt). Er kan dus aangenomen worden dat die percelen als bron van nitraat fungeren voor oppervlaktewater en grondwater. Deze percelen vallen bijgevolg in een maatregelenpakket van VLM om toekomstige overschrijdingen te vermijden.

Wel kan er in enkele percelen een verbetering worden vastgesteld tussen de staalname in 2013 en die in 2014.

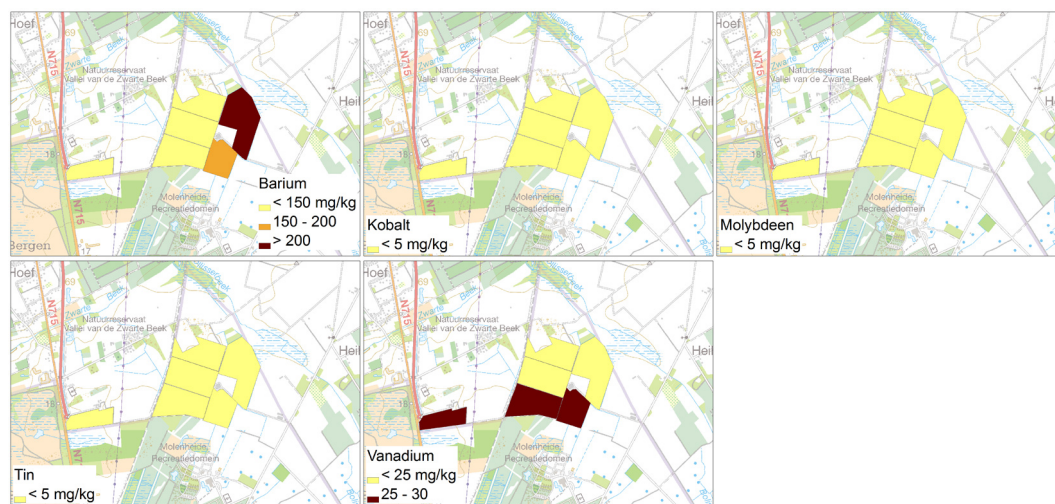


Figuur 33 Totaal nitraatresidu en overschrijding van de drempelwaarde per perceel. Data: VLM. Als de nitraatresidudrempelwaarde van een perceel wordt overschreden in een bepaald jaar, moet de landbouwer in het jaar daarop een maatregelenpakket met begeleidende maatregelen toepassen: "> drempelwaarde 1" = maatregelenpakket 1 toepassen, "> drempelwaarde 4" = maatregelenpakket 4 toepassen. De codes Pxx verwijzen naar perceelnummers in bijlage 9.

Op vraag van ANB werden de stalen genomen in het najaar 2014 voor de bepaling van de fosfaatverzadigingsgraad ook voor nitraatresidu geanalyseerd. Onderstaande figuur toont de resultaten van deze analyses. Sommige percelen zijn in het najaar 2014 zowel in opdracht van ANB als van VLM bemonsterd en de resultaten van de analyses verschillen enigszins. Dit verschil ligt waarschijnlijk vooral aan de bemonsteringswijze bij de stalen van ANB, die niet 100% overeenkomt met de vastgestelde methode: vooral de dichtheid aan deelstalen per perceel is lager dan voorgeschreven (de bemonsteringswijze wordt in bijlage 8 gedetailleerd). Het is geweten dat het bekomen nitraatresidu sterk kan variëren afhankelijk

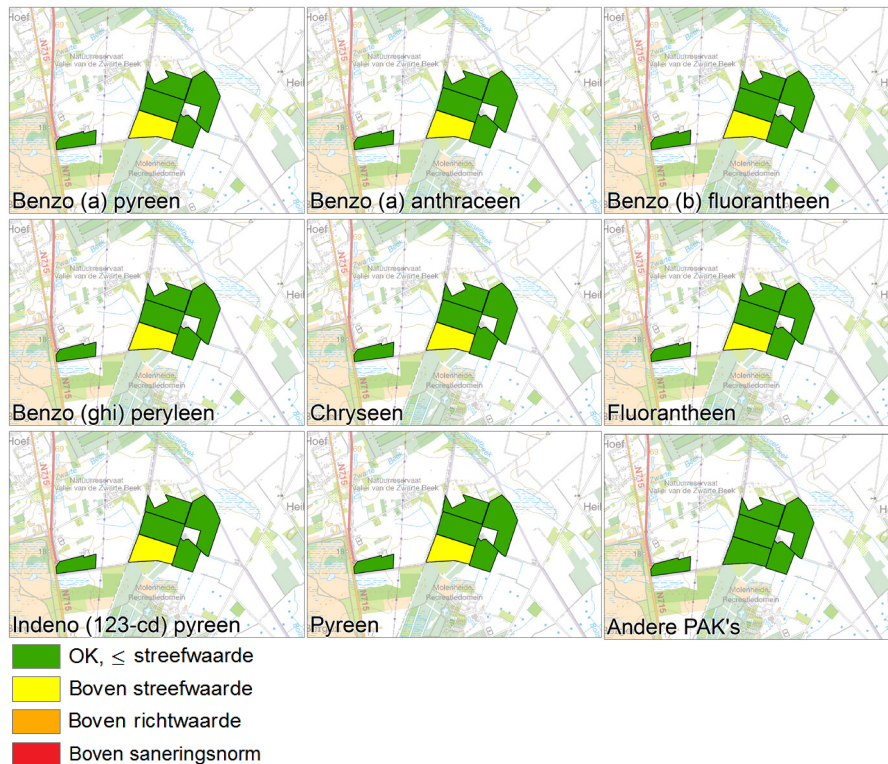


Figuur 35 Toetsing van de concentraties zware metalen in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem aan de normen van VLAREBO (richtwaarden en streefwaarden voor de bodemkwaliteit en bodemsaneringsnormen). De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB.



Figuur 36 Concentraties barium, kobalt, molybdeen, tin en vanadium in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem. Voor deze metalen zijn geen milieunormen beschikbaar. De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB.

Voor de PAK's vertoont slechts 1 perceel wat verhoogde waarden boven de streefwaarde voor een aantal verbindingen (figuur 37).



Figuur 37 Toetsing van de concentraties PAK's in de toplaag (0 – 30 cm) van de bodem aan de normen van VLAREBO (richtwaarden en streefwaarden voor de bodemkwaliteit en bodemsaneringsnormen). Andere PAK's = Naftaleen, Acenafyleen, Acenafteen, Fluoreen, Fenanthreen, Anthraceen, Benzo(k)fluorantheen, Benzo(a)pyreen, Dibenzo(a)anthraceen. De gemeten waarden worden in bijlage 10 gegeven. Data: ANB.

4.5 Conclusie

Het gebied kent momenteel een excessieve belasting met nutriënten. Uit de cijfers in dit rapport wordt duidelijk dat de (middels proces verbaal vastgestelde) milieuovertredingen zoals bijvoorbeeld de digestaatlozing van 29/10/2013 lang niet de enige of belangrijkste bron van nutriëntenbelasting zijn in dit gebied. Het heeft er alle schijn van dat systematische overbemesting van gronden in landbouwgebruik, en dat over een periode van meer dan 10 jaar, de hoofdoorzaak is van de aanhoudende ernstige milieuproblemen in de ruime omgeving van het brongebied van de Zwarte Beek.

(Over)bemesting op landbouwgronden kan dan wel, binnen bepaalde grenzen, leiden tot sterk toegenomen landbouwoopbrengsten, maar zorgt ook tot ver buiten de (over-)bemeste perceelgrenzen voor aanzienlijke milieu- en natuurschade. Uit de grote hoeveelheden analyseresultaten over de voorbije jaren die in dit rapport zijn samengebracht en verwerkt, blijkt dat hier al zeker tien jaar op een systematische manier, en de laatste jaren nog in stijgende lijn, grote hoeveelheden nutriënten worden ingebracht op landbouwgronden. Hiervan spoelen grote hoeveelheden uit die via het grond- en oppervlaktewater worden getransporteerd, tot kilometers ver buiten het studiegebied, en daar de natuurwaarden sterk negatief beïnvloeden.

Voor **grondwater** is er in de 'ondiepe' bodemlagen (tot 23 meter diepte) in en rond het studiegebied systematisch een zeer grote overschrijding van de nitraatnorm (ss. VI. Reg. 21/5/2010) voor zowel de maximale, gemiddelde als minimale waarde in het grondwater en, dat over een meetperiode van tien jaar. Voor andere nutriënten zijn de overschrijdingen sporadisch, maar eveneens aanwezig gedurende dezelfde periode. De milieunormen zijn gevoelig minder streng dan de thans gekende ecologische referentiewaarden. Als er vergeleken wordt met het voorstel tot ecologische referentiewaarden (natuurkwaliteitsnormen ss. Herr et al 2012), dan worden de waarden voor nitraat, nitriet, ammonium en orthofosfaat met een factor 10 tot 100 overschreden, wat herstel en instandhouding van (prioritaire) Europese habitats onmogelijk maakt. In de kwelzone in de vallei van de Zwarte Beek, waar water dat in het studiegebied infiltreert aan de oppervlakte komt, zijn actueel al verhoogde sulfaat- (een indicator voor stikstofbelasting) en fosfaatconcentraties gemeten.

Ook de toestand van de **oppervlaktewaterkwaliteit** is zorgwekkend. Een traject van minstens 3,5 km van de Zwarte Beek, in en stroomafwaarts van het studiegebied, haalt de basiskwaliteitsdoelstellingen niet. Ook in de bovenloop van de Bolisserbeek wordt de goede ecologische toestand niet bereikt. Dit betekent dat onder de huidige omstandigheden, en in tenminste die zone, het water in de Zwarte Beek en de Bolisserbeek ondermaats is voor een goede ontwikkeling van o.m. standplaatseigen waterplantenvegetaties. Ook via infiltratie van beekwater naar het grondwaterpakket en via overstroming worden Europees beschermde terrestrische habitats blootgesteld aan een verhoogde nutriëntenlast die niet compatibel is met de instandhoudingsdoelstellingen in dit habitatrichtlijngebied. Vooraf de nitraatconcentraties en de zuurstofhuishouding vormen een knelpunt, met daarbij ook te hoge fosfaatconcentraties in het brongebied van de Zwarte Beek. Zowel voor de Zwarte Beek als voor de Bolisserbeek worden de zwaarste overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen vastgesteld ter hoogte en juist stroomafwaarts van het landbouwgebied aan het brongebied van de Zwarte Beek en in de bovenloop van de Bolisserbeek. Uit de metingen blijkt dat er ter hoogte van de landbouwpercelen aanvoer van nutriëntenrijk water naar de beken optreedt. De toestand in het brongebied van de Zwarte Beek is voor alle fysisch-chemische parameters slechter dan in de bovenloop van de Bolisserbeek.

Daarnaast is er momenteel een belangrijke aanvoer van nutriënten in het Zwart Water via drainagewater uit het landbouwgebied. Dit vertaalt zich in verhoogde nutriëntenconcentraties in het **slib** dat zelfs na verbetering van de waterkwaliteit als bron van nutriënten zal blijven

fungeren. Het ophouden van oppervlaktewater in het Zwart Water, bij de huidige nutriëntenbelasting is dan ook geen goed idee. Het zal er alleen voor zorgen dat de terreingedeelten die momenteel regelmatig onder water staan, steeds verder aangerijkt worden met grote hoeveelheden nutriënten, wat duurzaam herstel van natuurwaarden naar de toekomst steeds verder hypothekeert.

Tenslotte blijkt uit de recente metingen dat de **bodem** van de landbouwpercelen in de bestudeerde zone een bron zijn van nitraat en fosfaat voor oppervlaktewater en grondwater. De metingen van 2014 van de fosfaatverzadigingsgraad vertonen zeer hoge waarden: de profielgemiddelde fosfaatverzadigingsgraad valt in de helft van de bemonsterde percelen boven de grens van 35 %, en loopt in verschillende percelen zelfs op tot meer dan 70 %. Uit die percelen is er dus zonder twijfel doorslag van fosforrijk bodemwater naar het grondwater. Ook het nitraatresidu bevond zich eind 2013 en eind 2014 in meerdere percelen (soms ver) boven de drempelwaarde, wat resulteert zonder twijfel in uitspoeling naar oppervlakte- en grondwater. Daarnaast zijn ook verhoogde concentraties gemeten voor verschillende zware metalen (o.a. koper, lood, cadmium) en polycyclische aromatische koolwaterstoffen. De concentratie koper overschrijdt de saneringsnorm voor bodem (VLAREBO) in twee percelen.

Uit deze resultaten blijkt dat de Europese instandhoudingsdoelstellingen (goedgekeurd door de Vlaamse regering) niet gehaald kunnen worden als er aan deze (landbouw)praktijken binnen het studiegebied geen einde wordt gesteld en er niet intensief aan herstel van de veroorzaakte schade wordt gewerkt.

5 Mitigerende maatregelen

De actuele milieudrukken die in het brongebied van de Zwarte beek, Bolisserbeek en Dommel zijn uitermate nefast voor de natuurwaarden in de omliggende natuurgebieden. De langdurige overbemesting en de veelvuldige incidentele lozingen van digestaat en meer dan waarschijnlijk ook andere afvalstoffen, zorgen voor een zeer sterke negatieve beïnvloeding van natuurwaarden, in die mate zelfs dat zonder het nemen van mitigerende maatregelen, het meer dan waarschijnlijk is dat de actueel al aangetaste natuurwaarden op korte termijn nog verder en sterk zullen verslechteren. Het is dan ook evident dat een aantal herstelmaatregelen zo snel mogelijk in de praktijk moeten gebracht worden. In wat volgt wordt geprobeerd om de mogelijke maatregelen overzichtelijk weer te geven.

5.1 Nutriënten

Om het behoud van grondwaterafhankelijke voedselarme habitats stroomafwaarts in de vallei van de Zwarte Beek en Bolisserbeek te garanderen en de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren moet verdere af- en uitspoeling van nutriënten en sulfaat naar oppervlakte- en grondwater gestopt of drastisch beperkt worden.

5.1.1 Stikstof

Uit de metingen van het nitraatresidu in de bodem blijkt duidelijk dat de huidige (landbouw-)bedrijfsvoering in meerdere percelen binnen het brongebied in een systematisch teveel aan stikstof resulteert. Er zijn dus maatregelen nodig die dit structureel inbrengen van overschot aan stikstof aanpakken.

Om stikstofuitspoeling en afspoeling te beperken zijn een aantal maatregelen mogelijk, die ook gecombineerd kunnen worden:

- Stikstofbemesting stopzetten, verminderen of verder verfijnen i.f.v. de netto afvoer van stikstof bij het oogsten
- Na het oogsten overtollig stikstof laten opnemen door een vanggewas (nateelt)
- Stikstof in drainagewater verwijderen via een helofytenfilter
- Stikstof in sediment en run-off water vangen in bufferstroken
- Maatregelen tegen erosie en ter verbetering van de bodemstructuur om afspoeling tegen te gaan

In dit geval zal voor alle percelen waar er een stikstofoverschot vastgesteld is, een structurele herziening moeten gebeuren van de huidige bemestingspraktijken, te beginnen met een drastische vermindering van de stikstofbemesting. Sommige percelen vallen sinds 2014 immers al in maatregelenpakketten van de VLM om het nitraatresidu te beperken.

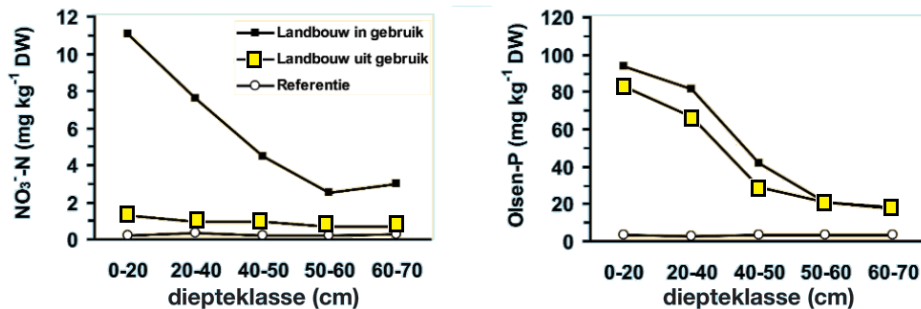
Generieke maatregelen die afspoeling (o.a. erosiebestrijding, bufferstroken) en uitspoeling (o.a. vanggewassen) tegengaan, kunnen als aanvullende maatregelen worden genomen, maar volstaan bij de huidige bemestingsdruk niet om de input van stikstof naar oppervlakte- en grondwater te stoppen. Een eerste studie naar het potentieel van "Integrated Constructed Wetlands" (aangelegde wetlands met helofyten) in het studiegebied concludeert dat de methode best eerst kleinschalig wordt gebruikt en opgevolgd naar effectiviteit toe (Meers 2014). Het zijn bovendien methoden die geschikter zijn als aanvullende maatregel, nadat de grote nitraatvrachten al verwijderd werden, wat hier nog niet het geval is.

Minerale stikstof (en vooral nitraat) in de bodem is vrij mobiel, een daling of een stopzetting van de stikstofbemesting zal zich op vrij korte termijn vertalen in lagere nitraatconcentraties in de bodem en minder afspoeling en uitspoeling naar oppervlakte- en grondwater.

5.1.2 Fosfor

Fosfor in de bodem is minder mobiel dan minerale stikstof en dit heeft rechtstreekse implicaties voor de keuze van maatregelen om de fosfaatdoorslag te beperken.

De figuur hieronder toont het nitraat en fosforgehalte op verschillende diepten in verschillende types bodems: landbouwbodems, uit landbouw genomen bodems en nooit bemeste bodems in natuurgebieden.



Figuur 38 Nitraat en bio-beschikbaar P (volgens de Olsen methode) in verschillende types bodems. Referentie = nooit bemeste bodems in natuurgebied. DW = dry weight, d.w.z. droog gewicht. Figuur overgenomen uit Lamers et al. (2005).

Nitraat in de bodem spoelt na stopzetting van de bemesting vrij snel uit naar grond- en oppervlaktewater of vervluchtigt via denitrificatie, terwijl fosfor langer gebonden blijft aan de bodempartikels en zeer geleidelijk uitloopt als de voorraad fosfor de vastleggingscapaciteit van de bodem overschrijdt. Een fosfaatverzadigde grond zal na stopzetting van fosforbemesting nog jarenlang als bron van fosfor via uitloging naar het grondwater fungeren.

Om het behoud van grondwaterafhankelijke voedselarme habitats stroomafwaarts in de vallei van de Zwarte Beek en Bolisserbeek te garanderen, moet de uitloging van fosfor uit de landbouwbodems in de infiltratiezone gestopt of in zeer belangrijke mate beperkt worden. De concentratie orthofosfaat in het grondwater dat als kwel aan de oppervlakte komt in de vallei, moet onder de natuurkwaliteitsnormen blijven voor de Europees beschermde habitattypen (zie 4.1.1).

Onderstaande tabel geeft de natuurkwaliteitsnorm voor orthofosfaatconcentratie in grondwater voor verschillende doelhabitats van dit habitatrichtlijngebied. Op basis van de gekende relatie tussen fosfaatverzadigingsgraad van de bodem en orthofosfaatconcentratie in het grondwater onderaan een bodemprofiel in kalkarme zandgronden (Schoumans 2004) kan de maximale aanvaardbare fosfaatverzadigingsgraad teruggerekend worden.

Uit deze berekening blijkt dat de fosfaatverzadigingsgraad maximum 20 à 25 % kan bedragen om het behoud van voedselarme habitattypen zoals vochtige heide (4030), kleine zeggenvegetatie (7140_meso) of alluviale oligotrofe bossen (91E0_oli) niet te hypothekeren.

Uit figuur 31 blijkt dat een groot deel van de percelen in de infiltratiezone in het brongebied van de Zwarte Beek actueel een fosfaatverzadigingsgraad hebben die (soms veel) hoger is.

Tabel 10 Milieukwaliteitsnorm en natuurkwaliteitsnorm (volgens Herr et al. 2012) voor orthofosfaat in grondwater en overeenkomende fosfaatverzadigingsgraad. De omzetting gebeurde volgens Schoumans (2004) en wordt in bijlage 8 gedetailleerd.

Type norm / referentie			o-P04 (mg/l)	o-P04-P (mg/l)	FVG (%)
Milieukwaliteitsnorm (besluit VI. Reg. 21/5/2010)			1.34	0.437	60
Natuurkwaliteitsnorm (90-percentiel waarden)	Habitatype				
	4010	Noord-Atlantische vochtige heide	0.248	0.081	22
	6410_ve	Basenarme <i>Molinia</i> graslanden, type veldrusgraslanden	0.948	0.309	51
	6430_hf	Moerasspirearuigten	2.301	0.750	72
	6510	Laaggelegen schraal hooiland (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	0.258	0.084	22
	7140_meso	Kleine zeggenvegetaties	0.221	0.072	20
	91EO_oli	Oligotroof elzenberkenbroek	0.221	0.072	20
	91EO_meso	Mesotroof elzenbroek	0.239	0.078	21

Om de doorslag van fosfaat uit de infiltratiezone in het brongebied van de Zwarte Beek te beperken zijn er verschillende types maatregelen mogelijk:

- Fosfaatbemesting stopzetten, of verminderen of fosfaatbemesting verfijnen i.f.v. de huidige voorraad en afvoer van fosfor bij het oogsten
- De fosforverzadigde bodem afvoeren (plaggen, afgraven)
- Fosforrijke verbindingen uit de bodem afvoeren (maaïen en afvoeren, uitmijnen)
- Fosfor in de bodem immobiliseren

De kans op succes en de haalbaarheid van deze maatregelen worden hieronder nader bekeken. Een combinatie van verschillende methoden is ook mogelijk.

Stopzetten van fosfaatbemesting

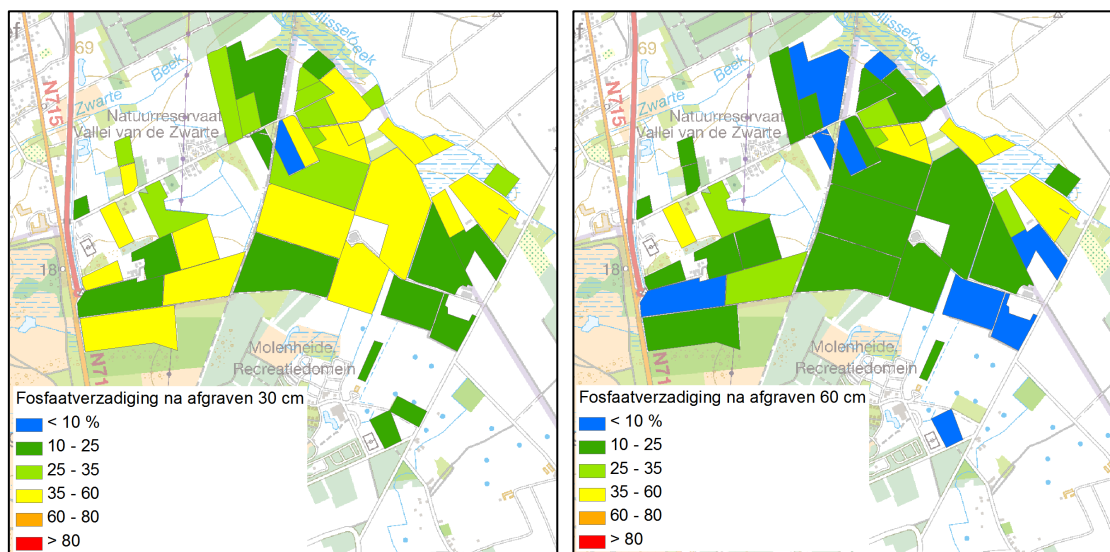
Gezien de omvang van het huidige problemen, veroorzaakt door de jarenlange zware overbemesting van de terreinen, is het van belang dat de vorm van landgebruik die gezorgd heeft voor deze milieudruk, stopgezet wordt. Het volstaat niet dat er één of een paar jaar niet bemest wordt met fosfor om de milieudruk op de grondwaterafhankelijke habitats van de omliggende Natura-2000 gebieden op te lossen. Door de jarenlange excessieve overbemesting heeft de fosfaatverzadiging en doorslag van water oplosbaar fosfaat naar het grondwater, in dit gebied dergelijke proporties aangenomen, dat remediëring maar mogelijk is mits het langdurig achterwege blijven van fosfaatbemesting en gerichte maatregelen voor het verwijderen van de nu reeds aanwezige fosfaat in de percelen waar de sterke overschrijding is vastgesteld. Herstel van een gezonde abiotische toestand die voldoet aan de milieukwaliteitsnormen is pas mogelijk na een langdurige inspanning. Zelfs al wordt de fosfaatuitspoeling gestopt (door plaggen, afgraven of immobiliseren), dan nog is er een nutriëntenstroom onderweg die nog vele jaren aan de oppervlakte komt in de omliggende grondwaterafhankelijke natuurterreinen. Actueel is zelfs de toevoer van fosfaat nog niet gestopt. Het langdurig stopzetten van fosfaatbemesting is dan ook een eerste vereiste.

Fosforverzadigd bodemmateriaal afvoeren

De gehele fosfaatverzadigde bodemlaag afvoeren leidt tot een onmiddellijke stop van de uitloging van fosfaat. Het is meteen ook de enig mogelijke maatregel die zal zorgen voor het effectief totaal stoppen van verdere uitloging. Het verwijderen van de toplaag van de bodem (tot maximaal 30 cm) wordt plaggen genoemd. Het verwijderen van een nog dikkere toplaag

wordt afgraven of ontgronden genoemd. Het gaat dan over de afvoer van de bouwvoor of nog dieper. De bouwvoor is de door regelmatig ploegen intens gemengde en dus gehomogeniseerde bovenlaag van een akker. In regel heeft die een dikte van ca. 30 cm. Tijdens de bodemstaalname is vastgesteld dat de dikte van de bouwvoor in sommige percelen tot 40 à 50 cm oploopt. Een dergelijke dikke bouwvoor ontstaat bij zogenaamd diepploegen. Uit figuur 32 blijkt dat plaggen (afgraven van een toplaag tot 30 cm) enkel in een beperkt aantal percelen de uitloging van fosfor tot een aanvaardbaar niveau (d.w.z. compatibel met het behoud van de Europees beschermde vegetaties in de kwelzone stroomafwaarts) zal kunnen beperken. Door de hoge P-concentratie in de diepere lagen van de bodem zal het plaggen van de toplaag van de bodem meestal niet volstaan.

Het dieper afgraven van de bodem kan de fosfaatverzagingsgraad in meer percelen onder de 25 % terugbrengen (figuur 32).



Figuur 39 Fosfaatverzagingsgraad in de bodem na plaggen van 30 cm (= FVG huidige laag 30 – 90 cm) of afgraven tot 60 cm (= FVG huidige laag 60 – 90 cm). Enkel de percelen met een huidige profielgemiddelde fosfaatverzagiging van meer dan 25 % worden beschouwd. Er wordt geen rekening gehouden met de gevolgen van afgraven op de waterhuishouding.

De percelen afgraven tot 60 cm diepte betekent echter een drastische verlaging van het maaiveldniveau. Er zijn geen peilbuizen in het landbouwgebied zelf om dit kwantitatief te bevestigen, maar het risico is groot dat er na afgraven een drassige zone of zelfs een plas zal ontstaan, en dat een normaal landbouwgebruik niet meer mogelijk zal zijn. Om daarover uitsluitsel te geven, is verder onderzoek nodig. Indien de gelegenheid zich voordoet, bv. bij grote infrastructuurwerken, zou de afgevoerde grond ook vervangen kunnen worden door (niet verontreinigde en niet fosfaatverzagde) grond. Actueel kan alleen maar ingeschat worden dat afgraven van dikkere grondlagen zich wel degelijk in het grondwater zal afspelen.

De haalbaarheid van het diep afgraven van alle overbemeste percelen zal afhangen van de mogelijkheden om grond (al dan niet na grondreiniging) te hergebruiken. 1 hectare 60 cm diep afgraven zorgt voor een gronddepot van 6000 m³. Het met nutriënten aangerijkte landbouwgebied dekt hier een zone van naar schatting 230 hectare...

Fosforrijke verbindingen uit de bodem afvoeren

Planten nemen tijdens de groei nutriënten op, door de biomassa te oogsten en af te voeren worden dus ook nutriënten afgevoerd. Dit is in feite wat gebeurt bij een landbouwkundig gebruik van terreinen. Alleen wordt bij landbouwkundig gebruik de verliezen aan nutriënten

door export (=oogst) gecompenseerd door gedoseerde bemesting, waarbij dat 'verlies' terug aangevuld wordt. Dat principe kan gebruikt worden om overbemeste terreinen te saneren. Belangrijk daarbij is om goed te begrijpen dat planten, om optimaal te kunnen groeien, nutriënten in bepaalde verhoudingen nodig hebben. Een plant of een landbouwgewas groeit maar als er niet alleen fosfaat, maar ook stikstof (onder de vorm van nitraat of ammonium) beschikbaar is. Een knelpunt voor fosforverschraling door een klassiek maaibeheer is dat de stikstofvoorziening snel een beperkende factor wordt voor groei, waardoor niet alleen de gewasproductie snel afneemt maar dus ook de afgevoerde fosforhoeveelheden na een paar jaar afneemt. Hierdoor verliest de techniek onder volledige bemestingsstop snel aan effectiviteit.

Om de opgehoopte fosfor efficiënter uit de bodem te halen, kan het uitmijnen een oplossing zijn. Daarbij wordt een gewas geteeld, waaraan alle voedingstoffen behalve P zodanig uitgebalanceerd toegediend worden zodat optimaal in de behoeften van de teelt wordt voorzien. Door een aangepaste bemesting (voornamelijk uit stikstof en/of kalium) kan de productie, en dus ook de fosfaatafvoer, langer hoog gehouden worden dan bij een klassiek maaibeheer. Het gaat hier dus om een landbouwteelt waarbij ook onkruidbestrijding en inzet van andere pesticiden hoort om een optimale export van fosfor (en ook de andere, extra toegediende nutriënten) te bewerkstelligen.

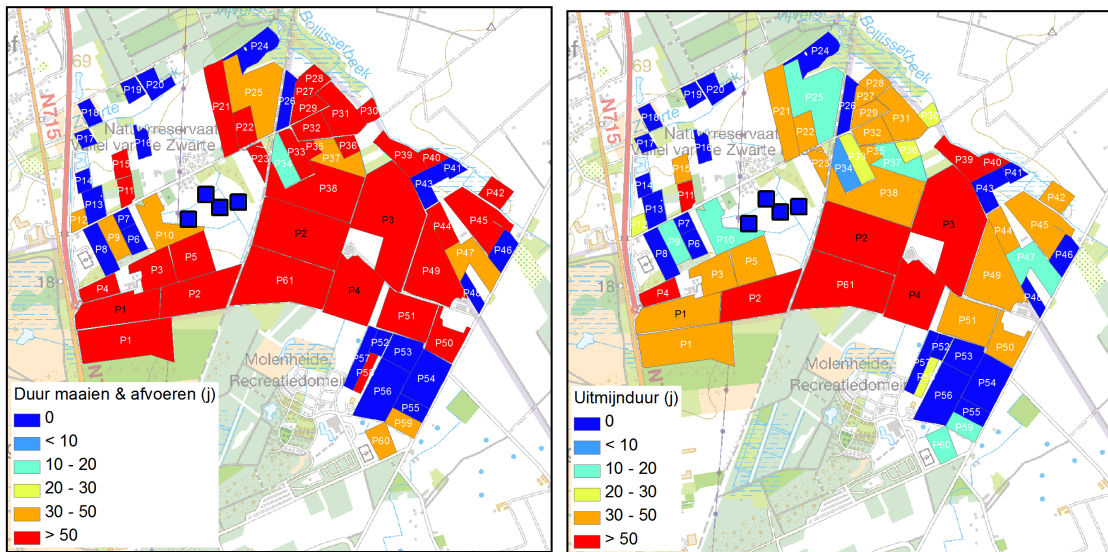
Waar de fosforafvoer via klassiek maaibeheer tussen 10 en 15 kg P per hectare bedraagt (bv. Oosterbaan et al. 2008, Sival et al. 2007), kan via uitmijnen in fosfaatrijke gronden vaak 30 tot 50 kg P / hectare per jaar afgevoerd worden (Sival & Chardon 2004), maar zelfs wanneer er selectief bemest wordt met N en K, zal er na een tijd toch een verlaging optreden in de P-afvoer. Het precieze verloop van deze afname van P afvoer in de tijd is tot op heden niet gekend, de berekening van de uitmijnduur nodig om de fosfaatverzadigingsgraad te verlagen blijft dus nog grotendeels een theoretische oefening.

De P-voorraad werd voor de bodemlaag 0 tot 30 cm berekend. Er werd van uit gegaan dat het P gehalte ongeveer constant is in de bouwvoor. Er werd bij de berekeningen een bodemdichtheid van 1,3 kg/l aangehouden.

De P-voorraad in de oxalaat extraheerbaar fractie in de bouwvoor werd vergeleken met de P-voorraad die bereikt moet worden om de streefwaarde te halen (fosfaatverzadigingsgraad van maximum 25%).

Op basis van de literatuurgegevens wordt de gemiddelde P-afvoer op 35 kg/ha.jaar geschat, een waarde die voor het uitmijnen met gras of met een mengsel van gras en klaver realistisch lijkt (in elk geval bij een hoge P-toestand in de bodem in het begin van het proces). Er werd een theoretische berekening van de uitmijnduur uitgevoerd met een constante afvoer van 35 kg P/ha.jaar. In de eerste jaren zal de hoge fosforconcentratie in de bodem waarschijnlijk resulteren in een hogere fosforafvoer, na verloop van tijd zal het afnemende fosforgehalte in de bodem de groei van de gewassen beperken en zullen de biomassa-productie en de fosforafvoer afnemen.

Figuur 40 geeft het aantal jaren nodig om een fosfaatverzadigingsgraad van 25 % in de toplaag (0 - 30 cm) te bereiken via maaien en afvoeren of via uitmijnen.



Figuur 40 Duur (uitgedrukt in jaren) van maaien en afvoeren (links) en uitmijnen (rechts) om een fosfaatverzadigingsgraad van 25 % in de toplaag van de bodem (0 – 30 cm) te bereiken.

Opvallend zijn de zeer lange termijnen nodig om de doelstelling te bereiken. De theoretische duur van het uitmijnen is meestal meer dan 20 jaar (tot zelfs meer dan 100 jaar). Tijdens deze periode blijft fosfor naar het grondwater uitloggen en blijft dus voor problemen zorgen in de grondwaterafhankelijke delen van de Natura 2000 gebieden rondom dit gebied. Het uitmijnen van de toplaag van de bodem lijkt dus geen kansrijke maatregel om resultaten binnen een korte termijn te halen, wel op de langere termijn. Opnieuw, een absolute stop van P-bemesting is daarbij een noodzaak.

Fosfor immobiliseren

Het vastleggen van fosfaat door het toevoegen van materialen die fosfaat binden of minder beschikbaar maken (meestal materialen met een hoog gehalte aan ijzer en/of aluminium, of calcium) is mogelijk een alternatief voor afgraven of uitmijnen. Uit onderzoek in labo en in het veld is gebleken dat het risico op af- en uitspoelen van fosfaat verkleind kan worden: door fosfaatbindende verbindingen aan de bodem toe te voegen kan het gehalte wateroplosbare P sterk gereduceerd worden (review van de kennis in Chardon 2009).

Er zijn echter nog tal van onzekerheden gelinkt met deze methode (werking op lange termijn, toedieningswijze, te gebruiken producten en hun neveneffecten) die dus zeker nog niet als routinemethode toegepast kan worden. De grote natuurwaarden van met name de grondwaterafhankelijke delen van de vallei van de Zwarte beek, maken dat de grootschalige inzet van deze techniek, met alle daaraan verbonden onzekerheden, niet echt aangewezen is.

De immobiliserende stoffen moeten bovendien in de bodem ingebracht worden waarbij de bodem gemengd moet worden. In het labo is dat een eenvoudige maatregel. Op het terrein kan dat door te ploegen (tot 30 cm diepte) of door diepploegen (tot 40-45 cm diepte). De te immobiliseren fosforverbindingen zitten in een groot aantal percelen echter nog dieper, wat de toepasbaarheid en effectiviteit van deze maatregel dubieus maakt.

Indien omwille van de verontreiniging (met zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, minerale olie) toch een grondreiniging nodig blijkt, kan deze optie wel beschouwd worden, maar dan in gecontroleerde (in-situ of ex-situ) condities. Ook hier is er op dit ogenblik te weinig info over en de maatregel is, voor zover ons bekend, op een dergelijke schaal nog nooit in de praktijk toegepast.

Combinatie van maatregelen

Het onmiddellijk stopzetten van de fosforbemesting is een randvoorwaarde om op termijn de milieudruk op de grondwaterafhankelijke habitats van de omliggende Natura-2000 gebieden op te lossen. Naast deze maatregel kunnen remediërende maatregelen alleen of in combinatie met elkaar gebruikt worden.

In theorie kunnen de fosfaatverzadigde percelen bv. ondiep geplagd worden, en kan de vegetatie die zich daar na verloop van tijd vestigt, vervolgens regelmatig gemaaid worden om de in de bodem overgebleven nutriënten nog te exporteren. Na het plaggen van de gronden zal het maaiveld echter (soms aanzienlijk) dichter in de buurt komen van het freatische oppervlak. De optie om na afgraven nog aan uitmijning van nutriënten te doen wordt daardoor (ten minste) op sommige plaatsen wellicht onhaalbaar. Uitmijnen veronderstelt ook een vruchtbare grond terwijl de toplaag van de bodem na plaggen nog nauwelijks organische stof en bodemfauna zal bevatten. Dat is opnieuw een maatregel die nog nooit op een dergelijke schaal in de praktijk op effectiviteit werd getest.

De maatregelen kunnen ook ruimtelijk gedifferentieerd worden rekening houdende met de waterhuishouding en de graad van fosfaatverzadiging.

De maatregelen om uitspoeling (doorslag) van fosfor te beperken kunnen gecombineerd worden met maatregelen om de afspoeling te verminderen en de fosfaat in drainagesloten te verwijderen:

- Fosfor in sediment en run-off water vangen in bufferstroken
- Maatregelen tegen erosie en ter verbetering van de bodemstructuur om afspoeling tegen te gaan
- Fosfaat in drainagewater opvangen via een helofytenfilter
- Fosfaat in drainagewater immobiliseren met ijzer, aluminium en/of kalkhoudende materialen

Sommige maatregelen kunnen gemakkelijk worden toegepast, andere maatregelen (zoals de fixatie van P met ijzer, aluminium en/of kalkhoudende materialen of het gebruiken van een helofytenfilter) zullen eerst nader onderzocht moeten worden. Dat vraagt tijd en die is er eigenlijk niet.

5.1.3 Een nutriëntentoestand bereiken die compatibel is met natuurdoelen in het brongebied van de Zwarte Beek

In het brongebied van de Zwarte Beek zijn specifieke instandhoudingsdoelstellingen gedefinieerd voor een aantal percelen. Aan het Zwart Water is ontwikkeling van een kamgrasland als doel gesteld, met plaatselijk ook droge heide (Europees beschermde habitattype 4030) in mozaïek met heischraal grasland (6230) en natte heide (4010). Zowel heide als heischraal grasland zijn vegetaties die zeer voedselarme condities vereisen.

Bij omzetting van landbouwgrond naar natuurgebied veroorzaakt stikstof (door zijn grote mobiliteit) minder problemen dan fosfor, dat langer gebonden blijft aan de bodempartikels. Hoe beter fosforuitloging kan beperkt worden en hoe beter het beschikbare fosfor kan afgevoerd worden, des te groter de kans op een succesvol natuurherstel.

Tabel 11 geeft een vereenvoudigd overzicht van de voordelen en nadelen van enkele mogelijke inrichtings- en beheersmaatregelen, met een bijzondere aandacht voor P-verschraling.

Tabel 11 Voordelen en nadelen van enkele op fosfor reductie gerichte herstel- en beheersmaatregelen voor natuurontwikkeling - natuurherstel

Voordelen	Nadelen
Plaggen (toplaag bodem verwijderen)	
- Effectief voor stikstof (i.e. organisch materiaal afschrappen & afvoeren)	- Minder effectief voor fosfor dat op minerale bodemdeeltjes dieper in de bodem kan gebonden zijn - Zaadbank (grotendeels) verloren - Bodemleven aangetast
Afgraven (bovenste laag bodem verwijderen, vaak bouwvoor of dieper)	
- Effectief voor stikstof (organisch materiaal afgevoerd) en andere nutriënten - Werken eventueel met herstel van hydrologie te combineren - Kostenbesparing in vergelijking met langdurig beheer?	- Zaadbank verloren - Bodemleven aangetast - Zuurbuffercapaciteit verloren - Archeologisch/cultuurhistorisch erfgoed verloren - Landschap aangetast - Geomorfologische en bodemkundige patronen verstoord - Vervoer en afzet grote volumes grond
Diepploegen	
	- Alleen maar in ongeroerde profielen waarin de onderste lagen voedselarm zijn, niet van toepassing als veel doorslag van P - Diepwortelende plantensoorten die diepe P pools kunnen gebruiken en aan de oppervlakte terugbrengen?
Ophoging met aanbreng van nutriëntenarm materiaal	
- Effectief voor stikstof en andere nutriënten - Werken eventueel met herstel van hydrologie te combineren - Kostenbesparing in vergelijking met langdurig beheer?	- Aantasting geomorfologie en bodemprofiel - Landschap aangetast - Kosten vervoer – opslag? - Beschikbaarheid van voedselarm materiaal?
Maaien met afvoeren	
- Effectief voor stikstof en kalium die goed worden opgenomen in bovengrondse delen van de planten (Chardon & Sival 2003)	- Productie (en P-afvoer) neemt na verloop van tijd sterk af, verschraling zeer traag
Uitmijnen (bemesten zonder P-toediening + maaien en afvoeren)	
- Effectief om P in oplossing te verlagen - Geogoste gewas kan een landbouwkundige waarde hebben	- Uitmijnduur kan lang zijn - Beheerskosten - Risico's stikstofbemesting - Nulbemesting in natuurgebieden? - Kennishiaten effectiviteit voor natuurontwikkeling (zie verder)
Begrazen	
- Creëren van een structuurrijk landschap	- Herverdeling nutriënten, weinig tot geen afvoer
Immobilisatie P door Al- of Fe toediening (literatuurstudie in Chardon 2009)	
- Effectief om P in oplossing te verlagen - Goedkoop als recuperatiemateriaal wordt gebruikt	- Alleen maar voor P - Risico om verzuring bij het neerslaan van Fe- of Al-hydroxiden - Bijproducten worden vaak aangevoerd (als onder zout vorm: NO₃ of SO₄ anionen, zoals slib afkomstig uit waterzuivering: risico verontreiniging) - Dosis soms hoog om resultaten te verkrijgen

Voordelen	Nadelen
Immobilisatie door Ca toediening	
- Effectief om P in oplossing te verlagen	- Kennishiaten effectiviteit voor natuurontwikkeling

Op oude landbouwgronden zijn de detailtopografie, de bodemhorizonten en de zaadbank door ploegen aangetast, waardoor afgraven minder schade aan de al gedegradeerde situatie zal veroorzaken.

De actueel belangrijke aanvoer van nutriënten (en zware metalen) in het Zwart Water via drainagewater uit het landbouwgebied vormt ook een obstakel voor natuurontwikkeling in deze zone. Deze aanvoer moet zo snel mogelijk stopgezet worden om verdere accumulatie van nutriëntenrijk slib te vermijden. Dit impliceert een drastische verandering in de huidige bemestingspraktijken in deze zone en/of een (tijdelijke) omleiding van de drainagegrachten en/of de Zwarte Beek zelf. In een tweede fase zal het grootschalig wegschrappen van de sliblaag (afplaggen) noodzakelijk zijn, en dit om te vermijden dat het slib in de toekomst nog als bron van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater fungeert.

5.2 Zware metalen, PAK's en andere verontreinigende stoffen

Er zijn in een aantal percelen verhoogde concentraties van verontreinigende stoffen vastgesteld.

Plaatselijk overschrijden deze concentraties de bestaande normen voor hergebruik van grond. Als het slib in de Zwarte Beek en het Zwart Water wordt geruimd, of als er geopteerd wordt voor plaggen/afgraven, zullen mogelijk extra analyses uitgevoerd moeten worden. Als de verontreiniging wordt bevestigd, zullen de afzetmogelijkheden beperkter zijn en zijn meerkosten te verwachten.

In sommige percelen worden de richtwaarden en/of saneringsnormen overschreden voor cadmium, lood en koper. Zware metalen concentraties boven de saneringsnorm betekent niet altijd dat de bodem gesaneerd moet worden. In VLAREBO wordt een onderscheid gemaakt tussen historische en nieuwe bodemverontreiniging. Op gronden met historische bodemverontreiniging wordt overgegaan tot een beschrijvend bodemonderzoek als er duidelijke aanwijzingen zijn van een ernstige bodemverontreiniging en als de bodem een risico tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu oplevert. Bij nieuwe verontreiniging is de exploitant verantwoordelijk voor de uitvoering van een bodemonderzoek en voor de eventuele bodemsanering. Er wordt een beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd als er duidelijke aanwijzingen zijn dat de bodemverontreiniging de bodemsaneringsnormen overschrijdt of dreigt te overschrijden.

In dit geval is het niet duidelijk of de waargenomen bodemverontreiniging historisch of nieuw is. Alvorens over te gaan tot verder onderzoek moet een bodemsaneringsdeskundige de aard van de bodemverontreiniging bepalen.

Indien verder onderzoek en sanering nodig blijken, zal maximaal afstemming gezocht kunnen worden tussen methoden om de verontreiniging te saneren en methoden om het overschot aan fosfor te verwijderen.

5.3 Voorkeursscenario's en conclusie

De omvang van de milieudrukken zijn actueel dermate hoog opgelopen dat onmiddellijk herstel van voor natuur gunstige omstandigheden niet meer mogelijk is. Herstel van die gunstige omstandigheden zal onvermijdelijk een periode van een aantal jaren in beslag nemen zelfs als er morgenvroeg actie wordt ondernomen. Gebeurt er niets om de huidige milieudrukken snel terug naar een wettelijk afgesproken niveau te brengen en/of worden de

nodige maatregelen voor herstel pas over een aantal jaren genomen, dan zal de periode van herstel onvermijdelijk langer worden en de schade aan natuurgebieden in de omgeving nog groter.

Elke voorgestelde mitigerende maatregel heeft zijn kostenplaatje, waar hier niet op ingegaan werd.

Elke voorgestelde maatregelen zal, voor hij in de praktijk kan worden gebracht nog bijkomende metingen of organisatie van het uitvoeren vergen. Bijgevolg zullen alle herstelmaatregelen kostbare tijd vragen.

Absolute prioriteit moet dan ook liggen bij het volledig stopzetten van fosfaatbemesting op alle percelen waar een fosfaatverzadigingsgraad van hoger dan 20-25 % werd vastgesteld en het terugbrengen van stikstofbemesting tot op het niveau waarbij er geen nitraatresidu's meer achterblijven na de teelt. Alleen zo kan gegarandeerd worden dat de situatie niet nog erger wordt. Het probleem is dan echter nog niet opgelost.

De zone van het Zwart Water waar de voorbije jaren met nutriënten aangerijkt water op gekomen is (de volledige plas en oeverzone) moet afgeschrapt worden (i.e. de vegetatiemat en 5 cm bodem); vanzelfsprekend na het stopzetten of omleiden van het drainagewater vanuit het stroomopwaarts gelegen landbouwgebied.

Aangezien er momenteel al fosfaatdoorslag waargenomen wordt in de bovenstroomse valleiden van de Zwarte beek, zal hier een consequent en intensief (minimaal jaarlijks) maai-beheer moeten gevoerd worden om te vermijden dat de kleine zeggenvegetaties verder in kwaliteit afnemen door bijvoorbeeld toename van soorten als riet, bramen, grote lisdodde, grote bandnetel, gewone wederik, ... Intussen kan de beheerder alleen maar hopen dat de orthofosfaatconcentraties in het grondwater niet nog verder oplopen. Als dat het geval zou zijn, is het voortbestaan van kleine zeggenvegetaties in deze omgeving uiterst onzeker. Dit consequente en intensieve beheerregime moet aangehouden worden tot de doorslag van orthofosfaat in de infiltratiezone niet meer optreedt.

Enkel en alleen het volledig afgraven van alle percelen waar een fosfaatverzadigingsgraad van meer dan 20-25% bedraagt, kan er voor zorgen dat de uitspoeling van orthofosfaat naar grondwater onmiddellijk (na de uitvoering van de werken) stopt. Het is erg belangrijk om te beseffen dat bij het nemen van deze maatregel het ecohydrologische systeem wijzigt. Bijkomend gericht onderzoek naar wijze van uitvoering en afwerking na uitvoering is cruciaal om ongewenste effecten op omliggend en stroomafwaartse gelegen natuurgebieden te minimaliseren.

Gezien de enorme organisatorische problemen die verwacht worden bij het uitvoeren van deze maatregel is het niet waarschijnlijk dat die (op korte termijn) kan/zal uitgevoerd worden. Bovendien zal er dus ook bijkomend meet en studiewerk noodzakelijk zijn om bijkomende negatieve effecten op natuur, na de uitvoering van de werk te vermijden (gedaalde grondwaterstanden, afwerking na uitvoering, ...).

Gezien de onzekerheden (vnl. de kans op onverwachte neveneffecten), de praktische problemen die bij immobiliseren van fosfor (i.e. de quasi onmogelijkheid om de immobiliserende stoffen in de diepere lagen in te brengen), wordt afgeraden om deze toe te passen.

Gewasteelt onder nulbemesting of uitmijnen na afgraven van de bouwvoor is de 'second best' oplossing, maar zal met stellige zekerheid de uitspoeling van orthofosfaat niet stoppen. Deze maatregel moet worden verdergezet tot fosfaatverzadigingsgraad van de verschillende gebruikspcelen gedaald is tot 20-25%. Zoals gezegd is de haalbaarheid van deze maatregel nog niet gegarandeerd. Er is enkel zekerheid over het eerste deel van het hersteltraject. Daarom dan ook de kwalificatie 'second best'.

6 Referenties

Agentschap voor Natuur en Bos (2012). Instandhoudingsdoelstellingen voor speciale beschermingszones BE2200029 Vallei- en brongebieden van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden en BE2218311 Militair domein en de vallei van de Zwarte Beek. Brussel. 356 pp.

Baert L., Lookman R. & De Gryse S. (1997). Fosfaatverzadiging van zandige bodems in Vlaanderen. Universiteit Gent, Gent & Katholieke Universiteit Leuven, Leuven. 143 p.

Batelaan O. & De Smedt F. (1994). Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden, Vrije Universiteit Brussel.

Batelaan O., El-Rawy M., Schneidewind U., De Becker P., Herr C. (2012) Doorrekenen van maatregelen voor herstel van vochtige heidevegetaties op het Schietveld van Houthalen-Helchteren via grondwatermodellering Eindrapport. Vrije Universiteit Brussel en Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Belpaire, C., Smolders, R., Vanden Auweele, I., Ercken, D., Breine, J., Van Thuyne, G., Ollevier, F. (2000). An Index of Biotic Integrity characterising fish populations and ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia* 434, 17-33.

Boers P. en Uunk J. (1990). Methode voor het schatten van de nalevering van fosfaat door de waterbodem na vermindering van de externe belasting. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA. 35 pp.

Bohl E. (1993) Rundmauler und Fische im Sediment – Ökologische Untersuchungen zur Bestands- und lebensraumsituation von Bachneunauge (*Lamperla planeri*), Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*) und Steinbeisser (*Cobitis taenia*) in Bayern. *Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung*, 22, 1-129.

De Becker P., Herr C., Huybrechts W., Vanderhaege F., Wouters J. & Hens M. (2011). Advies betreffende de impact van de nutriëntenbelasting in het brongebied van de Zwarte Beek op oppervlaktewater en grondwater in het stroomafwaarts gelegen natuurgebied "Vallei van de Zwarte Beek". Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.A.2010.208

De Blust G. (1988) Problematische oppervlaktewaterkwaliteit in de Zwarte Beek – Bolisserbeek als gevolg van lozingen vanuit het recreatiedomein Molenheide en het Landbouwbedrijf Lavrijssen. Advies van het Instituut voor Natuurbehoud

Denayer B. (2003) Visstandonderzoek op de Zwarte beek, midden- en bovenloop vanaf de Gestelse Molen Provinciale Visserijcommissie Limburg Limburg V.R.03.01

Denis J. (Ed.) 1992 geografie van België. Gemeentekrediet Brussel

De Saeger S., Guelinckx R., Van Dam G., Oosterlynck P., Van Hove M., Wils C., Paelinckx D. (2014). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2014. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2014.1698392. 24 p.

Herr C., De Bie E., Corluy J., De Becker P., Wouters J., Hens M. (2012). Analyse van de actuele milieudruk op de aanwezige habitattypen in de Vlaamse Habitatrichtlijngebieden. Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit, atmosferische stikstofdepositie en grondwaterstanden. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2012.3. 154 p.

Herr en De Becker (2014). Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel. Nutriëntenbelasting. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2014.2672548. 58 p.

Hofman S. en Van den Broeck H. (2013). Statistische evaluatie van de audit analyses uitgevoerd tijdens de nitraatresiducampagne 2011. Studie uitgevoerd in opdracht van VLM. 55 p.

Jaarsma N., Klinge M., Lamers L. (2008). Van helder naar troebel... en weer terug. Een Ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de kaderrichtlijn water. Utrecht: STOWA. Stowa-rapportnummer 2008-04.

Koopmans, G.F. (2004). Characterization, desorption, and mining of phosphorus in noncalcareous sandy soils Doctoral thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands, 168 p.

Lamers L., Lucassen E., Smolders F., Roelofs J. (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. H2O.

Leyssen A., Denys L., Packet J., Schneiders A., Van Looy K., Paelinckx D. (2010). Indicatieve situering van het Natura 2000 habitatype 3260 Submontane - en laaglandrivieren met vegetaties behorende tot het Ranunculion fluitantis en het Callitricho-Batrachion. Versie 1.3. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.R.2010.67.

Meers E. (2014). Potentieel van eco-engineering (ICW) voor aanpak van diffuse nitraat-aanrijking in intensief bemest gebied (Houthalen-Helchteren). Universiteit Gent. 11 p.

N-(eco)² (2000)– Bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem als beleidsinstrument - Eindrapport deel 3: Bemonstering en controle. 58 p.

Oomsels S. (2014). Verslag van monitoring voor nader onderzoek "Nazorg incident Bolissenbeek Peer_Vergister". VMM. 21 pp.

Oosterbaan A., de Jong J.J., Kuiters A.T. (2008). Vernieuwing in ontwikkeling en beheer van natuurgraslanden op voormalige landbouwgrond op droge zandgronden. Wageningen: Alterra. Alterra-rapport 1669. 57 p.

Packet Jo, Denys Luc, De Becker Piet (2010). Advies betreffende mogelijkheden voor het herstel van een zwak gebufferd ven op het militair domein Kamp Beverlo te Houthalen-Helchteren. Advies INBO.A.2010.232, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 15 pp.

Salomez J., De Bolle S., Hofman G. & De Neve S. (2006). Afbakening van de fosfaatverzadigde gebieden in Vlaanderen op basis van een kritische fosfaatverzadigingsgraad van 35%. Universiteit Gent, Onderzoeksgroep Bodemvruchtbaarheid en Nutriëntenbeheer, Vakgroep Bodembeheer en bodemhygiëne.

Schoumans O.F. (2004). Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Alterra Rapport 730.4., Alterra, 50 pp.

Sival,F.P. & W.J. Chardon. (2004). Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 1090.

Sival F.P., Chardon W.J., van Rooij M. (2007). Fosfaat en natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in de provincie Zeeland. Alterra. 1566-7197.

Van Daele T., Batelaan O. & De Smedt F. (2001) Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de Zwarte Beek, Deel II: Hydrologische systeemmodellering. Vrije Universiteit Brussel.

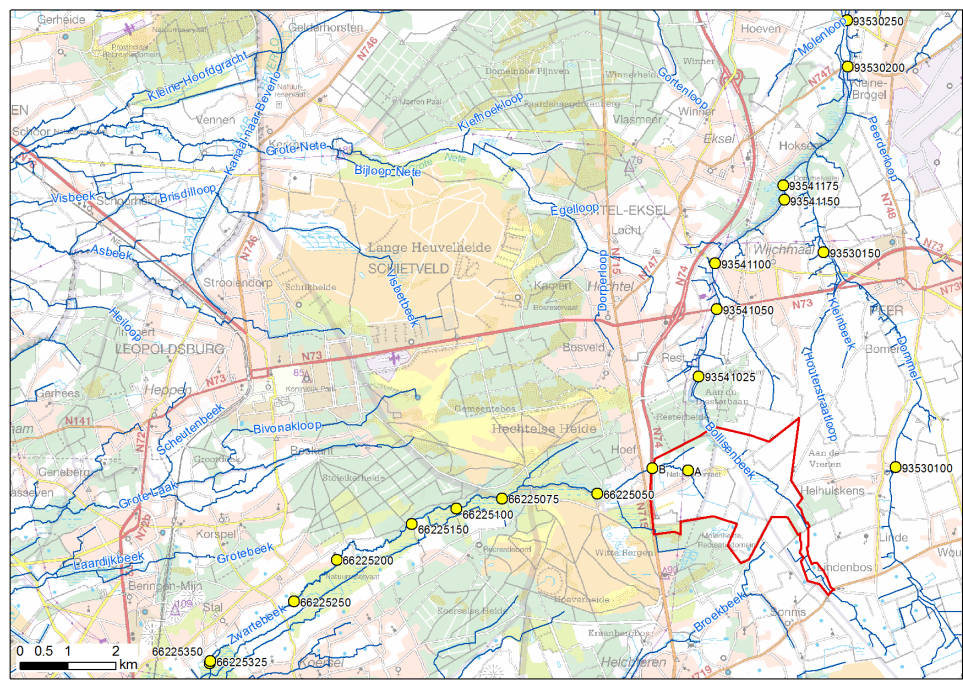
Van Looy K., Wouters J., Schneiders A., Denys L., Packet J., Decler K., Adriaens P. & Van Hoydonck G. (2008). Afstemming doelen Integraal waterbeleid (DIW-KRW) en Natura 2000. Ecologische vereisten beschermde habitattypen en soorten. Rapport INBO.R.2008.42, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Thuyne, G., Breine, J. (2004). Visbestandopnames op de Dommel en Warmbeek en hun zijbeken (2004). Rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie visserij, 2004 (124).

Van Thuyne, G., Galle L., (2012). Visbestandopnames in het Maasbekken 2011, Bemonsteringsverslag. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.IR.2012.23.

VMM (2009). Biologische beoordeling van de natuurlijke, sterk veranderde en kunstmatige oppervlaktewaterlichamen in Vlaanderen conform de Europese Kaderrichtlijn Water. 78 pp.

Bijlage 1: Visbestandopnames in de Bolisserbeek, Dommel en Zwarte Beek



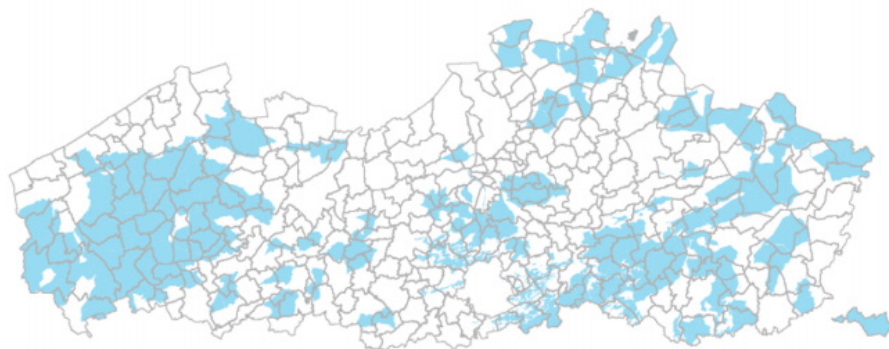
Locaties visbestandopnames in de Bolisserbeek, Dommel en Zwarte Beek. Data: VIS databank, 'Meetnet Zoetwatervis', Denayer (2003).

Overzicht van de aangetroffen vissoorten op de Dommel, Bolisserbeek en Zwarte Beek (bron: VIS databank). 1 = aanwezig. Data: VIS databank, 'Meetnet Zoetwatervis', Denayer (2003).

Waterloop	Meetpunt	Jaar	Amerikaanse hondsv baars	baars	beekforel	beekprik	berm pie	blankvoorn	blauwbandgrondel	brasem	bruine Amerikaanse dwergmeerval	driedoornige stekelbaars	giebel	kolblei	kopvoorn	kroeskarper	paling	rietvoorn	rievergrondel	serpeling	snoek	tiendoornige stekelbaars	vetje	winde	zonnebaars
Bolisserbeek	93541025	2004	1					1			1						1								1
	93541050	2004															1					1			
	93541100	1998	1															1	1	1		1			1
		2000		1					1	1		1						1	1	1			1		
		2004							1					1	1			1	1			1			1
	93541150	1998	1																			1			
2004		1	1	1				1			1		1				1								
2011								1							1		1	1				1		1	
93541175	2004	1															1	1				1			
Dommel	93530100	1998																					1		
		2004											1						1			1			
		2008											1						1			1			
		2011																	1			1			
	93530150	1998			1							1										1			
	2000			1				1		1	1	1						1			1				

Waterloop	Meetpunt	Jaar	Amerikaanse hondsv baars	baars	beekforel	beekprik	bermpje	blankvoorn	blauwbandgrondel	brasem	bruine Amerikaanse dwergmeerval	driedoornige stekelbaars	giebel	kolblei	kopvoorn	kroeskarper	paling	rietvoorn	riviergrondel	serpeling	snoek	tiendoornige stekelbaars	vetje	winde	zonnebaars
	93530200	1998					1					1	1				1	1	1			1		1	1
		2004	1		1		1	1		1		1	1	1	1		1	1	1					1	1
		2007			1						1	1	1				1	1	1					1	1
		2008			1			1			1	1					1	1	1					1	1
		2011						1	1			1			1		1	1	1	1	1			1	1
	93530250	1998						1				1	1				1	1	1		1	1		1	1
Zwarte Beek	66225050	2003	1				1			1															
	66225075	2003	1			1	1												1						
	66225100	2001				1	1	1											1						
		2009	1			1	1	1											1						
		2012	1			1	1	1	1										1						
	66225150	2001	1			1	1	1											1						
		2003	1			1	1	1											1						
	66225200	2001				1	1		1		1								1						
		2003	1			1	1									1		1	1			1			
		2009	1			1	1	1							1			1	1						
		2012				1	1	1							1			1							
	66225250	2001	1			1	1	1	1		1		1					1							
		2003	1			1	1	1			1					1		1	1			1			
	66225325	2001	1			1	1	1	1		1	1	1	1	1			1	1			1	1		1
		2003									1				1	1		1							
	66225350	2003	1				1	1	1		1	1			1	1	1	1							1

Bijlage 2: Focusgebieden 2014 Nitraatrichtlijn

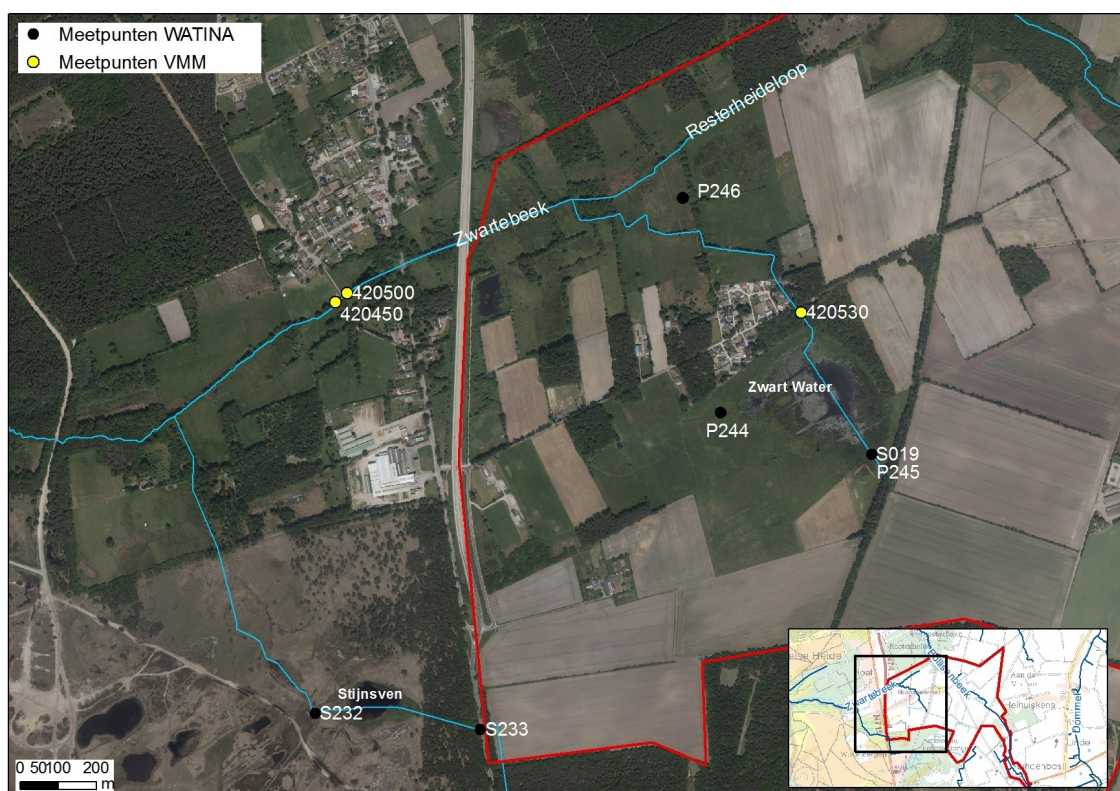


Focusgebieden 2014 in het kader van de Nitraatrichtlijn. Bron: besluit VI. Reg. 17/1/2014.

Bijlage 3: Elektrische geleidbaarheid aan de in- en uitlaat van het Stijnsven en het Zwart water

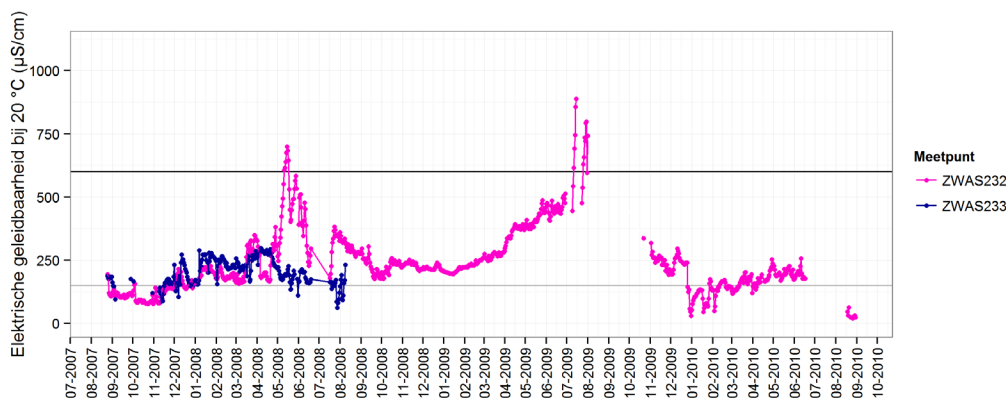
Het drainagewater uit de landbouwpercelen vloeit in de richting van de Zwarte Beek, de Resterheideloop (een zijbeek van de Zwarte Beek), en het Zwart Water, een gebied met een plas en natte graslanden dat aangeduid is als compensatiezone voor de ecologische schade die ontstond bij de aanleg van de expresweg Hasselt-Eindhoven (zie figuur hieronder)

Tot maart 2008 stroomde er ook oppervlaktewater via grachtjes richting het Stijnsven, een relict van een voormalig licht gebufferd ven gelegen aan de westelijke kant van de expresweg Hasselt-Eindhoven. Deze aanvoer was evenwel niet constant maar bij piekdebieten wel relevant en is vermoedelijk de oorzaak van een verhoogde productie aan biomassa in het ven, die tot het ontstaan van een dikke organische sliblaag leidde.



Situering van het Zwart Water en het Stijnsven en van de meetpunten van VMM (alle meetnetten samen) en INBO (WATINA waarbij S = oppervlaktewaterkwaliteit en P = peilbuis, grondwaterkwaliteit).

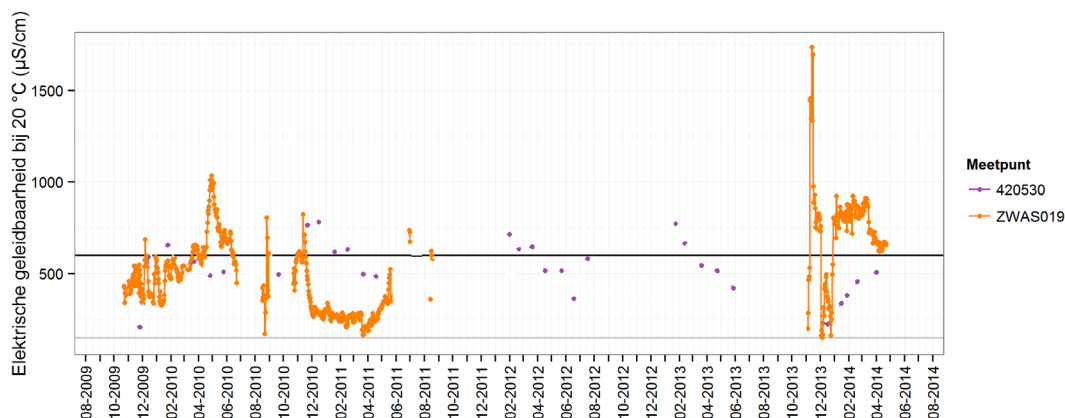
Om de waterkwaliteit aan de inlaat en uitlaat van het Stijnsven op te volgen werden twee dataloggers in 2007 door INBO geplaatst. Eind maart 2008 werd de beek afgekoppeld en omgeleid, zodat het landbouwwater rechtstreeks afgevoerd wordt naar de Zwarte Beek. Onderstaande figuur toont de elektrische geleidbaarheid van het water aan de inlaat en uitlaat van het Stijnsven.



Verloop van de **elektrische geleidbaarheid** bij 20 °C aan de inlaat (ZWAS233 - donkerblauw) en uitlaat (ZWAS232 - paars) van het Stijnsven. Data: WATINA, INBO. Sinds eind maart 2008 wordt het landbouwwater rechtstreeks afgevoerd naar de Zwarte Beek.

Het beekwater dat tot maart 2008 bij piekdebieten het ven kon instromen was ionenrijk. De geleidbaarheid (donkerblauwe lijn) vertoont pieken tot 300 µS/cm, wat in dit gebied inderdaad wijst op belast beekwater. Voor het ven geschikte waarden liggen veeleer tussen 100 en 200 µS/cm. Verrassend genoeg bleek de geleidbaarheid van het uitstromende water na het afkoppelen van de beek in 2008 zeer hoog op te lopen, wat wellicht aan een daling van het waterpeil te wijten is (versnelde mineralisatie van de sliblaag, Packet et al. 2010).

Aangezien het Zwart Water actueel deels gevoed wordt door drainagewater uit de landbouwpercelen, behoort een scenario 'à la Stijnsven' tot de mogelijkheden. Om een beter idee te krijgen van de kwaliteit(-fluctuaties) van het oppervlaktewater dat in het Zwart Water binnenkomt, werd eind september 2009 op de meetlocatie (ZWA)S019 een CTD-diver (datalogger) door INBO gehangen, die tweemaal daags de elektrische geleidbaarheid van het toestromende Zwarte Beek water meet. De resultaten van die metingen vanaf oktober 2009 zijn weergegeven in de figuur hieronder.

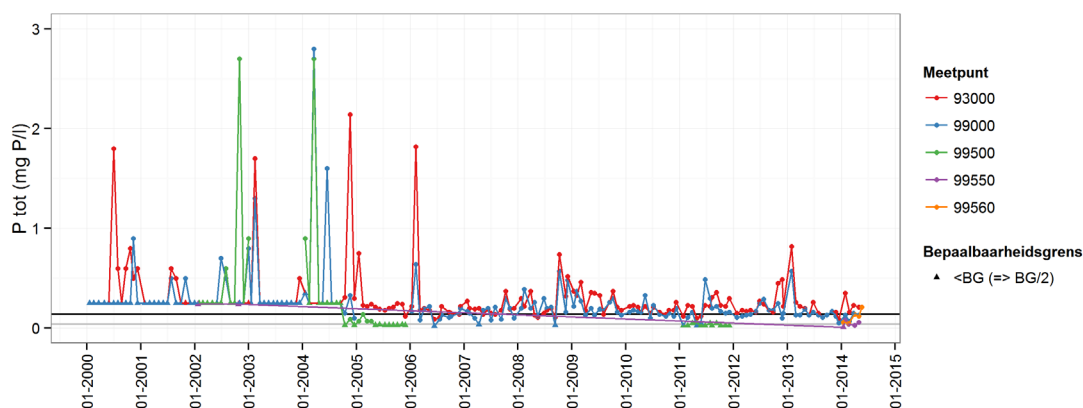


Verloop van de **elektrische geleidbaarheid** in de Zwarte Beek aan de inlaat (ZWAS019) en uitlaat (420530) van het Zwart Water. Data: VMM (420530) en INBO (ZWAS019). Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze 90-percentiel).

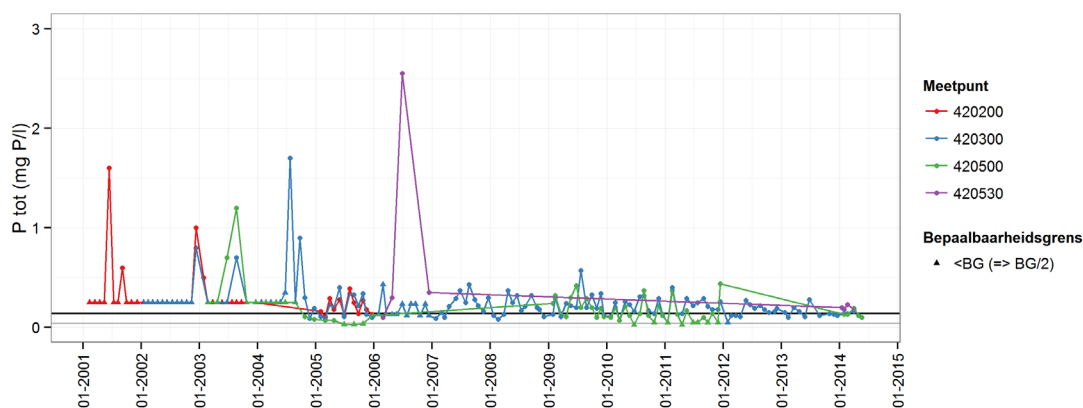
De CTD diver op punt ZWAS019 mat regelmatig hoge waarden (> 400 µS/cm), met pieken tot boven 1000 µS/cm tijdens het voorjaar 2010 en 2014 (mestseizoen) en begin november 2013. Voor beekwater in dergelijke systemen zonder menselijke invloed wordt een elektrische geleidbaarheid rond de 250 µS/cm verwacht. De metingen op punt ZWAS019 wijzen op de aanwezigheid van sterk verhoogde gehalten aan nutriënten en mineralen in het

water dat het Zwart Water voedt. Het ophouden van oppervlaktewater in het Zwart Water, bij de huidige nutriëntenbelasting is dan ook geen goed idee.

Bijlage 4: Totale fosforconcentraties voor de Bolisserbeek, de Dommel en de Zwarte Beek



Verloop van de **totaal fosforconcentratie** in de Bolisserbeek en Dommel. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze zomerhalfjaar gemiddelde).



Verloop van de **totaal fosforconcentratie** in de Zwarte Beek. Data: VMM. Zwarte lijn: grens tussen de matige (boven) en goede ecologische toestand (onder) en grijze lijn: grens tussen de goede (boven) en zeer goede ecologische toestand (onder) conform de KRW (toetswijze zomerhalfjaar gemiddelde).

Bijlage 5: Bijkomende veldmetingen zuurstofhuishouding voor de Bolisserbeek en het Zwart Water in 2013 en 2014

Voor eind 2013 en 2014 zijn er ook extra metingen uitgevoerd door VMM naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013 (Oomsels 2014, zie hieronder voor de ligging van de meetpunten).



Onderstaande tabel toont de metingen voor de zuurstofhuishouding.

Veldmetingen van de zuurstofhuishouding door VMM naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013. Data: VMM, Oomsels (2014).

Datum	Parameter	Eenheid	99550	SOW	Gr	99560
10/12/2013	Temperatuur	°C	6.1	7.6	7.8	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	8.39	10.39	5.21	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	66.5	84.6	43.4	/
15/01/2014	Temperatuur	°C	5.7	5.5	6.9	5.9
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	8.95	10.75	4.83	10.56
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	71.8	85.4	40.4	84.5
1/04/2014	Temperatuur	°C	11.9	/	14.1	12.1
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	8.39	/	3.01	10.32
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	78.8	/	29	96.8
31/07/2014	Temperatuur	°C	/	/	16.5	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	/	/	2.8	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	/	/	28.7	/
14/10/2014	Temperatuur	°C	12.6	/	12.5	13.8
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	4.33	/	3.01	5.72
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	41	/	28.7	55

Zoals voor de elektrische geleidbaarheid geven de metingen stroomopwaarts van de vervuilde gracht (meetpunten SOW en 99560) gelijkaardige resultaten. Voor alle meettijdstippen is het zuurstofgehalte het laagst in de gracht (Gr) en lager stroomafwaarts (99550 en SOW) van de monding van de gracht dan stroomopwaarts (99560). Tevens is het zuurstofgehalte lager stroomopwaarts van het Zwart Water dan stroomafwaarts.

Veldmetingen van de zuurstofhouding door VMM naar aanleiding van het milieu-incident van eind oktober 2013. Data: VMM, Oomsels (2014).

Datum	Parameter	Eenheid	420535 (ZWAS019)	420530
15/01/2014	Temperatuur	°C	5.1	6.5
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O2/l	3.42	9.5
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	27.1	75.9
1/04/2014	Temperatuur	°C	12	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O2/l	9.1	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	85.2	/
31/07/2014	Temperatuur	°C	17.7	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O2/l	4.78	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	50.2	/
21/10/2014	Temperatuur	°C	/	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O2/l	/	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	63	/
03/02/2015	Temperatuur	°C	/	/
	Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O2/l	/	/
	Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	60.9	/

Bijlage 6: Ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor macrofyten voor de Zwarte Beek (boven) en Bolisserbeek en Dommel

Data: VMM

Ecologische kwaliteitscoëfficiënt voor macrofyten voor de Zwarte Beek (boven) en Bolisserbeek en Dommel (onder). $\geq 0,80$ zeer goede toestand (groen), $\geq 0,60$ goede toestand (groen), $\geq 0,40$ matige toestand (geel), $\geq 0,20$ ontoereikende toestand (oranje), $< 0,20$ slechte toestand (rood). Data: VMM.

Meetpunt	Datum	Typespecificiteit	Verstoring	Groeivormen	Vegetatieontwikkeling	EKC
TR420300.1	16/08/2007	1.00	0.80	0.5	0.05	0.05
TR420300.2	16/08/2007	0.93	0.79	0.4	0.50	0.4
TR420300.2	3/07/2013	1.00	0.92	0.4	0.75	0.4
TR422050.1	14/08/2007	1.00	0.73	0.2	0.65	0.2

Meetpunt	Datum	Typespecificiteit	Verstoring	Groeivormen	Vegetatieontwikkeling	EKC
TR99000.1	1/09/2009	0.83	0.50	0.4	0.30	0.3
TR99000.2	4/09/2009	0.63	0.38	0.4	0.35	0.35
TR99000.3	4/09/2009	0.86	0.57	0.4	1.00	0.4
TR91000.3	13/06/2007	0.93	0.93	0.6	1.00	0.6
TR91000.3	24/06/2010	0.95	0.90	0.6	1.00	0.6
TR91000.3	24/07/2013	1.00	0.92	0.6	0.75	0.6

Bijlage 7: Zware metalen en PAK's in het slib

Stalen genomen op 3/2/2014 in opdracht van Provincie Limburg.
Chemische analyses: Bodemkundige Dienst van België.

Waarden in het rood = overschrijding van de milieukwaliteitsnorm voor waterbodems (VLAREM II, bijlage 2.3.1bis/1 - Besluit Vlaamse Regering 21/05/2010).

Vetgedrukte waarden = overschrijding van de waarde voor vrij gebruik van uitgegraven bodem (VLAREBO, bijlage V).

Parameter	Milieukwaliteitsnorm	Meetpunt			
mg/kg DS	Besluit Vl. R. 21/5/2010	455	456	457	458
Arseen	19	<10	<10	<10	<10
Cadmium	1	1.9	0.47	1.4	0.65
Chroom	62	28	12	15	9.3
Koper	20	110	6.1	23	5.4
Kwik	0.55	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Lood	40	60	19	24	12
Nikkel	16	30	5.8	11	31
Zink	147	270	37	120	61
Hexachloorbenzeen		<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Naftaleen	0.1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benzo(a)pyreen	0.15	0.059	0.024	0.25	<0.010
Fenantreen	0.21	0.11	0.032	0.093	<0.010
Fluoranteen	0.37	0.11	0.05	0.51	<0.010
Benzo(a)antraceen	0.15	0.069	0.03	0.33	<0.010
Chryseen	0.21	0.12	0.054	0.38	0.015
Benzo(b)fluoranteen	0.2	0.1	0.04	0.29	<0.020
Benzo(k)fluoranteen	0.2	0.05	<0.020	0.14	<0.020
Benzo(ghi)peryleen	0.13	0.072	0.027	0.18	<0.010
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.14	0.07	0.028	0.18	<0.010
Antraceen	0.1	0.075	<0.010	0.08	0.016
Fluoreen	0.1	<0.010	<0.010	0.029	<0.010
Dibenz(a,h)antraceen	0.1	<0.010	<0.010	0.053	<0.010
Acenafteen	0.2	<0.010	<0.010	0.01	<0.010
Acenaftyleen	0.2	<0.010	<0.010	0.073	<0.010
Pyreen	0.3	0.11	0.036	0.38	0.016
Minerale olie		1300	<100	120	<100
PCB(som7)		<0.014	<0.014	<0.014	<0.014
OCB(som)*		<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Bijlage 8: Fosfaatverzadigingsgraad

Achtergrond

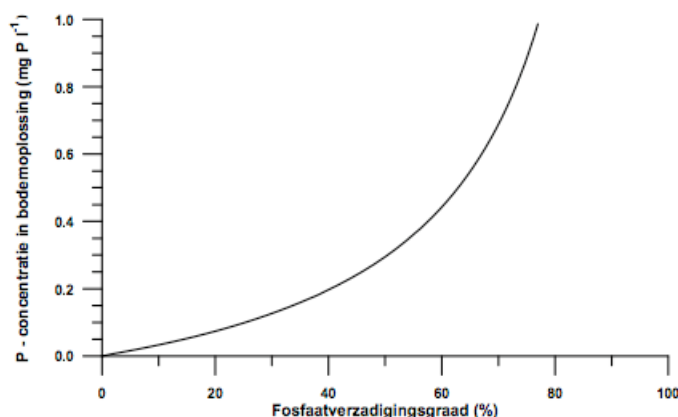
Om het risico om uitspoeling van fosfaat naar het grondwater in te schatten kan de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) gebruikt worden. De FVG van de bodem staat voor de verhouding tussen de actuele fosfaatophoping en de fosfaatvastleggingscapaciteit (op/in Ca, Fe en Al verbindingen) van de bodem.

In kalkarme zandgronden, geldt de volgende relatie:

$$FVG = \frac{P_{\text{oxalaat}}}{\alpha (Fe + Al)_{\text{oxalaat}}}$$

waar de bepaling van Al, Fe en P via de ammoniumoxalaat-oxaalzuur procedure wordt uitgevoerd. Voor zure zandbodems kan een waarde van $\alpha=0.5$ aangehouden worden (Schoumans 2004).

Om het risico op P uitspoeling te beoordelen wordt een profielgemiddelde FVG berekend, van de oppervlakte tot op het niveau van de gemiddeld hoogste waterstand (of tot 90 cm onder het maaiveld). Lang voordat 100% van de fosfaatbindingscapaciteit van de bodem benut is, worden verhoogde P-concentraties in het grondwater aangetroffen.



Theoretisch verband tussen FVG en P in de bodemoplossing (volgens Salomez 2006).

Bij een profielgemiddelde FVG van 25% in kalkarme zandgronden wordt op termijn een gemiddelde concentratie van 0,1 mg orthofosfaat-P/l in het grondwater (op het niveau van de gemiddeld hoogste waterstand) aangetroffen (Koopmans 2004, Schoumans 2004). Bij definitie wordt in Nederland vanaf deze waarde van een fosfaatverzadigde grond gesproken. In Vlaanderen wordt in het Mestdecreet een kritische grenswaarde voor fosfaatdoorslag in zure zandgronden gehanteerd van 35% profielgemiddelde fosfaatverzadiging, hetgeen overeenstemt met 0.15 à 0.2 mg orthofosfaat-P/l.

Berekening fosfaatverzadigingsgraad voor kalkarme zandgronden (Schoumans 2004 gebaseerd op Van der Zee et al. 1990):

$$Z \equiv \frac{P_{0-Lref}^{act}}{FBV_{0-Lref}} \geq \frac{Kc\gamma}{1 + Kc\gamma}$$

Waar:

K = 35/31 l/mg = adsorptieconstante

c = concentratie o-PO₄ P (mg/l)

γ = 3

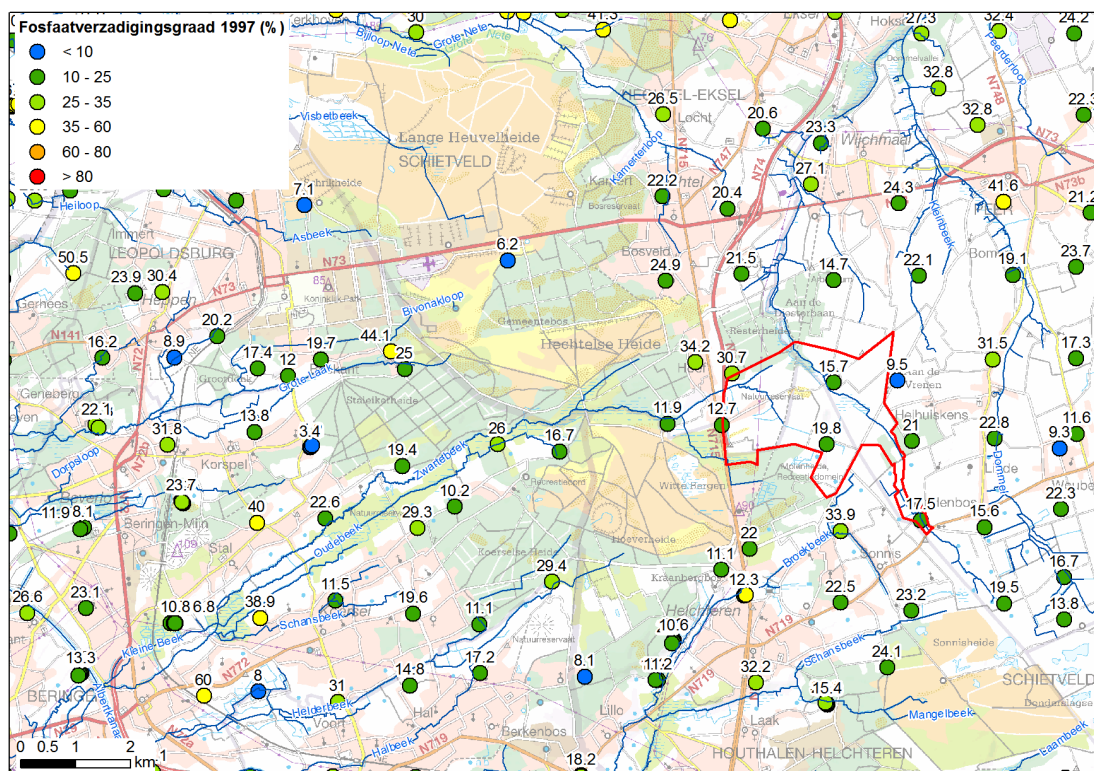
Z = fosfaatverzadiging

Van der Zee, S.E.A.T.M. , W.H. van Riemsdijk & F.A.M. de Haan, 1990a. Het protocol fosfaatverzadigde gronden. Deel I: Toelichting. Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding. Landbouwniversiteit Wageningen.

Van der Zee, S.E.A.T.M. , W.H. van Riemsdijk & F.A.M. de Haan, 1990b. Het protocol fosfaatverzadigde gronden. Deel II: Technische Uitwerking. Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding. Landbouwniversiteit Wageningen.

Fosfaatverzadigingsgraad op landbouwpercelen in de ruime omgeving van het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek, gemeten in de jaren '90

Data: Baert et al. (1997)



Profielgemiddelde (0 – 90 cm) fosfaatverzadigingsgraad op landbouwpercelen in de ruime omgeving van het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek volgens de metingen van Baert et al. (1997).

Bemonstering 2014

Om een meer gedetailleerd en meer actueel beeld te krijgen van de fosfaatverzadigingsgraad binnen het brongebied van de Zwarte Beek en Bolisserbeek werden in 2014 extra bodemstalen op vraag van ANB genomen. Op 18 februari 2014 werden vier percelen bemonsterd, met 5 boringen per perceel tot een diepte van 90 cm. Per laag van 30 cm (0 – 30 cm, 30 – 60 cm en 60 – 90 cm) werd een mengstaal gemaakt van de 5 substalen en werd de fosfaatverzadigingsgraad bepaald. Daarnaast werden op 16/05/2014 en 19/06/2014 ook bodemstalen op 4 locaties aan het Zwart Water genomen. Per locatie en per diepte (0 – 10

cm, 10 – 30 cm, 30 – 60 cm en 60 – 90 cm) werd een mengstaal gemaakt van 4 boringen. Ten slotte werden tussen 27/10/2014 en 7/11/2014 nog extra bodemstalen in 61 percelen in het studiegebied genomen. In elk perceel werd een mengstaal per laag van 30 cm (0 – 30 cm, 30 – 60 cm en 60 – 90 cm) samengesteld uit een met de oppervlakte van het perceel variërend aantal substalen. Onderstaande figuur geeft de ligging weer van de bemonsterde percelen.



Bemonsterde percelen/locaties voor de bepaling van de fosfaatverzadigingsgraad. De Pxx codes verwijzen naar perceelnummers in onderstaande tabellen.

Gegevens 2014

Staalname: ABO Bodem- en milieuconsult in opdracht van ANB

Analyse: Laboratorium Zeeuws Vlaanderen

		P oxalaat (mmol/kg DG)				Al oxalaat (mmol/kg DG)			Fe oxalaat (mmol/kg DG)		
Perceel	Aantal substalen	0-30	30-60	60-90	gem	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
Bemonstering februari 2014											
1	5	20.49	9.52	0.94	10.32	40.58	53.55	22.89	21.15	12.29	2.79
2	5	39.7	19.72	4.5	21.31	44.58	37.85	39.77	32.59	19.99	4.07
3	5	30.87	13.92	3.6	16.13	29.86	25.68	25.9	29.31	17.18	10.1
4	5	33.57	16.3	2.02	17.30	35.4	23.98	13.29	28.81	17.83	19.3
Bemonstering oktober 2014											
1	14	18.1	12.3	0.9	10.4	27.4	23.2	8.2	13.1	10.8	2.2
2	11	30.3	26.6	8.6	21.8	30.3	35.5	37.4	25.7	21.2	26.0
3	6	13.2	8.0	3.0	8.1	20.7	48.4	46.7	15.0	8.4	5.1
4	3	29.5	21.3	5.2	18.6	38.4	33.7	63.7	25.8	19.1	10.6
5	5	21.2	20.5	4.4	15.4	33.5	33.2	24.6	34.0	34.4	23.3
6	7	1.4	1.3	1.1	1.3	15.5	44.1	38.2	15.7	13.3	5.2

Perceel	Aantal substalen	P oxalaat (mmol/kg DG)				Al oxalaat (mmol/kg DG)			Fe oxalaat (mmol/kg DG)		
		0-30	30-60	60-90	gem	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
7	3	0.6	0.6	0.9	0.7	7.4	10.0	19.0	11.2	15.9	18.8
8	3	9.5	4.4	1.6	5.2	28.4	41.7	34.6	14.5	9.0	5.7
9	4	11.9	7.5	4.6	8.0	24.4	15.5	12.6	27.1	16.0	10.1
10	3	11.6	5.2	3.0	6.6	23.2	15.1	11.1	23.2	15.4	10.6
11	7	21.6	14.1	2.8	12.8	23.5	23.4	18.2	23.2	23.0	11.0
12	3	9.5	2.6	1.3	4.5	19.1	15.5	14.3	9.2	14.0	11.5
13	3	13.0	3.1	1.1	5.7	38.3	44.9	40.1	21.9	6.6	5.4
14	3	13.4	2.8	0.8	5.7	43.1	52.8	29.9	15.0	3.5	1.1
15	3	16.0	8.2	4.0	9.4	24.2	25.4	23.2	26.2	16.3	16.5
16	3	5.3	2.6	2.4	3.4	14.1	13.6	13.4	26.6	12.2	10.8
17	3	13.3	6.3	2.2	7.3	53.4	66.5	40.4	61.3	44.0	22.0
18	3	24.6	6.2	7.4	12.7	90.9	53.2	123.2	102.2	37.2	46.7
19	3	5.5	1.1	0.2	2.2	63.1	33.8	19.1	23.2	12.0	10.1
20	3	11.1	1.3	0.4	4.3	43.6	23.9	26.2	27.1	11.8	8.0
21	7	14.8	9.4	3.8	9.4	18.2	16.1	39.0	16.5	15.2	14.0
22	3	22.5	7.4	1.2	10.4	43.3	27.7	12.5	22.7	13.3	10.2
23	3	19.7	4.8	0.5	8.3	24.7	20.2	7.5	22.2	23.5	9.1
24	5	18.1	3.8	1.1	7.7	48.1	50.5	25.9	32.9	18.8	12.4
25	12	13.9	6.9	1.3	7.3	44.0	47.3	40.9	22.8	13.8	5.0
26	3	4.8	1.7	1.1	2.5	49.7	46.1	40.0	7.9	7.5	7.5
27	3	17.4	7.8	2.4	9.2	20.0	16.6	27.4	16.9	17.3	11.2
28	3	17.2	5.9	2.4	8.5	20.0	14.6	40.3	17.6	13.5	13.6
29	3	15.6	3.6	6.7	8.6	21.3	8.2	57.6	15.6	2.7	8.3
30	3	14.3	6.6	3.1	8.0	36.0	27.2	32.6	16.3	6.0	2.9
31	7	18.5	10.2	1.9	10.2	29.8	20.9	9.2	24.5	18.8	9.7
32	4	18.7	3.7	4.1	8.8	30.4	17.9	23.0	23.7	2.9	3.2
33	4	13.1	8.5	2.9	8.2	23.0	17.2	18.0	17.5	12.7	16.9
34	4	5.4	0.6	0.3	2.1	14.4	6.8	7.5	10.5	4.3	2.9
35	3	18.2	4.8	5.4	9.5	23.5	22.0	29.6	17.8	3.7	4.2
36	3	9.8	4.4	3.3	5.8	16.7	10.2	11.2	12.2	5.9	6.4
37	5	9.4	3.9	4.7	6.0	17.4	9.0	11.1	12.4	5.6	9.1
38	14	21.3	10.1	2.5	11.3	31.6	28.1	18.7	23.7	27.3	18.5
39	5	28.0	10.1	9.1	15.7	21.4	14.7	23.3	26.5	16.2	19.4
40	3	29.5	15.1	7.9	17.5	22.4	20.0	23.9	27.6	20.0	19.1
41	4	4.4	2.6	2.0	3.0	21.7	25.0	30.3	21.5	35.1	19.4
42	3	17.2	6.5	1.6	8.4	15.8	12.2	8.3	22.2	19.5	10.2
43	4	3.0	2.0	1.9	2.3	17.4	17.5	28.2	17.6	27.0	21.2
44	3	16.2	9.4	3.1	9.6	15.5	15.2	9.5	21.0	22.1	13.5
45	9	13.3	6.3	7.0	8.9	19.5	16.7	16.6	16.7	14.8	14.4
46	3	0.9	0.5	0.6	0.7	6.5	10.0	12.2	13.8	11.4	9.2
47	6	10.1	5.3	1.8	5.8	25.0	23.7	23.1	14.9	11.8	22.9
48	3	8.6	0.8	0.6	3.3	20.6	12.4	13.0	15.3	11.9	19.6
49	12	16.9	2.4	3.2	7.5	30.9	27.4	30.5	18.1	7.4	8.0
50	5	18.4	11.0	1.8	10.4	43.5	64.8	58.8	20.9	16.5	5.2
51	9	22.9	3.9	0.9	9.2	54.6	58.9	17.0	19.1	6.8	1.9
52	3	12.2	4.4	3.8	6.8	33.9	62.4	74.1	17.1	5.8	3.3
53	5	9.8	2.0	0.8	4.2	34.1	45.5	36.5	18.0	5.9	5.3
54	7	17.4	3.8	0.9	7.4	52.8	54.6	35.4	20.7	8.1	6.7

		P oxalaat (mmol/kg DG)				Al oxalaat (mmol/kg DG)			Fe oxalaat (mmol/kg DG)		
Perceel	Aantal substalen	0-30	30-60	60-90	gem	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
55	3	9.9	1.5	0.7	4.1	25.5	13.0	11.6	26.8	14.6	9.6
56	8	10.1	3.1	0.7	4.6	19.7	38.6	17.7	16.0	18.9	2.9
57	3	12.8	4.7	2.6	6.7	34.4	64.4	50.7	18.2	6.4	2.3
58	3	12.0	5.6	3.0	6.9	29.7	32.3	46.6	16.2	9.5	3.1
59	3	8.3	2.1	0.5	3.6	19.5	10.9	10.8	15.5	11.7	10.3
60	3	8.7	2.3	1.0	4.0	19.1	11.2	11.0	15.8	13.0	11.9
61	18	38.3	6.4	4.5	16.4	46.3	34.9	41.0	37.4	16.6	19.0

	P oxalaat (mmol/kg DG)					Al oxalaat (mmol/kg DG)				Fe oxalaat (mmol/kg DG)			
Locatie	0-10	10-30	30-60	60-90	gem	0-10	10-30	30-60	60-90	0-10	10-30	30-60	60-90
Bemonstering Zwart Water 2014													
1	5.7	9.3	3.2	1.7	4.3	39.9	51.1	37.4	18.3	21.4	39.6	5.4	1.9
2	3.1	2.2	3.1	2.7	2.8	22.0	29.1	100.4	59.9	15.9	14.9	15.4	8.7
3	13.2	4.0	1.0	1.7	3.3	58.5	43.8	22.3	24.6	43.1	13.2	4.8	12.7
4	3.3	1.7	1.8	3.0	2.3	36.6	31.7	34.1	30.7	22.3	9.3	4.9	5.0

		Fosfaat bindendvermogen (mmol/ kg DG)				Fosfaatverzadigingsgraad (%)			
Perceel	Landgebruik 2013	0-30	30-60	60-90	gem	0-30	30-60	60-90	gem
Bemonstering februari 2014									
1	Akker	30.87	32.92	12.84	25.54	66.39	28.92	7.32	40.39
2	Akker	38.59	28.92	21.92	29.81	102.89	68.19	20.53	71.48
3	Akker	29.59	21.43	18.00	23.01	104.34	64.96	20.00	70.12
4	Akker	32.11	20.91	16.30	23.10	104.56	77.97	12.40	74.87
Bemonstering oktober 2014									
1	Akker	20.3	17.0	5.2	14.2	89.1	72.2	17.6	73.6
2	Akker	28.0	28.4	31.7	29.4	108.0	93.8	27.0	74.3
3	Akker	17.9	28.4	25.9	24.1	74.0	28.2	11.7	33.6
4	Akker	32.1	26.4	37.1	31.9	91.7	80.4	13.9	58.4
5	Grasland	33.8	33.8	23.9	30.5	62.9	60.8	18.4	50.5
6	Grasland	15.6	28.7	21.7	22.0	8.7	4.6	5.0	5.7
7	Bos	9.3	12.9	18.9	13.7	6.2	4.4	4.7	4.9
8	Grasland	21.5	25.3	20.2	22.3	44.1	17.5	7.7	23.1
9	Akker	25.8	15.8	11.3	17.6	46.3	47.7	40.2	45.4
10	Grasland	23.2	15.2	10.9	16.4	50.0	34.1	27.4	40.1
11	Akker	23.3	23.2	14.6	20.4	92.5	60.7	19.2	62.9
12	Grasland	14.2	14.8	12.9	14.0	66.6	17.9	10.1	32.0
13	Akker	30.1	25.8	22.7	26.2	43.0	11.9	5.0	21.8
14	Akker	29.1	28.1	15.5	24.2	46.1	9.8	5.4	23.4
15	Akker	25.2	20.8	19.8	22.0	63.3	39.2	20.0	42.6
16	Grasland	20.3	12.9	12.1	15.1	26.2	19.9	19.5	22.6
17	Grasland	57.3	55.3	31.2	47.9	23.1	11.4	7.1	15.1
18	Grasland	96.5	45.2	84.9	75.5	25.5	13.6	8.8	16.8
19	Grasland	43.2	22.9	14.6	26.9	12.6	4.6	1.3	8.3
20	Grasland	35.4	17.9	17.1	23.4	31.3	7.2	2.5	18.2
21	Akker	17.3	15.7	26.5	19.8	85.7	59.9	14.4	47.1
22	Akker	33.0	20.5	11.3	21.6	68.3	36.0	10.9	48.0
23	Akker	23.5	21.8	8.3	17.9	84.1	22.0	5.4	46.7

Perceel	Landgebruik 2013	Fosfaat bindendvermogen (mmol/ kg DG)				Fosfaatverzadigingsgraad (%)			
		0-30	30-60	60-90	gem	0-30	30-60	60-90	gem
24	Grasland	40.5	34.6	19.2	31.4	44.7	10.8	5.9	24.4
25	Akker	33.4	30.6	23.0	29.0	41.5	22.5	5.6	25.3
26	Akker	28.8	26.8	23.7	26.4	16.7	6.3	4.5	9.5
27	Akker	18.5	17.0	19.3	18.2	94.2	46.1	12.2	50.4
28	Akker	18.8	14.1	27.0	19.9	91.9	42.0	9.0	42.8
29	Akker	18.4	5.4	33.0	18.9	84.6	66.1	20.4	45.6
30	Grasland	26.1	16.6	17.8	20.2	54.7	39.6	17.2	39.6
31	Akker	27.2	19.9	9.4	18.8	68.0	51.4	19.7	54.1
32	Akker	27.1	10.4	13.1	16.9	69.0	35.8	31.0	52.3
33	Akker	20.2	15.0	17.4	17.5	64.9	57.1	16.9	46.8
34	Akker	12.5	5.6	5.2	7.7	43.1	10.6	6.4	27.1
35	Bos	20.7	12.8	16.9	16.8	88.1	37.3	32.3	56.5
36	Akker	14.4	8.1	8.8	10.4	68.1	54.2	37.6	55.9
37	Akker	14.9	7.3	10.1	10.8	63.0	53.6	46.6	55.7
38	Akker	27.6	27.7	18.6	24.7	77.2	36.6	13.2	45.9
39	Akker	23.9	15.4	21.4	20.2	116.9	65.4	42.6	77.7
40	Grasland	25.0	20.0	21.5	22.2	117.7	75.4	36.9	78.9
41	Grasland	21.6	30.0	24.9	25.5	20.2	8.5	8.2	11.7
42	Akker	19.0	15.9	9.3	14.7	90.9	40.7	17.2	57.4
43	Akker	17.5	22.2	24.7	21.5	17.1	9.0	7.6	10.7
44	Akker	18.2	18.6	11.5	16.1	88.8	50.4	26.7	59.3
45	Akker	18.1	15.8	15.5	16.5	73.6	39.8	45.4	54.0
46	Bos	10.2	10.7	10.7	10.5	8.5	5.0	5.4	6.2
47	Akker	19.9	17.7	23.0	20.2	50.9	30.0	7.8	28.5
48	Akker	17.9	12.2	16.3	15.5	47.9	6.6	3.8	21.6
49	Akker	24.5	17.4	19.3	20.4	68.7	13.8	16.3	36.6
50	Akker	32.2	40.7	32.0	35.0	57.2	27.0	5.5	29.7
51	Akker	36.8	32.9	9.5	26.4	62.1	11.8	9.0	34.9
52	Akker	25.5	34.1	38.7	32.8	48.0	12.9	9.7	20.7
53	Akker	26.1	25.7	20.9	24.2	37.8	7.6	3.7	17.3
54	Akker	36.8	31.3	21.1	29.7	47.4	12.2	4.3	24.8
55	Akker	26.2	13.8	10.6	16.9	37.8	10.9	7.0	24.0
56	Akker	17.8	28.7	10.3	19.0	56.8	10.7	7.1	24.5
57	Akker	26.3	35.4	26.5	29.4	48.8	13.2	9.6	22.8
58	Akker	23.0	20.9	24.9	22.9	52.2	26.8	12.1	30.0
59	Bos	17.5	11.3	10.5	13.1	47.5	18.3	4.3	27.5
60	Grasland	17.5	12.1	11.4	13.7	49.9	19.3	8.9	29.5
61	Akker	41.8	25.7	30.0	32.5	91.6	25.0	15.1	50.5

Waar fosfaatbindendvermogen = $a (Fe + Al)$ oxalaat met $a = 0.5$

		Fosfaat bindendvermogen (mmol/ kg DG)					Fosfaatverzadigingsgraad (%)				
Locatie	Aantal substalen	0-10	10-30	30-60	60-90	gem	0-10	10-30	30-60	60-90	gem
Bemonstering Zwart Water 2014											
1	4	30.6	45.3	21.4	10.1	24.0	18.4	20.6	14.7	16.5	17.9
2	4	18.9	22.0	57.9	34.3	37.7	16.5	10.0	5.4	7.7	7.3
3	4	50.8	28.5	13.5	18.7	22.7	26.1	14.2	7.3	8.9	14.3
4	4	29.5	20.5	19.5	17.8	20.3	11.1	8.2	9.0	16.6	11.4

Waar fosfaatbindendvermogen = $a (Fe + Al)$ oxalaat met $a = 0.5$

Bijlage 9: Nitraatresidu

Nitraatresidu najaar 2013 (VLM), waarden in kg N-NO₃ / ha

Perceel	Unieke ID VLM	Oppervlakte (ha)	30 cm	60 cm	90 cm	Totaal	Drempel
1	17202204009_2013_32	8.56	28	99	99	225	DW4
2	17202204009_2013_70	15.57	16	44	72	132	DW1
3	17202204009_2013_72	9.95	177	162	118	458	DW4
4	17202204009_2013_7	19.95	171	304	300	774	DW4
5	17202204009_2013_49	8.54	93	71	63	227	DW4
6	17202204009_2013_73	13.68	26	89	82	196	DW4
7	17203504718_2013_36	2.91	19	32	22	73	
8	15949729_2013_34	10.86	9	7	4	20	
9	17201300794_2013_16	3.05	15	9	8	32	
10	7203503926_2013_19	2.66	14	13	8	34	
11	17203500573_2013_11	1.06	12	14	10	36	
12	7201302935_2013_4	1.54	41	40	26	107	DW1
13	13196848_2013_37	1.51				77	
14	17203501987_2013_19	1.48				64	
15	27203002726_2013_6	1.25				50	
16	11527034_2013_48	1.43				100	DW1

Nitraatresidu najaar 2014 (VLM), waarden in kg N-NO₃ / ha

Perceel	Unieke ID VLM	Oppervlakte (ha)	Totaal	Drempel
17	17202204009_2014_18	12.97	26	
18	17202204009_2014_31	4.64	14	
2	17202204009_2014_35	15.45	139	DW1
19	17202204009_2014_47	4.50	16	
20	17202204009_2014_29	11.88	20	
21	17202204009_2014_43	15.60	29	
22	17202204009_2014_44	12.22	258	DW4
5	17202204009_2014_8	8.53	47	
23	17203002540_2014_4	1.09	37	
4	17202204009_2014_38	20.10	87	DW1
16	11527034_2014_50	1.43	9	
12	7201302935_2014_4	4.54	26	

De totalen in het rood weergegeven bevinden zich boven de drempelwaarde. DW1 = maatregelenpakket 1 van toepassing, DW4 = maatregelenpakket 4 van toepassing. Deze percelen vallen dus in een maatregelenpakket. De ligging van de bemonsterde percelen wordt gegeven in figuur 33. De percelen gemarkeerd in het blauw zijn in 2013 én 2014 bemonsterd.

Nitraatresidu najaar 2014 (ANB), waarden in kg N-NO₃ / ha

Voor de ligging van die percelen verwijzen we naar bijlage 8 (bemonsteringsschema 2014 voor de fosfaatverzadigingsgraad).

Staalname: ABO Bodem- en milieuconsult in opdracht van ANB
Analyse: Laboratorium Zeeuws Vlaanderen

Perceel	Landgebruik 2013	Nitraatresidu (kg N-NO ₃ / ha)				
		Aantal substalen	30 cm	60 cm	90 cm	totaal
1	Akker	14	15	26	8	50
2	Akker	11	8	10	12	30
3	Akker	6	5	4	3	13
4	Akker	3	15	15	14	43
5	Grasland	7	9	8	5	22
6	Grasland	3	2	1	1	4
7	Bos	3	3	1	1	5
8	Grasland	4	12	8	5	26
9	Akker	3	37	27	20	84
10	Grasland	7	10	7	5	21
11	Akker	3	10	14	8	32
12	Grasland	3	3	1	5	9
13	Akker	3	28	14	20	62
14	Akker	3	79	23	5	107
15	Akker	3	16	16	6	39
16	Grasland	3	1	1	1	3
17	Grasland	3	140	29	7	175
18	Grasland	3	26	7	60	93
19	Grasland	3	7	3	2	13
20	Grasland	3	13	6	3	22
21	Akker	7	5	10	7	22
22	Akker	3	27	7	3	36
23	Akker	3	20	11	4	34
24	Grasland	5	12	12	10	34
25	Akker	12	25	13	9	46
26	Akker	3	36	30	18	84
27	Akker	3	10	9	5	24
28	Akker	3	10	10	6	26
29	Akker	3	28	19	14	61
30	Grasland	3	9	8	5	22
31	Akker	7	79	90	56	225
32	Akker	4	9	6	5	20
33	Akker	4	11	12	6	28
34	Akker	4	13	11	17	41
35	Bos	3	34	16	17	67
36	Akker	3	15	15	7	37
37	Akker	5	10	15	8	34
38	Akker	14	22	11	4	37
39	Akker	5	8	7	8	23
40	Grasland	3	8	8	9	24
41	Grasland	4	11	6	6	23
42	Akker	3	6	4	1	10
43	Akker	4	8	5	5	18
44	Akker	3	7	5	2	14
45	Akker	9	11	15	13	39
46	Bos	3	1	1	1	3
47	Akker	6	12	10	5	27
48	Akker	3	29	17	27	72
49	Akker	12	16	3	5	24
50	Akker	5	11	9	2	22
51	Akker	9	10	3	2	16
52	Akker	3	18	10	5	33
53	Akker	5	12	11	7	30
54	Akker	7	16	33	26	75
55	Akker	3	17	12	32	62
56	Akker	8	4	10	2	16
57	Akker	3	17	9	3	29
58	Akker	3	17	13	5	34
59	Bos	3	2	1	1	4
60	Grasland	3	1	1	1	3
61	Akker	18	10	2	2	14

Bijlage 10: Zware metalen en PAK's in de bodem

Voor de ligging van die percelen verwijzen we naar bijlage 8 (bemonsteringsschema 2014 voor de fosfaatverzadigingsgraad).

Staalname: ABO Bodem- en milieuconsult in opdracht van ANB
Analyse: Eurofins Analytico b.v.

Kleurcode: toetsing aan de normen van VLAREBO

Geel: boven streefwaarde

Oranje: boven richtwaarde

Rood: boven saneringsnorm

Zware metalen

Perceel	Aantal substalen	Concentratie (mg/kg)							
		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bemonstering februari 2014									
1	5	<10	0.65	13	6.6	<0.1	<5	16	55
2	5	<10	0.61	13	28	<0.1	5.8	47	83
3	5	<10	0.69	18	340	0.13	8.1	150	90
4	5	<10	0.48	17	560	<0.1	7.5	44	94
Bemonstering oktober 2014									
1	14	<10	0.67	19	7.5	<0.1	5.2	11	36
2	11	<10	0.72	12	8.4	<0.1	<5	14	40
3	6	<10	0.61	14	7.2	<0.1	<5	26	27
4	3	<10	0.93	14	9.8	<0.1	5.7	26	46
5	5	<10	0.65	12	9	<0.1	<5	15	41
6	7	<10	0.57	13	5.2	<0.1	<5	32	44
7	3	<10	0.45	13	<5	<0.1	<5	20	34
8	3	<10	0.48	14	<5	<0.1	<5	14	32
9	4	<10	0.7	15	15	<0.1	6.3	40	55
10	3	<10	0.93	24	5.3	<0.1	<5	28	43
11	7	<10	0.53	17	6.3	<0.1	5.8	17	30
12	3	<10	0.43	16	8.8	<0.1	5	33	39
13	3	<10	0.99	23	6.8	<0.1	<5	22	58
14	3	<10	0.92	11	7.3	<0.1	<5	23	51
15	3	<10	0.85	21	<5	<0.1	<5	17	36
16	3	<10	0.69	12	5.7	<0.1	<5	22	27
17	3	<10	<0.4	2.5	<5	<0.1	<5	<10	<5
18	3	<10	1.2	26	8.9	0.1	8.7	48	60
19	3	<10	0.46	16	<5	<0.1	<5	13	28
20	3	<10	0.49	12	<5	<0.1	<5	16	23
21	7	<10	0.69	18	7.5	<0.1	<5	17	34
22	3	<10	0.56	19	15	<0.1	<5	15	42
23	3	<10	0.48	43	7	<0.1	15	19	39
24	5	<10	0.93	16	5.3	0.13	<5	22	25
25	12	<10	0.53	17	6.1	<0.1	<5	18	29
26	3	<10	0.52	17	<5	<0.1	<5	10	26
27	3	<10	0.49	22	14	<0.1	<5	17	33
28	3	<10	0.91	23	7.4	<0.1	<5	18	34
29	3	<10	0.43	16	13	0.11	<5	11	33
30	3	<10	0.54	15	6.7	<0.1	<5	15	32
31	7	<10	0.63	16	6.4	<0.1	<5	17	38
32	4	<10	0.5	18	16	<0.1	<5	15	34
33	4	<10	0.42	13	5.1	<0.1	<5	15	20
34	4	<10	0.54	23	<5	<0.1	<5	13	24

Perceel	Aantal substalen	Concentratie (mg/kg)							
		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
35	3	<10	0.49	14	5.5	<0.1	<5	11	32
36	3	<10	<0.4	9.2	12	<0.1	<5	<10	6.9
37	5	<10	<0.4	13	<5	<0.1	<5	<10	10
38	14	<10	0.43	21	7.5	<0.1	<5	21	31
39	5	<10	0.41	12	13	<0.1	<5	14	40
40	3	<10	0.43	12	19	<0.1	<5	13	37
41	4	12	1.4	27	41	0.1	18	58	180
42	3	<10	<0.4	6.3	<5	<0.1	<5	<10	7.3
43	4	12	0.94	28	22	0.1	16	45	130
44	3	<10	<0.4	15	6.1	<0.1	<5	13	25
45	9	<10	0.48	20	5.6	<0.1	<5	14	30
46	3	<10	<0.4	13	<5	<0.1	<5	15	11
47	6	<10	<0.4	16	<5	<0.1	<5	11	22
48	3	<10	<0.4	17	5.1	<0.1	<5	12	26
49	12	<10	<0.4	14	6.8	<0.1	<5	11	21
50	5	<10	0.52	19	11	<0.1	5.6	29	46
51	9	<10	0.49	17	13	<0.1	<5	20	43
52	3	<10	0.6	15	6.3	<0.1	<5	14	24
53	5	<10	0.63	16	<5	<0.1	<5	16	24
54	7	<10	0.46	17	11	<0.1	<5	19	44
55	3	<10	<0.4	17	<5	<0.1	<5	16	21
56	8	<10	0.62	15	5.3	<0.1	<5	17	25
57	3	<10	0.51	12	5.8	<0.1	<5	13	22
58	3	<10	0.59	18	6.8	<0.1	<5	15	23
59	3	<10	0.44	13	5.8	<0.1	<5	18	13
60	3	<10	<0.4	11	<5	0.57	<5	15	14
61	18	10	0.62	22	35	0.14	9.7	62	100

Perceel	Aantal substalen	Concentratie (mg/kg)				
		Ba	Co	Mo	Sn	V
Bemonstering februari 2014						
1	5	120	<5	<5	<5	27
2	5	130	<5	<5	<5	22
3	5	370	<5	<5	<5	24
4	5	160	<5	<5	<5	26
Bemonstering oktober 2014						
38	14	130	<5	<5	<5	24
61	18	150	<5	<5	<5	26

PAK's

Perceel	Aantal substalen	Concentratie (mg/kg)							
		Nafta- leen	Ace- naftyleen	Ace- nafteen	Fluoreen	Fenanthreen	Anthraceen	Fluorentheen	Pyreen
Bemonstering februari 2014									
1	5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.026	0.010	0.038	0.028
2	5	0.012	<0.01	<0.01	<0.01	0.048	0.011	0.086	0.066
3	5	0.014	<0.01	<0.01	<0.01	0.048	<0.01	0.089	0.068
4	5	0.012	<0.01	<0.01	<0.01	0.042	<0.01	0.074	0.056
Bemonstering oktober 2014									
38	14	0.013	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	<0.01	0.031	0.022
61	18	0.017	0.012	<0.01	0.011	0.074	0.029	0.30	0.22

Perceel	Aantal substalen	Concentratie (mg/kg)							
		Benzo a anthraceen	Chryseen	Benzo b fluorantheen	Benzo k fluor- antheen	Benzo a pyreen	Dibenzo a h antraceen	Benzo ghi peryleen	Indeno 123cd pyreen
Bemonstering februari 2014									
1	5	0.020	0.032	0.031	<0.02	0.018	<0.01	0.021	0.019
2	5	0.053	0.066	0.062	0.031	0.046	0.013	0.042	0.037
3	5	0.050	0.066	0.062	0.031	0.045	0.014	0.041	0.036
4	5	0.042	0.053	0.048	0.024	0.034	0.011	0.031	0.027
Bemonstering oktober 2014									
38	14	0.015	0.029	0.026	<0.02	0.013	<0.01	0.016	0.014
61	18	0.23	0.25	0.22	0.11	0.18	0.046	0.12	0.11

Bijlage 11: Zware metalen in oppervlaktewater

Zware metalen komen voor onder twee vormen: een opgeloste fractie en een door chemische neerslagvorming neergeslagen fractie. Die neerslag bevindt zich in het water onder de vorm van gesuspendeerd materiaal. De milieukwaliteitsnormen voor diverse zware metalen in oppervlaktewater zijn er voor jaargemiddelde concentraties van opgeloste fractie. In regel moet de concentratie van de opgeloste fractie kleiner dan of gelijk zijn aan de totale concentraties. Totale concentraties bestaat uit de opgeloste concentraties plus de gesuspendeerde fractie. Bij de analyses zijn er niet altijd opgeloste fracties apart bepaald, wel steeds de totale concentratie. Dat maakt de interpretatie ietwat moeilijker. Als er overschrijdingen zijn vastgesteld van de milieukwaliteitsnormen dan is dat met zekerheid een probleem. In de tabel hieronder werd een rode markering gebruikt voor die waarden waar de wettelijke milieukwaliteitsnorm overschreden werd.

Er zijn geen wettelijke normen voor totale concentraties aan zware metalen. Als er overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen zijn vastgesteld op de totale concentratie van de onderscheiden zware metalen, dan is dat weergegeven als indicatie van een probleem (paarse cellen).

O = opgelost

T = totaal

		eenheid MKN	As o	As t	B o	B t	Ba o	Ba t	Be o	Be t	Co o	Co t	Cr o	Cr t	Cu o	Cu t	Mo o	Mo t	Ni o	Ni t
			µg/L 3	µg/L	µg/L 700	µg/L	µg/L 60	µg/L	µg/L 0.08	µg/L	µg/L 0.5	µg/L	µg/L 5	µg/L	µg/L 7	µg/L	µg/L 340	µg/L	µg/L 20	µg/L
Meetpunt	Datum																			
1	1/04/2014			< 27		< 182		78		4.5		142		< 6,5		< 22		< 14		260
1	21/10/2014			2.59		<200		78		1.23		6.5		2.49		29.5		<2		10
1	3/02/2015		<1	1.4	< 100	< 100	82.3	84.4	<0,8	<0,8	5.6	5.4	<2	1.9	6.7	11.1	<2	<2	9.6	9
2	21/10/2014			10.1		<200		102		3.3		11.7		5.5		19.4		<1		19.3
2	3/02/2015		2.6	3.3		<200	84.1	81.2				9.9	<2	1.7	7	7.4	<1	<1		18
3	31/07/2014			1.91		<100		99		<0,4		2.59		2.59		21.9		6.3		7.4
3	24/02/2015								0.4	<1	4.8	4.8							9.3	9.6
3	21/04/2015								0.96	<2									16	20
4	24/02/2015		1.4	2.5		<100	68.1	66.4						1.6	<4	13.5	<1	<1		
5	3/02/2015		1.9	3.1		<100	56.9	54				9.5		2.3	6.9	8.7	<1	<1	11.6	11.6
6	3/02/2015		3.4	3.7		<100	33.2	32.7				18.3		2.4		8.4	3.3	3.3		
7	3/02/2015		3.6	4.8		<100	25	27.4		<0,8		21.9		2.7		9.3	5.7	5.9		
8	3/02/2015		<1	1.2		<100	52.9	50.5			6.7	6.5		1.8	5.4	6.3	<2	<2		23.6
9	3/02/2015		2.9	3.8		<100		96.2				9.8		1.4	<4	4	<1	<1		12
11	31/07/2014			3.5		<100		80		6.3		122		4.9		16.3		<2		219
11	14/10/2014			2.42		<100		70		6.2		147		1.73		16.6		<1		255
12	14/10/2014			<1		<100		60		<0,4		7.9		1.09		<4		<1		35.8
12	24/02/2014								0.66	<2	14	15							23	26
12	28/04/2015								0.9	<1,6	31	32							49	51
13	14/10/2014			1.17		<100		59		1.8		57		1.12		6.4		<1		105
13	24/02/2015								0.92	<2	25	26							41	41
13	24/03/2015								1.6	2.2	51	51							81	84
13	28/04/2015								1.4	2.2	51	53							84	89
14	24/02/2015								<0,07	<1	6.6	6.6							<6	<5
14	21/04/2015								<0,07	<0,08	0.62	0.68							<6	5.4

		eenheid MKN	Pb o	Pb t	Sb o	Sb t	Se o	Se t	Sn o	Sn t	Te o	Te t	Ti o	Ti t	U o	U t	Vo	V t	Zn o	Zn t
			µg/L 7.2	µg/L	µg/L 100	µg/L	µg/L 2	µg/L 2	µg/L 3	µg/L	µg/L 100	µg/L	µg/L 20	µg/L	µg/L 1	µg/L	µg/L 4	µg/L	µg/L 20	µg/L
Meetpunt	Datum																			
1	1/04/2014			< 3,5		32		< 13				< 1				< 1,5		< 10,5		740
1	21/10/2014			4.6		<1		5.7				<1				<1		2.78		61
1	3/02/2015		<0,5	<1	1.1	1.3	2.1	4.2	<1	<1	<1	<1	<1	3.9	<0,5	<0,5	2.3	2.8		126
2	21/10/2014			4.5		1		3.8				<1				<0,5		6.4		113
2	3/02/2015		1.3	1.4	1.3	1.3			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	2.1	2.1		111
3	31/07/2014			4.7		4.1		<2				< 1				< 0,5		7.4		100
3	24/02/2015																		94	99
3	21/04/2015																			
4	24/02/2015		1	2.3	<0,5	<0,5			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	4.6	13.2		
5	3/02/2015		<0,5	1.9	<1	<1			<1	<1	<1	<1	<1	4.2	<0,5	<0,5	1.6	2.4		105
6	3/02/2015		<0,5	<1	1.2	1.3	<2	2.3	<1	<1	<1	<1	2.1	4.2	<0,5	<0,5		12.9		239
7	3/02/2015		<0,5	1.6	<1	<1	<2	4.2	<1	<1	<1	<1	2.3	10.1	<0,5	<1		20.9		100
8	3/02/2015		<0,5	<1	<1	<1	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<0,5	<0,5	4	4.3		238
9	3/02/2015		1.1	1.3	<0,5	<0,5			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	1.1	1.5		172
11	31/07/2014			8.2		<1		4.7				< 1				< 0,5		50		670
11	14/10/2014			2.93		<0,5		5.8				<1				<0,5		15.3		670
12	14/10/2014			<0,5		<0,5		<1				<1				<0,5		1.55		109
12	24/02/2014																		110	120
12	28/04/2015																		120	190
13	14/10/2014			<0,5		<0,5		<2				<1				<0,5		1.6		270
13	24/02/2015																		150	300
13	24/03/2015																		240	250
13	28/04/2015																		250	280
14	24/02/2015																		42	41
14	21/04/2015																		10	17