



Laboratorium voor Toegepaste  
Geologie en Hydrogeologie  
Geologisch Instituut  
Krijgslaan 281, S8 B-9000 Gent  
Tel.: 09/264 46 48  
09/264 46 55

Interprovinciaal Proefcentrum voor  
de Aardappelteelt (PCA) vzw  
Karreweg 6 B-9700 Kruishoutem  
T: +32 (0)9 381 86 90  
E: [pca@proefcentrum-kruishoutem.be](mailto:pca@proefcentrum-kruishoutem.be)  
W: [www.PCAinfo.be](http://www.PCAinfo.be)

Vakgroep Omgeving  
Onderzoeksgroep Bodemvruchtbaarheid  
en nutriëntenbeheer  
Coupure links 653 9000 Gent  
Tel. 09 264 60 53  
09 264 60 66

Proefcentrum voor Sierteelt (PCS) vzw  
Schaessestraat 18 B-9070 Destelbergen  
T: +32 (0)9 353 94 94  
F: +32 (0)9 353 94 95  
E: [info@pcsierteelt.be](mailto:info@pcsierteelt.be)  
W: [www.pcsierteelt.be](http://www.pcsierteelt.be)

## Project

Gebiedsgerichte monitoring en  
regionale attenuatiefactor  
(APLM/2018/1)

Deelrapport luik 1

## Opdrachtgever

VLM

### Leiding:

Prof. Dr. K. Walraevens  
Prof. Dr. ir. S. De Neve

### Studie en verslag:

M. Van Camp  
J. De Waele

Dossiernummer: TGO 19/04

Datum: febr 2020

## **INHOUD**

- 1 Inleiding
- 2 Keuze van de studiegebieden (Post 1.1)
  - 2.1 Kandidaat studiegebieden
  - 2.2 Methodologie bij de keuze
  - 2.3 Resultaten
- 3 Terreinverkenning en samenwerking met landbouwers en lokale actoren (post 1.2)
  - 3.1 Informatiefolder
  - 3.2 Terreinbezoeken
  - 3.3 Selectie van percelen voor opvolging
  - 3.4 Uitgevoerde staalnemingen, analyses en de verzameling teeltinformatie
- 4 Uitwerken methodologie berekenen attenuatiefactor (post 1.3)
  - 4.1 Attenuatiefactor grondwater
  - 4.2 Attenuatiefactor oppervlaktewater
- 5 Beschrijving van testgebied 1: Huise (post 1.4)
  - 5.1 Ligging van de testsite
  - 5.2 Topografie
  - 5.3 Hydrografie en stromingsdebieten
  - 5.4 Geologie en hydrogeologie
  - 5.5 Oppervlaktewaterkwaliteit en MAP meetpunten
  - 5.6 Stijghoogten en grondwaterstroming
  - 5.7 Grondwaterkwaliteit
- 6 Beschrijving van testgebied 2: Maldegem (post 1.4)
  - 6.1 Ligging van de testsite
  - 6.2 Topografie
  - 6.3 Hydrografie en stromingsdebieten
  - 6.4 Geologie en hydrogeologie
  - 6.5 Oppervlaktewaterkwaliteit en MAP meetpunten
  - 6.6 Stijghoogten en grondwaterstroming
  - 6.7 Grondwaterkwaliteit
- 7 Voorbereiding metingen verplichte optie (post 1.5)

## LIJST DER FIGUREN

- Fig 2.1 Lijst en ligging van de 15 potentiële testsites die door de opdrachtgever werd aangeleverd
- Fig 2.2 Grootte en Infbouwgebruik in de verschillende potentiële testsites
- Fig 2.3 Crossplot van de 2 sets van totaalscores voor het kiezen van het meest geschikte klein en groot testgebied
- Fig 4.1 Algemene workflow van de voorgestelde methodiek voor het bepalen van de AF voor grondwater
- Fig 4.2 Afleiden van de ouderdom van het grondwater in een ondiepe peilfilter uit de positie van het filterelement
- Fig 4.3 Afleiden van de ouderdom van het grondwater in een ondiepe peilfilter uit de verticale stromingscomponenten het filterelement
- Fig 4.4 Methodologie van De Vries (1974) voor het afleiden van de ouderdom van grondwater op een diepte in een freatische laag
- Fig 4.5 Afleiden van de AF-GW in een tijdsinterval door vergelijking van de nitraatconcentraties in de zonekarakteristieke bodemwatercurve en de tijd-gerefereerde nitraatgehalten in het grondwater
- Fig 5.1 Ligging en begrenzing van het afstroomgebied van de Plankbeek te Huise
- Fig 5.2 Topografie en hydrografie binnen het studiegebied
- Fig 5.3 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt LS06\_3L op de Plankbeek
- Fig 5.4 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt LS06\_34L op de Plankbeek tussen 2013 en 2015
- Fig 5.5 Afdedekte geologische kaart van het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)
- Fig 5.6 Dikte van de quartaire bedekking in het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)
- Fig 5.7 Isohypsen van de top van de Formatie van Kortrijk (volgens G3DV2)
- Fig 5.8 Dikte van het Lid van Egem van de Formatie van Tielt (volgens G3DV2)
- Fig 5.9 Evolutie van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 709400
- Fig 5.10 Seizoengrafiek van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 709400
- Fig 5.11 Maandgemiddelden van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 709400
- Fig 5.12 Evolutie van de stijghoogten in peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM
- Fig 5.13 Seizoengrafiek van de grondwaterdiepte in filter F1 van peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM
- Fig 5.14 Evolutie van het nitraatgehalte in peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM
- Fig 6.1 Ligging en begrenzing van het afstroomgebied van de Ede te Maldegem
- Fig 6.2 Topografie en hydrografie binnen het studiegebied
- Fig 6.3 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt L02\_442 op de Ede
- Fig 6.4 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt L02\_442 op de Ede tussen 2015 en 2020
- Fig 6.5 Afdedekte geologische kaart van het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)
- Fig 6.6 Dikte van de quartaire bedekking in het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)
- Fig 6.7 Isohypsen van de basis van de quartaire bedekking in het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)
- Fig 6.8 Evolutie van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764200
- Fig 6.9 Seizoengrafiek van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764200
- Fig 6.10 Maandgemiddelden van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764200
- Fig 6.11 Evolutie van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764530

Fig 6.12 Seizoengrafiek van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764530

Fig 6.13 Maandgemiddelden van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764530

Fig 6.14 Evolutie van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764600

Fig 6.15 Seizoengrafiek van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764600

Fig 6.16 Maandgemiddelden van het nitraatgehalte in MAP meetpunt 764600

Fig 6.17 Ligging van peilbuizen van meetnet 8 van VMM

## LIJST DER TABELLEN

- Tabel 1.1 Overzicht van de verschillende posten in Luik 1 van het project
- Tabel 2.1 Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal landbouwpercelen.
- Tabel 2.2 Scores voor de stroomgebieden op basis van het totaal aantal nitraatresidumetingen in 2007-2016.
- Tabel 2.3 Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal jaren waarvoor er minstens 2 nitraatresidu metingen zijn.
- Tabel 2.4 Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal aanwezige grote textuurklassen.
- Tabel 2.5 Meest voorkomende teelten in Vlaanderen in 2017
- Tabel 2.6 Scores voor de stroomgebieden op basis van het percentage ingenomen door teelten in het landbouwareaal in 2016.
- Tabel 2.7 Scores voor de stroomgebieden op basis van het aandeel nateelten in het landbouwareaal in 2016.
- Tabel 2.8 Scores voor de stroomgebieden op basis van het percentage van het landbouwareaal behorend tot bedrijven met bemesting overwegend afkomstig van een bepaalde diersoort of zonder eigen dieren.
- Tabel 2.9 Scores voor de stroomgebieden op basis van het landgebruik (2012).
- Tabel 2.10 Scores voor de stroomgebieden op basis van de drainageklasse.
- Tabel 2.11 Overzicht van de gewogen scores en globale score per criterium. De stroomgebieden werden geordend naar afnemende globale score.
- Tabel 2.12 Combinatie van de MCA scores met de scores voor schaalgrootte en terrein Toegankelijkheid
- Tabel 3.1 Hoofdtextuur, kunstmatige drainage, teelten en nateelten en dierlijke bemestingsvormen voor de 36 percelen die geselecteerd werden in de stroomgebieden Huise en Maldegem. De percelen zijn gegroepeerd volgens de geplande hoofdteelt voor 2020.
- Tabel 4.1 De 4 componenten die bijdragen tot de nitraatconcentratie in een oppervlaktewater
- Tabel 6.1 Overzicht van de peilbuizen van VMM meetnet 8 binnen het studiegebied Maldegem

## **LIJST DER BIJLAGEN**

Bijlage A Informatiefolder voor landbouwers

## 1 Inleiding

Dit document bevat het deelverslag van luik 1 van het project “Gebiedsgerichte monitoring en regionale attenuatiefactor (Bestek nr. APLM/2018/1)”. In het bestek is voorzien dat na 6 maanden de rapportage van luik 1 moet opgeleverd worden. De aanvangsdatum van het project was 1 september 2019. Conform het projectvoorstel wordt luik 1 onderverdeeld in 5 posten (tabel 1.1). Dit verslag volgt deze indeling en behandelt elke post in een apart hoofdstuk, behalve voor post 1.4 waarin de 2 geselecteerde testgebieden in aparte hoofdstukken worden toegelicht.

Dit rapport is geen vorderingsverslag. Het geeft dus niet de stand van het project weer na 6 maanden looptijd. Op het moment dat onderhavig rapport wordt opgeleverd, is reeds geruime tijd het monitoring netwerk geïnstalleerd en worden er maandelijks een uitvoerige reeks metingen verricht. Maar deze behoren bij luik 2 en worden hier verder niet behandeld maar zullen uitvoerig gedocumenteerd en besproken worden in het deelrapport van luik 2.

Hoofdstuk 2 legt de methodologie uit die gebruikt werd om de 2 testsites te selecteren uit de lijst van 15 kandidaten die door de opdrachtgever voorzien werden, en bevat de resultaten van deze selectieprocedure.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de terreinverkenningen die gedaan werden en van de contacten met de lokale landbouwers.

Hoofdstuk 4 betreft post 1.3 : het uitwerken van de methodologie voor het berekenen van attenuatiefactoren. De methodiek die wordt voorgesteld werd reeds uitvoerig besproken in het projectvoorstel en wordt hier overgenomen vanuit het ingediende voorstel.

Hoofdstukken 5 en 6 bevatten een beschrijving van de 2 geselecteerde testgebieden, resp. het afstroomgebied in Huise (hoofdstuk 5) en Maldegem (hoofdstuk 6). De nadruk ligt hierbij op de hydrogeologische karakteristieken en beschikbare datareeksen.

Hoofdstuk 7 bevat een korte toelichting bij het uitvoeren van de verplichte optie.

**Tabel 1.1 Overzicht van de verschillende posten in Luik 1 van het project**

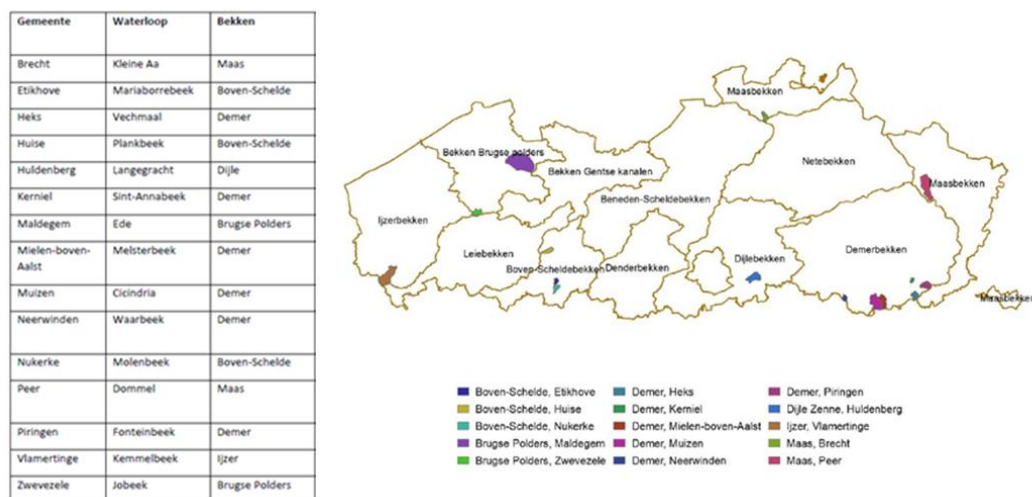
	jaar	1	1
	kwartaal	1	2
Onderdeel	post		
<b>LUIK 1</b>			
Definitieve keuze studiegebieden	1.1	X	
Terreinverkenning en samenwerking met landbouwers en lokale actoren	1.2	X	X
Uitwerken methodologie berekening attenuatiefactor	1.3	X	X
Rapportage Luik 1 (incl. beschrijving studiegebieden)	1.4		X
Verplichte optie: uit te voeren metingen voorbereiden	1.5		X

## 2 Keuze van de studiegebieden (Post 1.1)

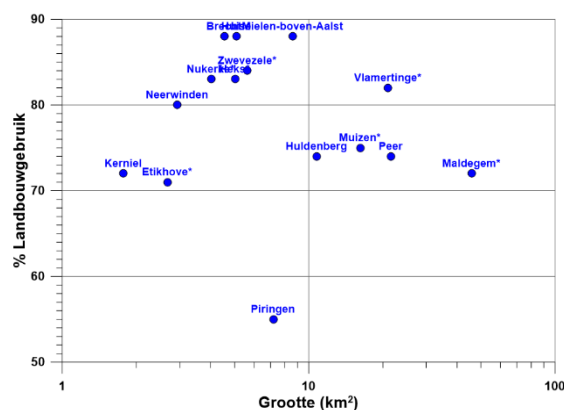
### 2.1 Kandidaat studiegebieden

Uit een lijst van 15 potentiële testgebieden (fig 2.1) die door de opdrachtgever werden voorgesteld, dienden 2 stroombekkens gekozen te worden die in onderhavig project als testgebied voor de methodologie gaan gebruikt worden. Door de opdrachtgever werden ook statistische gegevens medegedeeld i.v.m. landgebruik, teelten en erosiegevoeligheid. Per site was ook een plannetje beschikbaar met diverse lokale informatie. De grootte van de 15 afstroombekkens varieert tussen ca 2 km<sup>2</sup> en 45 km<sup>2</sup> (fig 2.2). Het areaal landbouwgrond ligt, op een enkele uitzondering na, tussen 70 en 90%.

**Fig 2.1 Lijst en ligging van de 15 potentiële testsites die door de opdrachtgever werd aangeleverd**



**Fig 2.2 Grootte en landbouwgebruik in de verschillende potentiële testsites**



### 2.2 Methodologie bij de keuze

De selectieprocedure is gebaseerd op een multi-criteria analyse (MCA) van parameters betreffende de onverzadigde zone en het landgebruik, gecombineerd met 2 andere



supplementaire scores gerelateerd aan de schaalgrootte van de testsite en het praktisch aspect van toegankelijkheid.

#### DEELSCORE 1: MCA analyse

In een eerste stap werd eerst een uitgebreide MCA van de onverzadigde zone uitgevoerd die rekening hield met 9 parameters. Dit leverde een reeks scores op die genormaliseerd werden en dus varieerden tussen 0 voor het minst geschikte afstroomgebied en 1 voor het meest geschikte afstroomgebied.

#### DEELSCORE2: Schaalgrootte

Gezien de grote variatie in oppervlakte van de potentiële testgebieden en het feit dat opschaalbaarheid van de methodologie voor het bepalen van de attenuatiefactoren een belangrijke onderzoekstopic in het project vormt, terwijl anderzijds het op een detailschaal bestuderen van de controlerende mechanismen nodig is om het systeem van nitraatverspreiding goed te begrijpen, vond het consortium het aangewezen om één klein testgebied te selecteren en één groot. Zodoende kan direct gevalideerd worden of de methodologie over de hele rand van spatiale schalen goed werkt. Daarom werd de grootte van de testsites als een tweede bijdrage gequantificeerd door de logaritmische waarde van de oppervlakte te normaliseren. Om enerzijds het meest geschikten kleine en anderzijds meest geschikte grote testgebied te kunnen vinden, werden 2 normalisaties gebruikt: één waarbij het kleinste gebied de score 0 kreeg en één waarbij het grootste gebied de score 0 krijgt. Er zijn bijgevolg 2 sets van deelscore 2.

#### DEELSCORE 3: Terreintoegankelijkheid

Vermits er in het kader van het project een grote hoeveelheid veldwerk en metingen moeten uitgevoerd worden, is ook het praktisch aspect van belang. Hierin speelt de toegankelijkheid van de site een rol en de verkeerstechnische gevolgen zoals reistijden mee. Dit werd benaderend verrekend door een score aan elke provincie toe te kennen die toeneemt met de afstand en/of geschatte reistijd naar een site. Daarbij speelt niet alleen de afstand een rol maar ook b.v. het feit of men b.v. langs Brussel of Antwerpen moet passeren, wat onvermijdelijk aanleiding zou geven tot lange vertragingen. De provinciescore werd eveneens genormaliseerd naar het 0-1 interval.

#### Combinatie van de 3 deelscores

Een gecombineerd eindtotaal werd verkregen door de 3 deelscores op te tellen. Dat werd gedaan voor de twee varianten van deelscore 2. Dat leverde dan 2 gecombineerde scores op : één dat het meest geschikte grote testgebied aanwijst en één dat het meest geschikten klein testgebied oplevert.

## 2.3 Resultaten

### MCA Onverzadigde zone

De volgende parameters werden gebruikt om selectiecriteria op te stellen:

- Aantal landbouwpercelen
- Aantal nitraatresidumetingen
- Aantal jaar met nitraatresidumetingen
- Bodemtextuur
- Teelten
- Nateelten
- Mestsoorten
- Landgebruik
- Drainageklasse

Aan de hand van bestaande ruimtelijke data werd vervolgens met behulp van ArcGIS ruimtelijk onderzoek gedaan naar deze parameters in de verschillende stroomgebieden en werd telkens een criterium gedefinieerd op basis waarvan aan elk stroomgebied een score toegewezen werd. Dan werden aan alle criteria gewichten toegekend om zo tot een globale score per stroomgebied te komen.

Dit wordt verder uitgewerkt in de volgende secties.

#### **Parameter 1: Aantal landbouwpercelen (tabel 2.1)**

Het aantal percelen binnen elk stroomgebied werd meegenomen als een selectiecriteria, aangezien binnen elk gebied 18 percelen dienen gevonden te worden en de kans uiteraard groter wordt om de gewenste combinaties teelt-textuur-bemesting te vinden naarmate er meer percelen zijn. Het aantal percelen (periode 2007-2016) werd logaritmisch herschaald en vervolgens werd een relatieve score berekend door deze logaritmische waarde te delen door de maximale logaritmische waarde van alle stroomgebieden.

**Tabel 2.1: Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal landbouwpercelen.**

	aantal percelen	score
Brecht	99	0.59
Etikhove	393	0.77
Heks	376	0.76
Huise	300	0.73
Huldenberg	633	0.83
Kerniel	111	0.61
Maldegem	2373	1.00
Mielen-boven-Aalst	438	0.78
Muizen	758	0.85
Neerwinden	159	0.65
Nukerke	285	0.73
Peer	1340	0.93

Piringen	280	0.73
Vlamertinge	1390	0.93
Zwevezele	449	0.79

### **Parameter 2: Nitraatresidu: totaal aantal metingen (tabel 2.2)**

Aangezien de nitraatresidu metingen uit de VLM-databank zullen worden gebruikt om een zone-karakteristieke nitraatresidu tijdreeks op te stellen, is een gebied met meer nitraat residumetingen interessanter. Hoe meer metingen, hoe representatiever het jaarlijks gemiddelde. Eerst werd het aantal metingen (periode 2007-2016) logaritmisch herschaald. Vervolgens werd een relatieve score berekend door deze logaritmische waarde te delen door de maximale logaritmische waarde van alle stroomgebieden.

**Tabel 2.2: Scores voor de stroomgebieden op basis van het totaal aantal nitraatresidumetingen in 2007-2016.**

	aantal metingen	score
Brecht	86	0.65
Etikhove	38	0.53
Heks	58	0.59
Huise	28	0.48
Huldenberg	996	1.00
Kerniel	20	0.43
Maldegem	596	0.93
Mielen-boven-Aalst	517	0.91
Muizen	964	1.00
Neerwinden	13	0.37
Nukerke	45	0.55
Peer	409	0.87
Piringen	46	0.55
Vlamertinge	635	0.93
Zwevezele	129	0.70

### **Parameter 3 : Nitraatresidu: aantal jaren met voldoende metingen (tabel 2.3)**

Om verder onderscheid mogelijk te maken, met name tussen de kleinere gebieden, werd een bijkomende score gegeven gelijk aan het aandeel van de jaren (2007-2016) waarin minstens twee nitraatresidumetingen aanwezig te zijn. Aan kleinere gebieden zal immers op basis van gelijkenissen tussen de cumulatieve distributiefuncties (cdf) van nitraatresiduen een nitraatresidueeks van een groter gebied vergelijkbaar in landgebruik en bemestingsdruk worden toegewezen. Om deze cdf op te stellen voor de kleine gebieden, dienen weliswaar voldoende jaren met minstens een klein aantal nitraatresidumetingen beschikbaar te zijn.

**Tabel 2.3: Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal jaren waarvoor er minstens 2 nitraatresidu metingen zijn.**

	aantal jaren	score
Brecht	8	0.8

Etikhove	6	0.6
Heks	7	0.7
Huise	8	0.8
Huldenberg	7	0.7
Kerniel	4	0.4
Maldegem	10	1.0
Mielen-boven-Aalst	6	0.6
Muizen	8	0.8
Neerwinden	4	0.4
Nukerke	7	0.7
Peer	10	1.0
Piringen	7	0.7
Vlamertinge	10	1.0
Zwevezele	10	1.0

**Parameter 4: Bodemtextuur: aanwezigheid van de hoofdtexturen zand - zandleem/leem - klei) (tabel 2.4)**

De textuur van een bodem heeft een grote invloed op de vochthuishouding en daardoor ook op enkele van de meest belangrijke processen in de onverzadigde zone (mineralisatie, uitspoeling, denitrificatie). Een stroomgebied met een grotere variabiliteit in de bodemtextuur is daardoor interessanter. Met behulp van de bodemkaart werd de bodemtextuur in elk stroomgebied opgedeeld in drie grote textuurklassen: (1) zand, (2) zandleem en leem en (3) klei. Er werd aangenomen dat een textuurklasse aanwezig was indien die meer dan 5% van de oppervlakte van het stroomgebied besloeg, omdat we inschatten dat we pas vanaf 5% met enige zekerheid kunnen zeggen dat we een geschikt perceel met die textuur zullen vinden. Afhankelijk van het aantal aanwezige textuurklassen, kreeg een stroomgebied een score van 1/3, 2/3 of 3/3.

**Tabel 2.4: Scores voor de stroomgebieden op basis van het aantal aanwezige grote textuurklassen.**

	zand %	zandleem+leem %	klei %	score
Brecht	98.6	0.0	0.0	0.33
Etikhove	1.7	82.0	9.3	0.67
Heks	2.9	89.0	1.3	0.33
Huise	2.1	95.9	0.7	0.33
Huldenberg	5.6	88.4	0.4	0.67
Kerniel	0.0	93.6	0.2	0.33
Maldegem	86.0	5.8	4.6	0.67
Mielen-boven-Aalst	0.3	94.1	0.1	0.33
Muizen	0.0	90.4	1.3	0.33
Neerwinden	0.0	91.9	0.0	0.33
Nukerke	0.2	96.0	1.4	0.33
Peer	94.6	0.0	0.0	0.33
Piringen	9.0	71.4	2.1	0.67

Vlamertinge	12.1	79.7	5.7	1.00
Zwevezele	52.7	39.5	6.9	1.00

### **Parameter 5 : Aanwezigheid van de voornaamste teelten (tabel 2.5 en 2.6)**

Op basis van cijfers van STATBEL (2017) werden voor Vlaanderen de voornaamste teelten bepaald: aardappel, tijdelijk grasland, korrelmaïs, suikerbiet, snijmaïs, wintertarwe en blijvend grasland (tabel 2.5). In 2017 namen deze teelten samen 85% van het landbouwareaal in.

**Tabel 2.5: Meest voorkomende teelten in Vlaanderen in 2017.**

Teelt	% landbouwareaal
Blijvend grasland	27
Snijmaïs	20
Wintertarwe	10
Tijdelijk grasland	9
Aardappel	9
Korrelmaïs	7
Suikerbiet	3

Omwille van de potentieel grote nutriëntenverliezen op groentepercelen, werd aan deze voornaamste teelten nog de teeltgroep groenten toegevoegd. Aangezien in de jaarlijkse VLM-teeltdatabank geen onderscheid gemaakt wordt tussen tijdelijk en blijvend grasland, werden deze twee teelten onder de teeltgroep grasland samengevoegd. In plaats van enkel wintertarwe werd de teeltgroep wintergranen beschouwd. Vervolgens werd nagegaan hoeveel van deze teelten/teeltgroepen voorkomen in elk stroomgebied. Daarbij werd een teelt geklasseerd als aanwezig in het stroomgebied indien de teelt meer dan 5% van het totale landbouwareaal innam. Dit gebeurde op basis van de teeltgegevens van 2016 (op dat moment de meest recente beschikbare data). De score werd gelijkgesteld aan het aandeel aanwezige teelten.

**Tabel 2.6: Scores voor de stroomgebieden op basis van het percentage ingenomen door teelten in het landbouwareaal in 2016.**

	aardappel %	grasland %	groenten %	korrelmaïs %	snijmaïs %	suikerbiet %	wintergraan %	score
Brecht	7.0	40.6	0.0	0.5	36.9	0.0	0.0	0.43
Etikhove	2.5	25.7	2.7	0.9	11.8	6.3	19.1	0.57
Heks	2.4	14.2	0.1	3.1	7.7	10.4	34.8	0.57
Huise	18.2	19.9	20.1	1.9	11.5	5.5	18.4	0.86
Huldenberg	5.5	15.9	0.0	6.5	6.9	5.7	29.9	0.86
Kerniel	0.0	11.3	2.3	13.4	12.3	0.6	9.8	0.57
Maldegem	7.1	35.4	0.2	4.7	20.5	0.0	2.3	0.43
Mielen-boven-Aalst	4.5	3.7	5.4	5.5	0.5	8.5	30.6	0.57
Muizen	6.3	5.0	5.2	4.8	2.7	9.1	18.8	0.57
Neerwinden	0.3	7.3	9.4	1.2	1.5	7.6	36.6	0.57
Nukerke	18.0	26.4	1.9	3.5	8.7	6.6	18.8	0.71
Peer	1.9	33.1	1.0	6.2	27.0	0.3	1.3	0.43

Piringen	1.6	17.8	1.7	1.1	5.5	3.7	16.1	0.43
Vlamertinge	16.2	20.7	10.6	3.2	11.3	3.8	15.9	0.71
Zwevezele	13.2	25.4	22.6	12.2	16.5	0.0	3.6	0.71

### **Parameter 6: Aanwezigheid van nateelten (tabel 2.7)**

De aanwezigheid van nateelten kan een grote invloed hebben op de nutriëntendynamiek op het perceel en is dus zeker een belangrijke parameter in deze studie. Om te verzekeren dat percelen met nateelten konden worden opgenomen, werd het aandeel aan percelen met nateelten als selectie criterium gehanteerd. Dit gebeurde op basis van de teeltgegevens van 2016 (op dat moment de meest recente beschikbare data). De score werd gelijkgesteld aan het aandeel nateelten op landbouwpercelen binnen elk stroomgebied. De nateelten in tabel 2.7 gaan om zowel grasland als akkerland, waarbij op grasland wel geen akkerland wordt verondersteld. De bedoeling was de kans of het gemak uit te drukken om een nateelt verschillend van blijvend grasland op te nemen in de proefopzet. In een stroomgebied met veel blijvend grasland is die kans kleiner.

**Tabel 2.7: Scores voor de stroomgebieden op basis van het aandeel nateelten in het landbouwareaal in 2016.**

stroomgebied	% nateelten	score
Brecht	32	0.32
Etikhove	44	0.44
Heks	54	0.54
Huise	19	0.19
Huldenberg	51	0.51
Kerniel	14	0.14
Maldegem	25	0.25
Mielen-boven-Aalst	55	0.55
Muizen	41	0.41
Neerwinden	46	0.46
Nukerke	39	0.39
Peer	35	0.35
Piringen	31	0.31
Vlamertinge	34	0.34
Zwevezele	18	0.18

### **Parameter 7: Aanwezigheid van verschillende mestsoorten (tabel 2.8)**

De aard van de bemesting is een belangrijke factor voor de nutriëntendynamiek. Op basis van cijfers van de Mestbank (2016) werd voor elk landbouwbedrijf bepaald welke diersoort de grootste hoeveelheid N produceert. Alle percelen behorend tot dat bedrijf werden vervolgens verondersteld bemest te worden met dierlijke mest van die diersoort. Vervolgens werd per stroomgebied berekend wat per mestsoort het aandeel is van de landbouwpercelen die daarmee bemest werden. Hierbij werd ook de categorie landbouwbedrijven zonder dieren opgenomen, aangezien daarvoor verondersteld werd dat bemesting met kunstmest meer waarschijnlijk is dan op veeteeltbedrijven. Indien een bepaalde categorie voorkomt op meer

dan 5% van het landbouwareaal in het stroomgebied, werd deze in rekening gebracht. De score werd gelijkgesteld aan het aandeel aanwezige mestsoorten.

**Tabel 2.8: Scores voor de stroomgebieden op basis van het percentage van het landbouwareaal behorend tot bedrijven met bemesting overwegend afkomstig van een bepaalde diersoort of zonder eigen dieren.**

	geen dieren %	paarden %	pluimvee %	runderen %	varkens %	andere %	score
Brecht	15.9	3.1	0.0	68.2	9.9	2.9	0.50
Etikhove	6.6	1.8	0.7	90.9	0.0	0.0	0.33
Heks	36.3	1.1	1.0	28.8	32.0	0.8	0.50
Huise	25.4	4.0	15.4	50.3	4.9	0.0	0.50
Huldenberg	37.2	1.4	0.0	60.9	0.0	0.5	0.33
Kerniel	48.9	1.4	0.0	40.9	8.6	0.3	0.50
Maldegem	12.7	4.5	0.8	71.6	9.3	1.1	0.50
Mielen-boven-Aalst	86.3	0.0	0.0	12.3	1.5	0.0	0.33
Muizen	72.0	1.5	0.0	19.1	3.9	3.5	0.33
Neerwinden	41.3	6.1	0.3	41.6	10.8	0.0	0.67
Nukerke	9.4	3.9	0.0	81.6	5.2	0.0	0.50
Peer	19.1	8.3	0.1	62.6	8.2	1.7	0.67
Piringen	27.0	21.1	1.7	46.2	3.2	0.8	0.50
Vlamertinge	22.4	3.0	0.4	53.5	16.8	3.8	0.50
Zwevezele	32.5	2.1	0.5	26.6	38.2	0.0	0.50

**Parameter 8 : Landgebruik: aandeel niet-landbouw (tabel 2.9)**

In deze studie wordt gefocust op de relatie tussen nutriëntenprocessen op landbouwpercelen en de nutriëntenconcentraties in grond- en oppervlaktewater. Hoewel ook uitspoeling van nutriënten op niet-landbouwgronden ingeschat zal worden door benaderende simulaties, is er op die gronden geen monitoring voorzien en zal het de kwaliteit van de studie ten goede komen als het aandeel niet-landbouwgronden in een stroomgebied beperkt is. Daarom werd de score gelijkgesteld aan het aandeel landbouwgronden (akkerland + weiland).

**Tabel 2.9: Scores voor de stroomgebieden op basis van het landgebruik (2012).**

	akkerland %	weiland %	bos %	braak %	verhard %	tuinen %	water %	andere %	score
Brecht	33.9	49.8	7.6	0.6	3.8	3.7	0.2	0.5	0.84
Etikhove	43.1	26.1	7.7	0.7	9.2	13.2	0.0	0.0	0.69
Heks	61.9	18.4	4.4	0.8	6.8	7.7	0.0	0.0	0.80
Huise	69.9	17.2	2.8	0.5	4.5	4.9	0.1	0.1	0.87
Huldenberg	55.3	16.5	11.2	1.7	6.3	8.9	0.0	0.1	0.72
Kerniel	40.5	34.1	6.4	1.0	5.3	12.7	0.0	0.0	0.75
Maldegem	34.4	33.8	16.1	0.6	6.6	8.3	0.2	0.0	0.68
Mielen-boven-Aalst	56.4	22.0	3.3	0.7	6.5	7.8	0.0	3.3	0.78
Muizen	48.3	22.0	4.9	1.0	7.2	7.6	0.1	9.0	0.70
Neerwinden	67.6	14.2	3.0	1.4	7.2	6.4	0.0	0.2	0.82

Nukerke	56.8	23.5	4.4	0.6	5.7	8.9	0.0	0.0	0.80
Peer	35.1	34.1	12.6	1.0	8.2	8.7	0.0	0.2	0.69
Piringen	31.5	20.5	21.5	1.3	12.0	13.0	0.2	0.0	0.52
Vlamertinge	59.6	20.4	5.1	0.8	6.6	7.2	0.2	0.2	0.80
Zwevezele	52.1	21.7	4.3	1.3	11.4	8.6	0.3	0.2	0.74

### **Parameter 9 : Drainage (tabel 2.10)**

Het is een grote meerwaarde voor het project om op de percelen die opgevolgd worden eveneens stalen te kunnen nemen van drainagewater van kunstmatig gedraineerde percelen omdat die kunnen gebruikt worden ter validatie van simulaties. Hoe groter het aantal gedraineerde percelen in het stroomgebied, hoe groter de kans dat we dergelijke percelen mee kunnen opnemen in deze studie. Bovendien is het interessant om binnen stroomgebieden met actieve drainage na te gaan wat de bijdrage zal zijn van dit drainagewater tot de waterkwaliteit van het oppervlaktewater. Er zijn op Vlaams niveau echter geen kaarten ter beschikking die aantonen welke percelen gedraineerd zijn. Daarom werd met behulp van de bodemkaart voor alle akkerlandpercelen de drainageklasse nagegaan en werd aangenomen dat de kans op de aanwezigheid van drainagebuizen hoger wordt vanaf drainageklasse d. De drainageklasse van weiland werd niet meegenomen aangezien weiland vaak op nattere gronden ligt maar daarom niet altijd gedraineerd is.

**Tabel 2.10: Scores voor de stroomgebieden op basis van de drainageklasse.**

	drainageklasse $\geq$ d % van akkerland	score
Brecht	88.5	0.89
Etikhove	36.3	0.36
Heks	0.3	0.00
Huise	44.6	0.45
Huldenberg	0.2	0.00
Kerniel	2.5	0.03
Maldegem	81.3	0.81
Mielen-boven-Aalst	1.4	0.01
Muizen	0.7	0.01
Neerwinden	0.0	0.00
Nukerke	14.1	0.14
Peer	40.3	0.40
Piringen	7.9	0.08
Vlamertinge	52.4	0.52
Zwevezele	76.0	0.76

### **Globale score (tabel 2.11)**

Aan alle 9 criteria werden gewichten toegekend. De meeste criteria kregen een gewicht = 1, maar aan de criteria teelten, bodemtextuur en drainage werd een gewicht = 2 toegekend aangezien deze doorslaggevend zijn voor het opstellen van een goede kalibratie- en validatiedataset. Daarnaast werd aan het criterium landgebruik een gewicht = 3 toegekend, aangezien een te groot aandeel van niet-landbouwgronden in het stroomgebied ertoe kan



leiden dat de output van de simulaties te sterk afhangt van de benaderingen die zullen gebeuren voor niet-landbouwgronden. De scores werden vermenigvuldigd met de gewichten en vervolgens werd de som genomen van de producten om tot een globale score te komen.

Uit deze selectieanalyse blijkt dat – met oog op de processen in de onverzadigde zone – de grotere stroomgebieden Vlamertinge, Zwevezele en Maldegem de drie hoogste scores verkrijgen.

**Tabel 2.11: Overzicht van de gewogen scores en globale score per criterium. De stroomgebieden werden geordend naar afnemende globale score.**

	aantal percelen	textuur	nit.res. totaal	nit.res. per jaar	teelt	nateelt	mest	land- gebruik	drainage	globale score
<i>maximum score</i>	1	2	1	1	2	1	1	3	2	14
Vlamertinge	0.93	2.00	0.93	1.00	1.43	0.34	0.50	2.40	1.05	10.59
Zwevezele	0.79	2.00	0.70	1.00	1.43	0.18	0.50	2.22	1.52	10.33
Maldegem	1.00	1.33	0.93	1.00	0.86	0.25	0.50	2.04	1.63	9.54
Brecht	0.59	0.67	0.65	0.80	0.86	0.32	0.50	2.51	1.77	8.66
Huise	0.73	0.67	0.48	0.80	1.71	0.19	0.50	2.61	0.89	8.59
Huldenberg	0.83	1.33	1.00	0.70	1.71	0.51	0.33	2.15	0.00	8.58
Peer	0.93	0.67	0.87	1.00	0.86	0.35	0.67	2.08	0.81	8.22
Etikhove	0.77	1.33	0.53	0.60	1.14	0.44	0.33	2.08	0.73	7.94
Nukerke	0.73	0.67	0.55	0.70	1.43	0.39	0.50	2.41	0.28	7.65
Mielen-boven-Aalst	0.78	0.67	0.91	0.60	1.14	0.55	0.33	2.35	0.03	7.36
Muizen	0.85	0.67	1.00	0.80	1.14	0.41	0.33	2.11	0.01	7.32
Heks	0.76	0.67	0.59	0.70	1.14	0.54	0.50	2.41	0.01	7.32
Neerwinden	0.65	0.67	0.37	0.40	1.14	0.46	0.67	2.46	0.00	6.81
Piringen	0.73	1.33	0.55	0.70	0.86	0.31	0.50	1.56	0.16	6.70
Kerniel	0.61	0.67	0.43	0.40	1.14	0.14	0.50	2.24	0.05	6.18

Op basis van bovenstaande globale score voor de criteria betreffende de onverzadigde zone, de criteria betreffende de verzadigde zone (voor deze laatste criteria verwijzen we naar het deel verzadigde zone) en de criteria betreffende bestaande kennis en afstand tot Gent, werden het grotere stroomgebied Maldegem en het kleinere stroomgebied Huise geselecteerd. De combinatie van deze beide stroomgebieden is geschikt voor het aanleggen van een volledige kalibratie- en validatiedataset aangezien we in Huise voornamelijk zandleem en in Maldegem zand en klei aantreffen, waardoor de hoofdtexturen (met weliswaar enkel zandleem en geen leem) voldoende vertegenwoordigd zijn. Daarnaast vinden we over beide stroomgebieden samen nagenoeg alle gewenste teelten terug, is het zeker mogelijk om percelen met nateelten te vinden en komen in beide gebieden voldoende gedraineerde percelen voor. De impact van het niet-landbouwareaal op de output van de simulaties zal in Maldegem, een groot stroomgebied zijnde, de nodige aandacht vragen, terwijl Huise als klein stroomgebied hoog scoort op landgebruik: 87% van de oppervlakte wordt ingenomen door landbouwgronden. Deze tegenstelling kan leiden tot verbeteringen in de gemaakte benaderende simulaties op niet-landbouwgronden. Anderzijds is het nitraatresidu een aandachtspunt in Huise: er zijn in totaal relatief weinig metingen. Aangezien er in 8 van de 10 jaren wel minstens 2 metingen zijn, is het wel mogelijk de alternatieve werkwijze grondig te

analyseren door voor Huise een cdf-curve op te stellen en een nitraatresidu tijdreeks van een vergelijkbaar groter gebied te gebruiken.

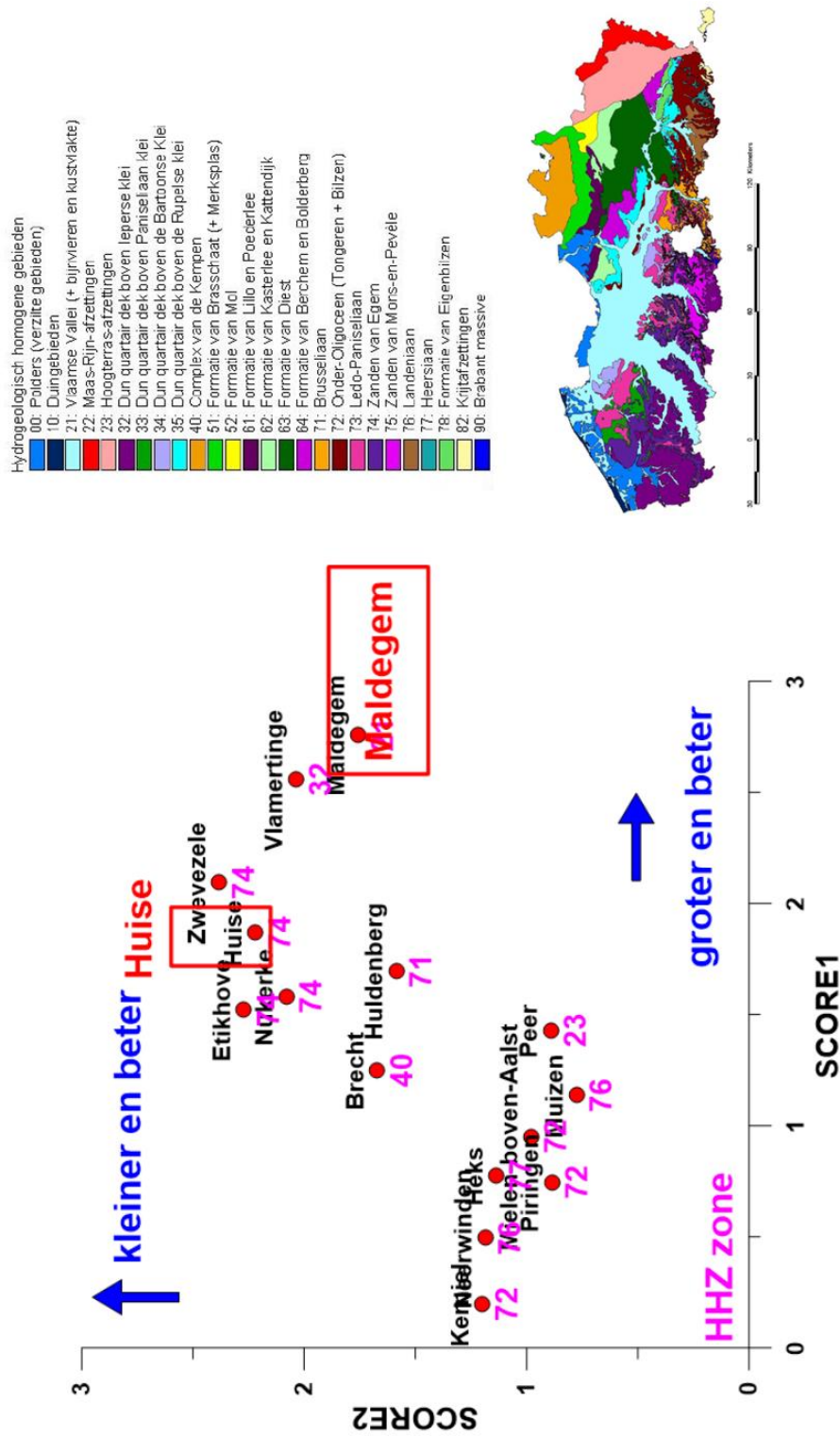
### **Combinatie van de MCA scores met de scores voor schaalgrootte en terrein-toegankelijkheid (tabel 2.12)**

Door het optellen van de eindscore van de MCA met de 2 varianten van de schaalgroottefactor (resp. voor het grootste en kleinste testgebied) en de terreintoegankelijkheidsscore worden twee aparte gecombineerde waarden bekomen, in tabel 2.12 resp. "combin1" en "combin2" genoemd. De hoogste score voor combin1 is het meest aangewezen groot testgebied, de hoogste score voor combin2 het meest geschikte kleine testgebied. Een crossplot van beide waarden (fig 2.3) visualiseert beter welke de meest geschikte sites zijn. Op deze crossplot werd ook telkens de HHZ zone vermeld (de HHZ zones definiëren gebieden met een uniforme hydrogeologische opbouw) . Er wordt de voorkeur gegeven de twee testsites in een verschillende HHZ te hebben om ook voldoende hydrogeologische diversiteit te hebben. Als grootste site werd Maldegem genomen, dat heeft ook de hoogste score voor combin1. Er zijn meerdere testsites die bijna vergelijkbare hoge scores hebben in de combin2 ranking. Daarbij is vooral Huise interessant omdat deze site ligt langsheen een heuvelrug die ook in het project "nitraatrijke bronnen" bestudeerd wordt. Dat geeft een meerwaarde aan dit afstroomgebied omdat er dan een interactie tussen beide projecten kan plaatsvinden. Als kleine testsite werd bijgevolg voor Huise geopteerd.

**Tabel 2.12 Combinatie van de MCA scores met de scores voor schaalgrootte en terrein toegankelijkheid**

site	score_MCA	MCA_norm	area(km2)	HHZ	PROV	PROV_SCORE	log_area	area_norm	combin1	combin2
Maldegem	9.54	0.762	45.83	21	OVL	5	1.66	1.00	2.76	1.76
Vlamertinge	10.59	1.000	21.00	32	WVL	4	1.32	0.76	2.56	2.04
Zwevezele	10.33	0.941	5.64	74	WVL	4	0.75	0.36	2.10	2.39
Huise	8.59	0.546	5.10	74	OVL	5	0.71	0.32	1.87	2.22
Piringen	6.70	0.118	7.18	72	LIM	1	0.86	0.43	0.75	0.89
Etikhove	7.94	0.399	2.67	74	OVL	5	0.43	0.13	1.52	2.27
Peer	8.22	0.463	21.57	23	LIM	1	1.33	0.77	1.43	0.89
Brecht	8.66	0.562	4.54	40	ANT	2	0.66	0.29	1.25	1.67
Huldenberg	8.58	0.544	10.78	71	BRA	3	1.03	0.56	1.70	1.59
Heks	7.32	0.259	5.02	77	LIM	1	0.70	0.32	0.78	1.14
Nukerke	7.65	0.333	4.01	74	OVL	5	0.60	0.25	1.58	2.08
Muizen	7.32	0.259	16.17	76	LIM	1	1.21	0.68	1.14	0.78
Mielen-boven-Aalst	7.36	0.268	8.61	72	LIM	1	0.94	0.49	0.95	0.98
Neerwinden	6.81	0.143	2.93	76	LIM	1	0.47	0.15	0.50	1.19
Kerniel	6.18	0.000	1.77	72	LIM	1	0.25	0.00	0.20	1.20

Fig 2.3 Crossplot van de 2 sets van totaalscores voor het kiezen van het meest geschikte klein en groot testgebied



## **3 Terreinverkenning en samenwerking met landbouwers en lokale actoren (post 1.2)**

### **3.1 Informatiefolder**

Om de landbouwers beter te kunnen inlichten over het doel, nut en werkzaamheden van het project werd een bondige informatiefolder opgesteld. Deze werd al aan geïntereseerde landbouwers bezorgd of opgestuurd. De informatiefolder is opgenomen in bijlage A.

### **3.2 Terreinbezoeken**

Op 24 september 2019 werd door het consortium een eerste veldbezoek gebracht aan de 2 geselecteerde testsites. Daarbij werden de debietsmeetpunten en MAP meetpunten opgezocht en werden de testgebieden doorkruist om een algemeen beeld van de terreintoestand te verkrijgen. Daarbij werd speciaal gelet op het waterlopenstelsel.

#### Terreinverkenning voor het peilbuizenmeetnet

Locaties voor de installatie van het peilbuizen meetnet werden eerst op kaart uitgewerkt a.h.v. de topografische kaart, luchtfoto's, Google Streetview beelden en informatie uit het DOV webportaal. Daarna werd op het terrein gecontroleerd of de preliminaire selectie van plaatsen wel geschikt was. Dat gebeurde op 2 oktober voor de testite Maldegem en op 10 oktober voor de testsite Huise. Er werd getracht de plaatsen zo veel mogelijk langsheen de openbare weg te plannen vanwege toegankelijkheid en bereikbaarheid. Voor sommige plaatsen werd door de medewerker van de provinciale centra direct contact opgenomen met de eigenaar van het perceel waarlangs de peilbuis zou worden geplaatst. Tijdens deze gesprekken werd meer uitleg gegeven over de opzet van de studie en de functie van peilbuizen in het onderzoek.

#### Terreinverkenning voor de oppervlaktewater meetpunten

De punten werden om praktische redenen zoveel mogelijk ter hoogte van duikers gelegd. Door de medewerker van de provinciale centra werd dan op het veld de toegankelijkheid gecontroleerd. Vermits deze meetpunten op openbare weg liggen is geen toestemming van particulieren nodig om het beekwater op te meten (nitraatgehalten) of te bemonsteren.

#### Terreinverkenning voor het opmeten van drains

Eerst werd door de medewerker van de provinciale centra op basis van hun uitgebreide terreinkennis een inventaris opgesteld en locatiebepaling gedaan van aanwezige drains. In de testite Huise, die vrij klein is, was het aldus mogelijk een lijst op te stellen van alle op dat moment functionerende drains. In testsite Maldegem was dit vanwege de grootte niet mogelijk en werden eerst drie deelgebieden geselecteerd. Binnen deze drie deelgebieden werd dan een lijst met drains aangemaakt.

### 3.3 Selectie van percelen voor opvolging

Na goedkeuring door de stuurgroep van de selectie van de stroomgebieden Huise en Maldegem werd er werk gemaakt van de selectie van 18 percelen binnen elk stroomgebied. Het is op deze percelen dat gedurende een periode van 18 maanden (die 2 winterperiodes omvat) gegevens verzameld zullen worden voor de kalibratie en validatie van het projecteigen model EU-rotate\_N en voor het model NEMO van de Vlaamse Overheid. De focus ligt daarbij op het monitoren van de landbouwactiviteiten in het jaar 2020, maar uiteraard zullen ook retroactief gegevens over het jaar 2019 verzameld worden bij de landbouwers.

Om tot selectie over te gaan werd door de proefcentra PCS (in Maldegem) en PCA (in Huise) in de eerste plaats nagegaan welke van de bij hun gekende betrouwbare landbouwers bereid zouden zijn om deel te nemen aan het project. Vervolgens werd die landbouwers gevraagd naar informatie rond de teelt en nateelt in 2019, de geplande hoofdteelt, nateelt en bemesting voor 2020 en de bodemtextuur en aanwezigheid van kunstmatige drainage op het perceel. Op basis van deze informatie werden uiteindelijk per lokatie 18 percelen geselecteerd waarbij de volgende criteria, hier opgesomd in volgorde van afnemend belang, werden gehanteerd:

- 1<sup>e</sup> criterium: betrouwbaarheid van de landbouwer wat betreft de uitwisseling van correcte informatie
- 2<sup>e</sup> criterium: geplande hoofdteelt 2020 zoveel mogelijk uit de voornaamste teeltgroepen voor Vlaanderen, aangevuld met groenten met stikstofrijke oogstresten.
- 3<sup>e</sup> criterium: percelen met uiteenlopende bodemtexturen (op basis van de bodemkaart of aangegeven door de landbouwer)
- 4<sup>e</sup> criterium: zoveel mogelijk kunstmatig gedraineerde percelen
- 5<sup>e</sup> criterium: percelen bemest met verschillende maar representatieve bemestingsvormen
- 6<sup>e</sup> criterium: zowel percelen met als zonder nateelten voor 2020
- 7<sup>e</sup> criterium: diversiteit in hoofdteelten en nateelten in 2019

#### Overzicht van de geselecteerde percelen

Om de anonimiteit van de landbouwers te verzekeren, wordt hier geen opsplitsing gemaakt tussen beide stroomgebieden, maar werden de 18 geselecteerde percelen van elk van beide stroomgebieden opgenomen in onderstaand overzicht en gegroepeerd volgens de geplande hoofdteelt voor 2020. De locatie van percelen wordt om dezelfde reden niet op kaart getoond. De percelen in Huise liggen verspreid over het hele stroomgebied, terwijl de percelen in Maldegem deels gelegen zijn in het westelijk deelbekken van de Biestwatergang en deels in het oostelijk deelbekken van de Ede.

Uit deze tabel blijkt dat voor 2020 alle gewenste teelten en teeltgroepen aanwezig zijn. Binnen de teeltgroep gras selecteerden we grasklaver, blijvend hooiland, tijdelijk grasland en weiland. Binnen de teeltgroep groenten selecteerden we linzen, sperziebonen en spruiten, die alle stikstofrijke oogstresten achterlaten op het veld. Er werd ook een perceel met boomteelt geselecteerd, omwille van het grote voorkomen van deze teelt binnen het stroomgebied Maldegem. Deze teelten zijn weliswaar onder voorbehoud: de selectie werd immers gemaakt

in het najaar van 2019 en landbouwers kunnen bij afwijkende zaaiomstandigheden of bij het veranderen van contractuele overeenkomsten nog beslissen om de teelt te wijzigen.

De hoofdtexturen zijn goed vertegenwoordigd op de 36 percelen, zij het dat er geen percelen op leem werden aangetroffen, maar wel op (zware) zandleem. Deze eerste inschatting van de textuur op basis van de bodemkaart en ervaring van de landbouwers dient weliswaar nog bevestigd te worden a.d.h.v. een textuuranalyse. Binnen elke teeltgroep werd in de mate van het mogelijk gestreefd naar een zo groot mogelijke diversiteit in de bodemtexturen.

Een groot deel van de geselecteerde percelen zijn kunstmatig gedraineerd. Dit betekent echter niet dat op al die percelen ook stalen van het drainagewater genomen kunnen worden. Op enkele percelen waren de drainagebuizen niet meer terug te vinden, terwijl ze op een aantal andere percelen onder het wateroppervlak uitmonden in de gracht.

Hoewel werd gestreefd naar een grote diversiteit in dierlijke bemestingsvormen, is dit niet volledig geslaagd. Belangrijk is wel dat enkele van de belangrijkste dierlijke bemestingsvormen aanwezig zijn: rundermengmest, varkensmengmest en runderstalmest. Daarnaast wordt er op sommige percelen ook gier van runderen toegediend. Een van de weides wordt begraasd door paarden, waardoor ook paardenmest op dat perceel terecht komt. Er werd echter nergens een perceel gevonden waar ook kippenmest wordt toegediend (een van de landbouwers heeft kippenmest maar deze wordt geëxporteerd). Er wordt op bijna alle percelen ook kunstmest toegediend, maar er zijn weinig tot geen percelen die louter met kunstmest worden bemest. Granen krijgen meestal een organische bemesting op de stoppel, gevolgd door het inzaaien van een vanggewas. Eén enkel perceel (biologische landbouw) wordt helemaal niet bemest.

Voor een aantal percelen gaven de landbouwers aan dat ze in 2020 een nateelt zullen inzaaien, voor andere percelen is dit nog niet met zekerheid gekend. Op basis van de teelten en nateelten in 2019 zijn we echter overtuigd dat we ook in 2020 een aantal percelen zonder nateelt in onze selectie zullen hebben.

**Tabel 3.1 Hoofdtextuur, kunstmatige drainage, teelten en nateelten en dierlijke bemestingsvormen voor de 36 percelen die geselecteerd werden in de stroomgebieden Huise en Maldegem. De percelen zijn gegroepeerd volgens de geplande hoofdteelt voor 2020.**

Nr.	Textuur	Drainage	Hoofdteelt '19	Nateelt '19	Hoofdteelt '20	Nateelt '20	Mest '20
1	klei	ja	snijmaïs	Snijrogge + gras	aardappel	ng	RMM
3	zand	neen	prei	prei	aardappel	ng	RMM
2	zand	ja	snijmaïs	mosterd	aardappel	ng	RSM+RG
4	zandleem	ja	spruiten	geen	aardappel	ng	RSM
5	zandleem	ja	suikerbieten	geen	aardappel	ng	RSM
6	klei	neen	grasklaver	grasklaver	grasklaver	ja	RMM
7	zandleem	ja	hooiland	nvt	hooiland	nvt	RMM
8	zand	neen	korrelmaïs	snijrogge	korrelmaïs	ja	RMM + RSM
9	zand	ja	snijmaïs	snelle lenterogge	korrelmaïs	ja	RSM
10	zandleem	ja	eenjarig gras	gras	korrelmaïs	ng	RMM
11	zandleem	ja	grasklaver	grasklaver	linzen	ng	-
12	zand	ja	buxus	buxus	nieuwe teelt	ng	ng
14	zand	ja	aardappel	it. raaigras	snijmaïs	ng	RMM
15	zand	neen	snijmaïs	it. raaigras	snijmaïs	ng	RMM
13	zand	ja	aardappel	mosterd	snijmaïs	ng	RSM+RG
16	zandleem	ja	eenjarig gras	gras	snijmaïs	ng	RMM
17	zandleem	ja	spelt+triticale	klaver	sperziebonen	ng	RMM
18	zandleem	ja	wortelen	geen	spruiten	ng	RSM
19	zandleem	ng	aardappelen	wintertarwe	spruiten	ng	RSM
20	zandleem	neen	snijmaïs	snijrogge	suikerbieten	ng	RMM
21	zandleem	ng	witloof	geen	suikerbieten	ng	RSM
22	klei	ja	aardappel	tijdelijk grasland	tijdelijk grasland	ja	RSM+RG
23	zand	ja	snijmaïs	tijdelijk grasland	tijdelijk grasland	ja	RMM
24	zand	neen	weiland	triticale	triticale	ja	VMM
25	zand	neen	snijmaïs	triticale	triticale	ja	VMM
26	zand	ja	snijmaïs	snijrogge+gras	voederbiet	ng	RSM
27	klei	neen	weiland	nvt	weiland	nvt	RSM+RG
28	zand	ja	weiland	nvt	weiland	nvt	RMM
29	zandleem	neen	weiland	nvt	weiland	nvt	VMM
30	zandleem	ja	weiland	nvt	weiland	nvt	VMM+PM
31	zand	neen	tijdelijk grasland	wintergerst	wintergerst	ja	VMM
32	zand	ja	snijmaïs	winterrogge	winterrogge	ja	RMM
33	klei	ja	aardappelen	wintertarwe	wintertarwe	ja	RSM
34	zand	ja	snijmaïs	wintertarwe	wintertarwe	ja	RSM+RG
35	zandleem	ja	aardappelen	wintertarwe	wintertarwe	ja	RSM
36	zandleem	ja	aardappelen	wintertarwe	wintertarwe	ja	RSM

ng = niet gekend, nvt = niet van toepassing, RMM = rundermengmest, RSM = runderstalmest, RG = rundergier, VMM = varkensmengmest, PM = paardenmest

### 3.4 Uitgevoerde staalnemingen, analyses en de verzameling teeltinformatie

#### Bodem en bodemwater

Op alle 36 percelen werd in november en december 2019 de najaarsbemonstering uitgevoerd. Hierbij werden in kruisverband 15 bodemstalen genomen op 3 dieptes (0-30, 30-60, 60-90 cm), die per diepte werden samengevoegd tot 1 mengmonster. Op deze monsters werd het nitraat- en ammoniumresidu bepaald via een analyse a.d.h.v. *continuous flow* na extractie van 20 g bodem met 100 ml 1M KCl. De resultaten werden overgemaakt aan de landbouwers. Een deel van elk monster werd gedroogd en werd gebruikt voor verdere analyses (textuur, pH, organische koolstof- en stikstofgehalte, fosfaatverzadigingsgraad en fosfaatbindend vermogen). In februari-maart 2020 wordt de voorjaarsbemonstering uitgevoerd, waarbij het nitraat- en ammoniumresidu opnieuw bepaald worden.

In december 2019 werden op 6 percelen per stroomgebied telkens 3 *macrorhizons* geïnstalleerd tot op een diepte van 90 cm. Een macrorhizon bestaat uit een poreus kunststof gedeelte dat verbonden is met slangetjes zodanig dat met behulp van een spuit een vacuüm aangelegd kan worden en bodemwater kan worden onttrokken aan de bodem. Er werd reeds een staal genomen begin januari en in de periode februari-maart 2020 wordt nog een tweede bemonstering uitgevoerd. Op deze bodemwaterstalen zal het gehalte aan nitraat, ammonium en orthofosfaat worden bepaald.

#### Drainagewater

Op de kunstmatig gedraineerde percelen werden waar mogelijk ook maandelijks waterstalen genomen aan de drainagebuizen. Deze bemonsteringen werden uitgevoerd door PCS in Maldegem en door PCA in Huise. Op een beperkte selectie van deze waterstalen zal het gehalte aan nitraat, ammonium en orthofosfaat worden bepaald.

#### Oppervlaktewater

In beide stroomgebieden werd op 10 punten (waaronder een punt ter hoogte van de debietmeter) maandelijks het nitraatgehalte in het oppervlaktewater bepaald met een reflectometer. Halfmaandelijks werd een waterstaal genomen ter hoogte van de debietmeter (deels uitgevoerd door PCS/PCA). Op deze waterstalen zal het gehalte aan nitraat, ammonium, orthofosfaat en totale fosfor worden bepaald.

#### Mest

In de periode februari-maart 2020 werden bij de landbouwers meststalen genomen. Deze werden geanalyseerd op het gehalte aan droge stof, organische stof en koolstof en het gehalte aan totale, nitritische en ammoniakale stikstof.



### Teeltinformatie

In januari 2020 werden alle landbouwers bezocht en werd in de mate van het mogelijke informatie ingewonnen over het teeltjaar 2019: meer specifiek over de bemesting (data, type, hoeveelheid, samenstelling, wijze van toedienen) en over de voortelt, hoofdteelt en nateelt (zaaidata, oogstdata, beoordeling opbrengsten, inwerkdatum oogstresten, diepte grondbewerkingen).

## 4 Uitwerken methodologie berekenen attenuatiefactor (post 1.3)

### 4.1 Attenuatiefactor grondwater

In een freatisch grondwaterreservoir kan een bovenste oxidatiezone onderscheiden worden van een onderliggende reductiezone. De bovenste oxidatiezone bevat geen significante hoeveelheden reactief materiaal die als elektrondonor kunnen dienen bij de reductiereactie van nitraat zodat verspreiding van nitraat enkel in de oxidatiezone kan plaatsvinden. Bij afwezigheid van een elektrondonor zal bijgevolg ook geen afbraak van nitraat gebeuren en is de attenuatie factor voor grondwater in de oxidatiezone per definitie dus één. Enkel kan een herdistributie van het opgelost nitraat gebeuren. In de dieper liggende reductiezone zijn de resterende nitraatconcentraties zeer laag en is de attenuatiefactor bijgevolg zeer hoog.

Het leggen van een verband tussen de concentraties van nitraat in het grondwater op een specifieke plaats (een individuele peilbuis) en in het bodempercolaat wordt bemoeilijkt door meerdere complicerende factoren :

- Het is meestal onduidelijk waar het grondwater op een specifieke plaats en diepte precies vandaan komt. Dit hangt niet alleen van de stromingsrichting maar ook van de verticale stromingscomponenten af.
- Zelfs om het filterelement van ondiepe peilbuizen (max enkele meter) onder de watertafel te bereiken kan het grondwater soms meerdere jaren tijd nodig hebben.
- Hoewel filterelementen in ondiepe peilbuizen meestal slechts een enkele meter lang zijn, kan een enkel filterelement stroombanen van verschillende ouderdom aansnijden. Het opgepompte water bij monsternamen is dan een mengsel van verschillende ouderdommen.

In de procesfactorstudie werd de relatie tussen een peilbuis en de bron van de nitraten gelegd door een geometrische constructie te gebruiken, gebaseerd op een ellipsvormige, stroomopwaarts gelegen bronzone, georiënteerd volgens de stroomrichting. De stroomrichting zelf dient afgeleid te worden uit indicatieve maar benaderende variabelen zoals topografisch verloop en helling van het terrein. Rond elke peilbuis zijn immers geen gedetailleerde meetpunten beschikbaar. Deze premisse van veronderstelde bronzone creëert bijgevolg een onzekerheid.

Om die redenen steunt de voorgestelde methodologie (fig 4.1) op het gebruik van areale gemiddelden i.p.v. op het berekenen van individuele attenuatiefactoren voor afzonderlijke peilbuizen.

Indien gewenst kan het totale studiegebied worden ingedeeld in meerdere zones (bvb. Maldegem) waarop de methodologie dan afzonderlijk wordt toegepast.

**Stap 1 : Opstellen van een zone-karakteristieke nitraatresidu tijdreeks**

Deze tijdreeks bevat de waarde van het gemiddeld nitraatresidu, opgesplitst per bodemtextuurklasse, gewassen met en zonder inwerken van N-rijke oogstresten, en aanwezigheid of niet van vanggewas, in functie van de tijd (het belang van deze opsplitsing naar textuur, oogstresten en vanggewas wordt duidelijk in Stap 2).

Jaarlijks zijn er in Vlaanderen ongeveer 16.000 nitraatresidumetingen voor een landbouwareaal van 620.000 ha (cijfers 2016). Dit komt neer op een gemiddelde van 1 nitraatresidumeting per 39 ha landbouwgrond. Voor grotere stroomgebieden zal deze gemiddelde densiteit zeker volstaan om een representatieve nitraatresidu tijdreeks op te maken, voor kleine stroomgebieden is dat minder zeker.

Voor de 2 testgebieden stelt zich geen enkel probleem aangezien een eventueel tekort aan nitraatresidumetingen opgevangen wordt door simulaties uit te voeren met EU-rotate\_N - na kalibratie van het model - en de gesimuleerde waarden voor het nitraatresidu te gebruiken. De kalibratie van het EU\_rotate model wordt uitgevoerd voor de voor de zone meest relevante scenario's en steunt zowel op de beschikbare nitraatresidumetingen binnen de betreffende zone als op de metingen uitgevoerd in Luik 2.

Voor de uitbreiding a.d.h.v. de gebruiksvriendelijke methodiek is het niet de bedoeling extra simulaties uit te voeren met EU-rotate\_N. In dat geval wordt bij een tekort aan nitraatresidumetingen in kleine stroomgebieden een empirisch-pragmatische methodiek ontwikkeld om op een snelle, eenvoudige wijze nitraatresidu's benaderend te berekenen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door alle beschikbare nitraatresidumetingen uitgevoerd sinds 2007 binnen het kleine stroomgebied samen te beschouwen en de cumulatieve distributiefunctie (cdf) ervan te vergelijken met die uit een selectie van grotere stroomgebieden met gelijkaardig landgebruik en bemestingsdruk. Hiervoor zullen wij een databank opmaken van cdf's voor enkele tientallen grotere stroomgebieden met voldoende variabiliteit tussen die stroomgebieden. De zonekarakteristieke nitraatresidu tijdreeks van het grote stroomgebied waarvoor de cdf het best overeenkomt met de cdf van het kleine stroomgebied zal dan gebruikt worden als nitraatresidu tijdreeks voor het kleine stroomgebied. Deze methode zal gevalideerd worden a.d.h.v. (delen van) de 2 testgebieden.

Indien er zelfs geaccumuleerd over de periode 2007-2019 te weinig metingen beschikbaar zouden zijn om een bruikbare cdf op te stellen (minder dan 2 metingen per jaar), kunnen ook ter aanvulling residumetingen van net buiten het studiegebied gebruikt worden. Dit probleem zal zich evenwel enkel stellen bij zeer kleine stroomgebieden.

Voor de periode voorafgaand aan het jaar 2007 zijn geen nitraatresidumetingen beschikbaar. Voor de 2 testgebieden stelt dit opnieuw geen problemen aangezien daar met EU-rotate\_N regressieve simulaties worden uitgevoerd op analoge wijze als in het project "Nitraatrijke Bronnen", aangezien deze aanpak effectief blijkt te zijn om kwaliteitsvolle data te genereren. Voor meer recente jaren is de informatie die beschikbaar is via de VLM voldoende, voor oudere jaren vertrekken we van de gegevens over teelten en dieren aantallen op gemeentelijk niveau (beschikbaar vanaf 1980) en wordt voor 1980 regressief teruggerekend a.d.h.v. cijfers

op niveau van de landbouwstreken (beschikbaar vanaf 1950). Met behulp van deze cijfers wordt tot en met het jaar 1995 berekend wat de dierlijke N-productie is in het gebied op basis van dierenaantallen. Deze jaarlijkse N-productie wordt dan verondersteld binnen het gebied afgezet te worden op het land. Voor de minerale N-gift wordt gebruik gemaakt van gemiddelde jaarlijkse cijfers. De toediening gebeurt wel teeltspecifiek, door de gemiddelde dosis te vermenigvuldigen met een teeltfactor die berekend werd op basis van de relatieve maximale N-opname. Vanaf het jaar 1996 wordt uitgegaan van de bemestingsnorm als richtwaarde, zij het dat er nog rekening wordt gehouden met een mogelijke overbemesting, die lineair afneemt tot de gebiedsspecifieke mestbalans in evenwicht is. Het is echter ook mogelijk de bemestingsgegevens gegenereerd door het BAM te implementeren voor de jaren waarvoor zij beschikbaar zijn.

Voor de uitbreiding a.d.h.v. de gebruiksvriendelijke methode wordt voor de jaren voor 2007 de zonekarakteristieke nitraatresidu tijdreeks regressief geëxtrapoleerd op basis van de evolutie van de gewasopbrengsten en de bemestingsdruk binnen het stroomgebied. Opnieuw zal deze methode gevalideerd worden a.d.h.v. de 2 testgebieden.

## **Stap 2 : Opstellen van een zone-karakteristieke tijdreeks van nitraat in het bodemwater**

De zone gemiddelde nitraatresidu-gehalten (één waarde per jaar per textuurklasse, met of zonder N-rijke oogstresten, met of zonder vanggewas) worden omgerekend naar percolaat concentraties rekening houdend met de zone gemiddelde grondwateraanvulling als volgt. Van de percelen in de testsites gebruikt voor de berekening van de karakteristieke nitraatresiduen worden simulaties uitgevoerd met EU-Rotate\_N om de (tijds)gewogen gemiddelde nitraatconcentraties van het percolerende water op 90 cm te berekenen. Aangezien de attenuatiefactor oppervlaktewater wordt berekend voor het winter- en zomerseizoen, wordt de relatie tussen nitraatresidu in het najaar en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemwater afzonderlijk berekend voor beide seizoenen. Hierbij wordt het winterseizoen voorlopig gedefinieerd van 1 oktober t.e.m. 30 april en het zomerseizoen van 1 mei t.e.m. 30 september. Voor beide seizoenen wordt de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie berekend van het percolerende water op 90 cm per bodemtextuurklasse, met of zonder N-rijke oogstresten, en met of zonder groenbemester. De opsplitsing naar i) minstens textuurklasse, maar ook ii) N-rijke oogstresten en iii) vanggewassen is belangrijk omdat dit factoren zijn die heel sterk bepalend zijn voor i) + iii) de fractie van het nitraatresidu dat effectief zal uitspoelen en ii) voor een mogelijke sterke verhoging van de nitraatuitspoeling bij eenzelfde nitraatresidu. Dit werd duidelijk aangetoond in een simulatiestudie die door ons uitgevoerd werd voor enkele relevante scenario's voor Vlaanderen (De Waele et al., 2017). Aangezien snelgroeiende en diepwortelende teelten de uitspoeling in de zomer nog afremmen door nitraat uit de diepere bodemlagen op te nemen, zal nagegaan worden of voor het zomerseizoen een extra opdeling iv) op basis van de volgende hoofdteelt noodzakelijk is. Vervolgens wordt het verband berekend tussen de nitraatresidugehalten (0-90 cm) en de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie in het percolaat, opgesplitst in de hiervoor vermelde categorieën (textuur, N-rijke oogstresten, vanggewas). Het verband berekend voor de twee testsites zal dan geïmplementeerd worden in de gebruiksvriendelijke methode om de gemiddelde nitraatconcentratie in het percolerende water te berekenen uit de nitraatresidumetingen. De zone-gemiddelde grondwateraanvulling varieert (sterk) met de tijd

(droge jaren versus natte jaren) en wordt afgeleid uit de resultaten van het EU-rotate\_N model en/of uit een bodemvochtmodel (SMB model). Deze worden gekalibreerd om overeen te komen met de lange termijn grondwateraanvulling die door WETSPASS berekend is. Om de methodiek voor andere studiegebieden te vereenvoudigen kan een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd worden naar de impact van in rekening brengen van N-rijke oogstresten en vanggewassen op de finale attenuatiefactor. Indien de globale impact beperkt is kan overwogen worden om enkel een opsplitsing naar textuur te behouden voor de implementatie in andere afstroomgebieden.

### **Stap 3 : Reistijd karakterisatie van de peilbuizen**

Voor elke peilbuis waarvoor nitraatmetingen beschikbaar zijn, wordt een inschatting gemaakt van de ouderdom van het grondwater dat opgepompt wordt bij een monstername. Deze inschatting steunt op de positie van het filterelement onder de watertafel (top en basis) en de verticale effectieve stromingscomponenten die in het reservoir optreden (fig 4.2). Daarbij wordt een conceptueel model gebruikt dat de neerwaartse component aan de watertafel, die gelijk is aan de aanvulling van het grondwaterreservoir, laat afnemen met de diepte tot aan de basis van de freatische laag waar deze nul wordt (de basis van de freatische laag is een ondoorlatende grens) of gedaald is tot een opgegeven waarde (b.v. een vaste waarde of een fractie van de aanvulling aan de watertafel). Met dit conceptueel model (fig 4.3) wordt voor elke peilbuis de ouderdom aan de top en aan de basis van het filterelement berekend en een gemiddelde waarde. Dat geeft een tijdsinterval van waarbinnen het opgepompte grondwater moet geïnfiltrerd zijn aan de watertafel. De verticale stromingscomponenten betreffen steeds de werkelijke stromingssnelheden en worden berekend uitgaande van de darciaanse snelheden en de porositeit van de sedimenten. De porositeit kan vrij betrouwbaar worden ingeschat op basis van de lithologie. De aanvulling van het grondwaterreservoir kan begroot worden uit de lange termijn grondwateraanvulling, berekend met het WETSPASS model. Deze is beschikbaar voor heel Vlaanderen als een gebiedsdekkend grid. Deze methodologie is conform met de formules voor grondwaterouderdom die door De Vries zijn ontwikkeld (De Vries, 1974, fig 4.4)

### **Stap 4 Tijdsreferentie van de nitraatmetingen**

Elke nitraatmeting in het grondwater kan dan gekoppeld worden aan het tijdstip waarop het water moet geïnfiltrerd zijn, met een onzekerheidsinterval op het tijdstip (fig 4.5).

### **Stap 5 : Opstellen van een zone-karakteristieke grondwater-nitraat tijdreeks**

De individuele metingen worden in tijdsklassen ingedeeld met een breedte van 1 jaar (indien voldoende metingen beschikbaar zijn) of eventueel een breder interval. Per klasse wordt de gemiddelde en mediaan concentratie en spreidingsparameter(s) (zoals standaardafwijking en de range) bepaald.

### **Stap 6 : Correlatie tussen de zone-karakteristieke bodemwater-nitraat tijdreeks met de zone-karakteristieke grondwater-nitraat reeks.**

Een correlatieanalyse tussen de tijdreeks die in stap 2 bepaald is en de tijdsgereferende nitraatmetingen van stap 5 geeft een evenredigheidscoëfficiënt van beste fitting. Deze bepaalt de verhouding tussen de nitraatgehalten in het bodempercolaat en in het grondwater, dus de attenuatiefactor grondwater.

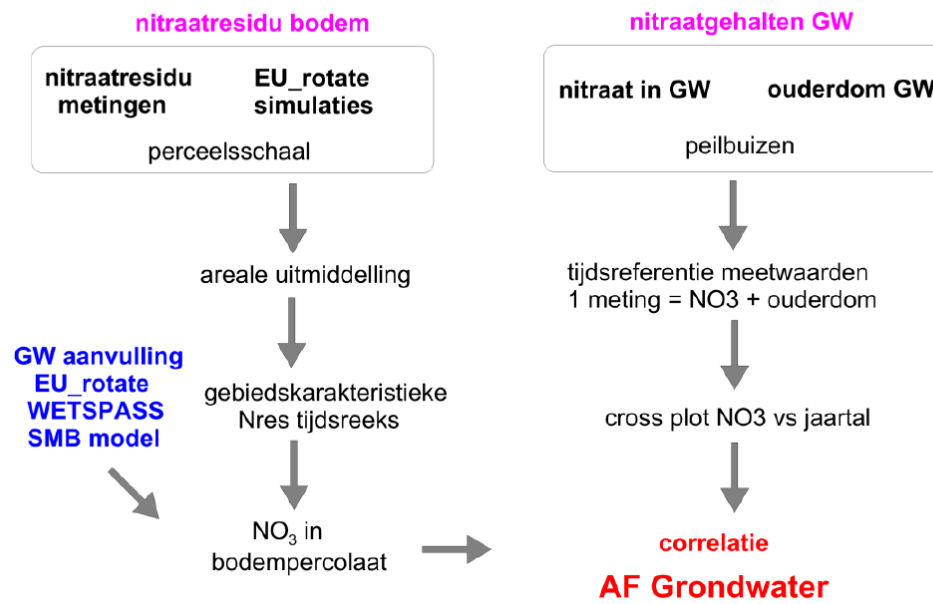
### **Limitaties van het concept “attenuatiefactor grondwater”**

Door de intrinsieke eigenschap dat een freatische grondwaterlaag kan opgesplitst worden in een bovenste oxidatielaag zonder reactieve componenten en een reductiezone met reactief materiaal (pyriet, organisch materiaal) is het concept van een attenuatiefactor voor grondwater, gedefinieerd als de verhouding tussen de concentratie nitraat in het bodem percolaat en aan de watertafel, eigenlijk zonder praktische betekenis. In de oxidatiezone bedraagt deze immers per definitie één omdat geen nitraatreductie kan optreden, de redoxcondities zijn er immers aëroob. Vermits de watertafel seizoenaal fluctueert en daardoor diepte interval tussen winter- en zomerstand periodiek belucht wordt (in de zomermaanden bij lage waterstanden), zal er steeds een ondiepe aërobe zone net onder de watertafel aanwezig zijn.

De attenuatiefactor voor het grondwater t.h.v. de watertafel is ook niet gerelateerd aan:

- De dikte of het deel van de freatische laag waarin zich de oxidatielaag ontwikkeld heeft en waarin hoge nitraatgehalten kunnen voorkomen: deze hangt af van de sedimentsamenstelling.
- De hoeveelheid nitraat (massa) dat in de freatische laag aanwezig is: deze hangt nl af van de dikte van de oxidatielaag.
- De hoeveelheid nitraat die via het grondwater naar het waterlopenstelsel getransporteerd wordt en de kwaliteit van de rivierbaseflow bepaalt. Deze hangt nl af van de verhouding van het grondwater dat via de oxidatiezone en via de reductiezone komt toegestroomd.

**Fig 4.1 Algemene workflow van de methodiek voor het bepalen van de AF voor grondwater**



**Fig 4.2 Afleiden van de ouderdom van het grondwater in een ondiepe peilfilter uit de positie van het filterelement**

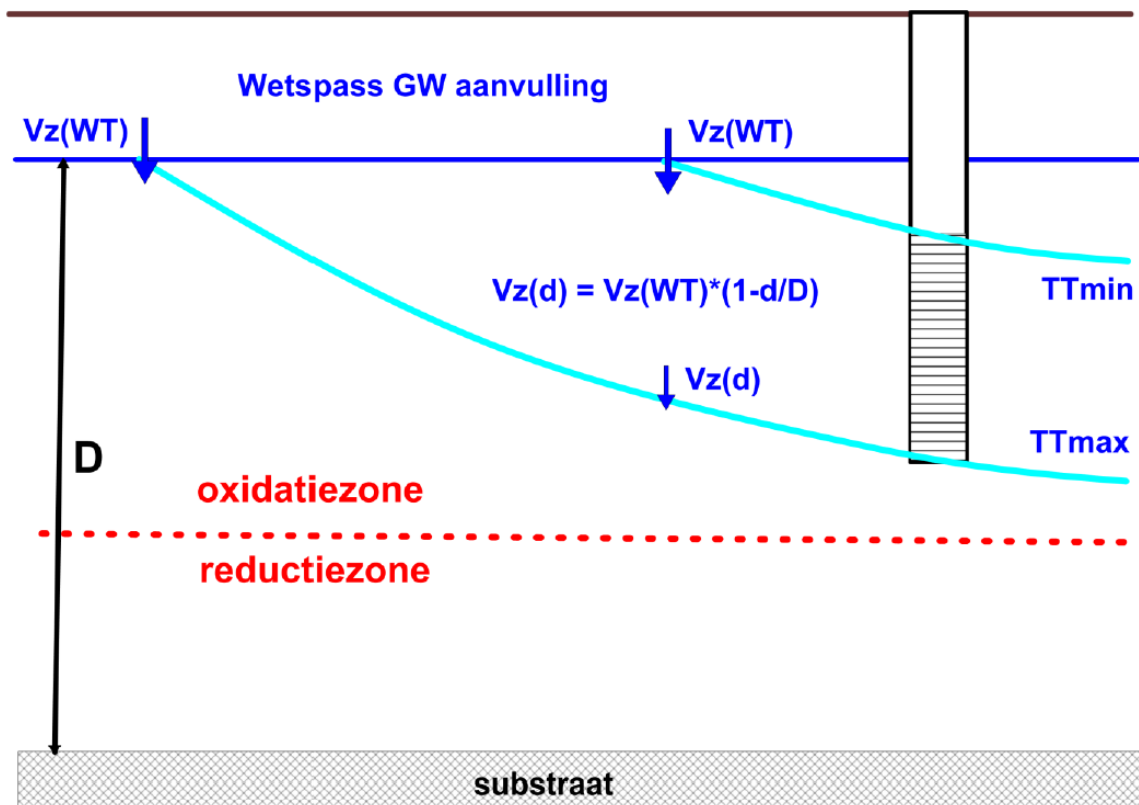
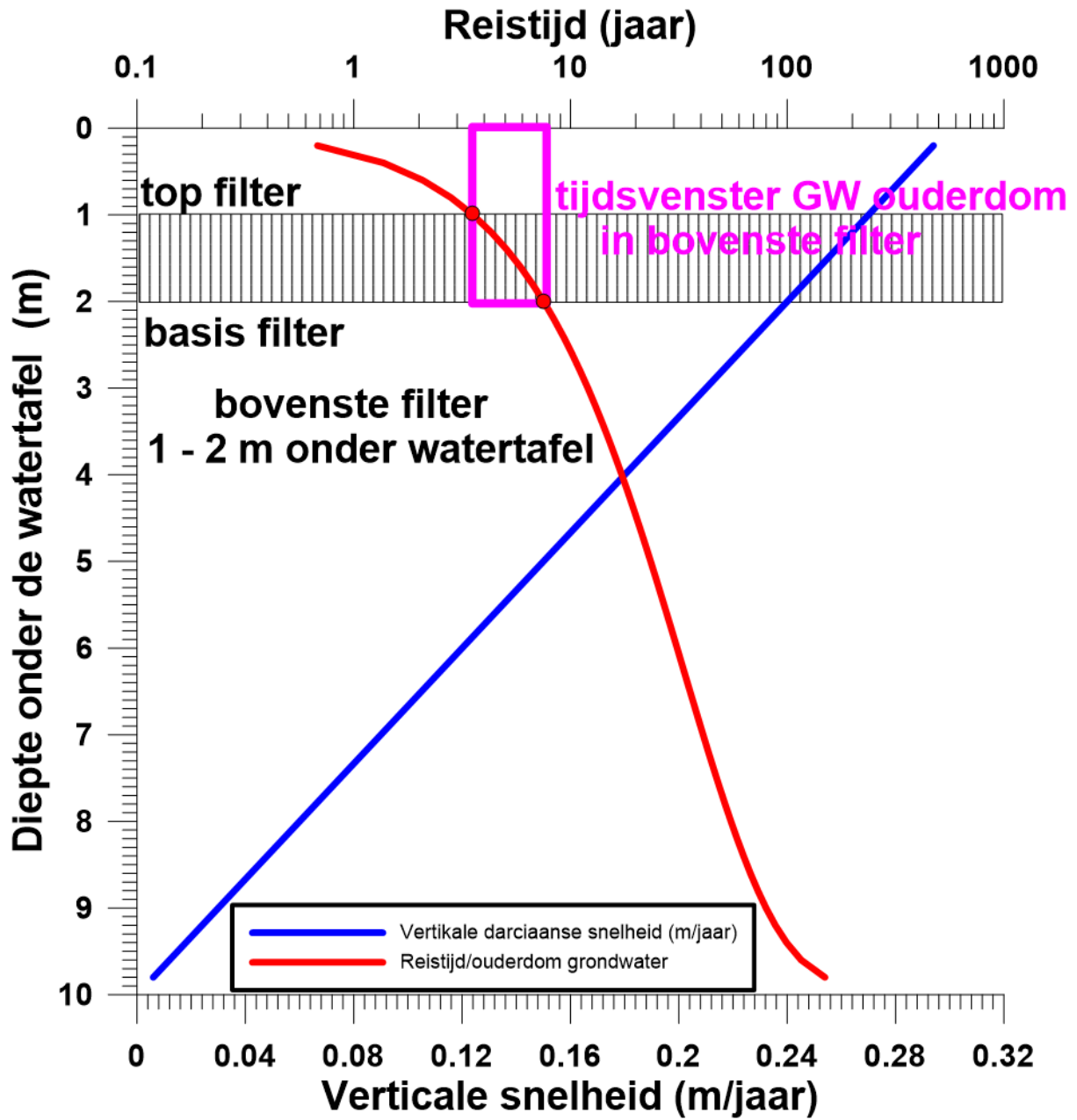
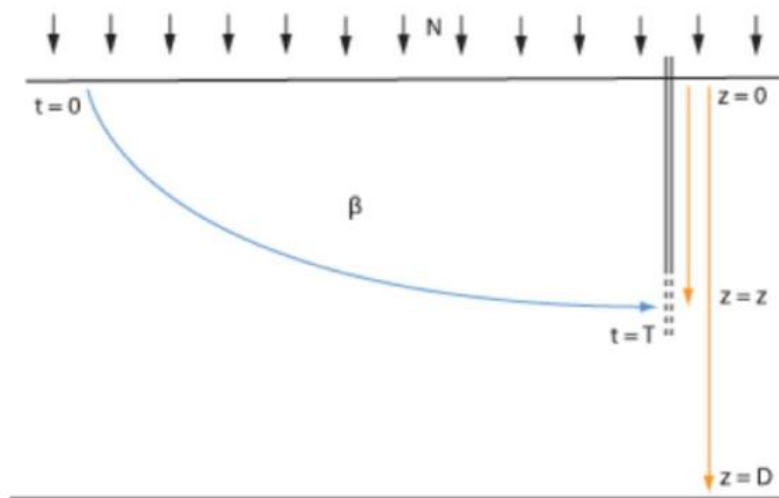


Fig 4.3 Afleiden van de ouderdom van het grondwater in een ondiepe peilfilter uit de verticale stromingscomponenten van het filterelement





**Fig 4.4 Methodologie van De Vries (1974) voor het afleiden van de ouderdom van grondwater op een diepte in een freatische laag**



**ouderdom van grondwater op diepte z**

$$t(z) = \frac{\beta D}{N} \ln \left( \frac{D}{D-z} \right)$$

**diepte van grondwater met een bepaalde ouderdom**

$$z(t) = D (1 - e^{-\alpha t})$$

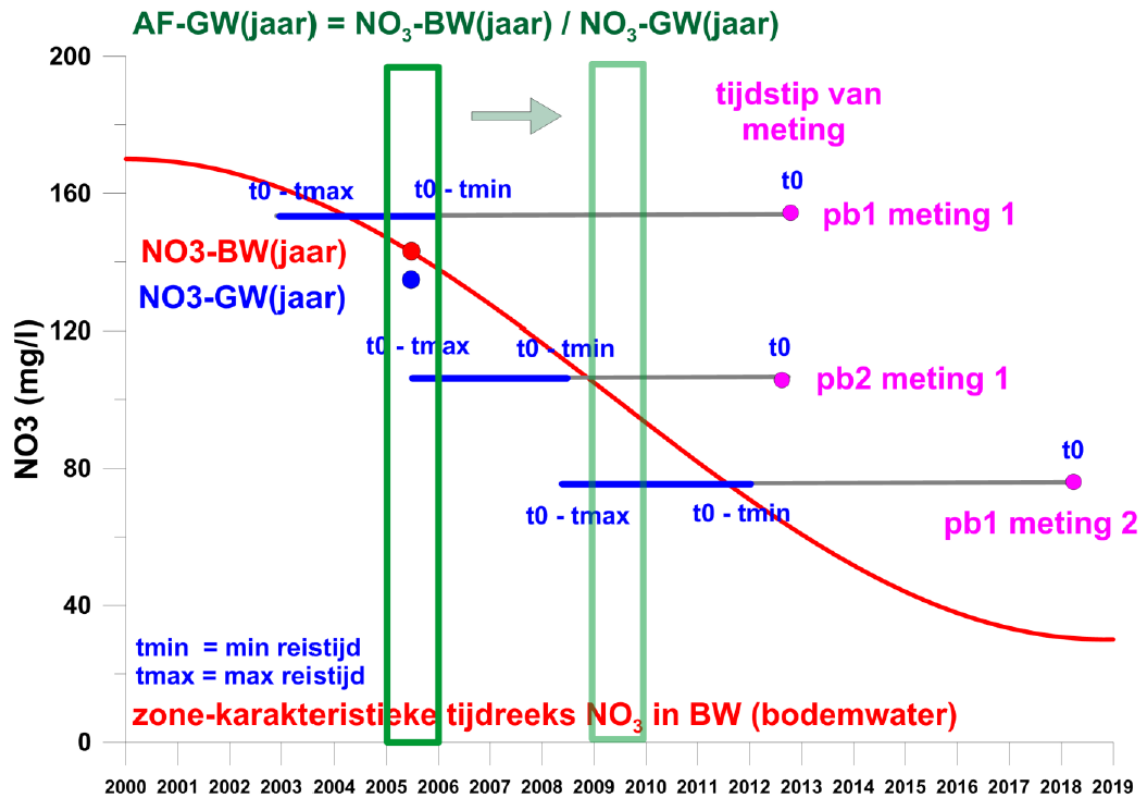
**definitie van parameters**

$$\alpha = -\frac{N}{\beta D}$$

**verklaring symbolen**

- t(z) : tijd sinds infiltratie een grondwaterdeeltje (d)
- z(t) : diepte van een grondwaterdeeltje (m)
- t : tijd sinds infiltratie (dagen)
- N : grondwateraanvulling (m/dag)
- D : verandering in het waterpeil van de waterloop (m)
- $\beta$  : porositeit van het watervoerende pakket (-)

**Fig 4.5 Afleiden van de AF-GW in een tijdsinterval door vergelijking van de nitraatconcentraties in de zonekarakteristieke bodemwatercurve en de tijd-gereferende nitraatgehalten in het grondwater**



## 4.2 Attenuatiefactor Oppervlaktewater

### Nitraatconcentratie in een oppervlaktewater

De nitraatvrucht in een oppervlaktewater is afkomstig van verschillende componenten die elk op een eigen tijdschaal en ruimtelijke schaal werken (tabel 4.1). Voor de outlet van een (deel)bekken kan een massabalansvergelijking opgesteld worden voor resp. de waterflux (het stroomdebiet) en de nitraatflux:

$$\text{waterflux} = Q_{TOT} = Q_{BF} + Q_{RO} + Q_{DRN} + Q_{AW}$$

en :

$$\text{nitraatflux} = Q_{BF} * C_{BF} + Q_{RO} * C_{RO} + Q_{DRN} * C_{DRN} + Q_{AW} * C_{AW}$$

waarbij de waterflux uitgedrukt wordt in volumes per tijdseenheid (bv m<sup>3</sup>/dag) en de nitraatflux in massa per dag (bv kg/dag). De afkortingen Q staat voor debiet (bv m<sup>3</sup>/dag) en C voor de nitraatconcentratie (bv g/m<sup>3</sup>) en de subscripts BF voor baseflow, RO voor runoff, DRN voor drain en AW voor afvalwater.

Voor elk van de vier componenten moet zowel de waterflux als de concentratie bepaald worden om beide balansvergelijkingen te kunnen opstellen. Uit beide fluxen kan de nitraatconcentratie in de bekkenoutlet bepaald worden.

**Tabel 4.1 : De 4 componenten die bijdragen tot de nitraatconcentratie in een oppervlaktewater**

component	Beschrijving	Tijdschaal	Spatiale schaal
1	Baseflow	Continu maar seizoenaal variërend	Zonaal
2	Run off	Beperkt en onregelmatig	Zonaal
3	Drainages	Seizoenaal	Perceel
4	Afvalwater	Onregelmatig	Punt (lozingen)

### Seizoenaliteit van de attenuatiefactor

De nitraattijdreeksen in de MAP meetpunten tonen dat in vele bekkens het nitraatgehalte een sterk seizoenaal karakter heeft, waarbij winter- en zomerwaarden sterk kunnen verschillen. Daarbij kunnen de hoogste waarden zowel in de winter als in de zomer optreden, afhankelijk van de belangrijkste toevloeroute van het nitraat. Piekwaarden in de winter wijzen op een belangrijke bijdrage van oppervlakkige runoff en/of van drainagebuizen, hoge waarden in de zomer op een toevloei van nitraatrijk grondwater via de oxidatiezone. Daarom is het voor oppervlaktewaters nuttiger om seizoenaal attenuatie factoren te definiëren, voor resp. de winter- en de zomerperiode. De seizoenaal AF worden dan berekend door correlaties tussen nitraatconcentraties in het bodemwater en die in respectievelijk winter- en zomerperiode in

het oppervlaktewater. De nitraatconcentraties in het bodemwater worden uit de nitraatresiduwaarden afgeleid d.m.v. semi-empirische relaties (die in Luik 3 van het project verder worden uitgewerkt) of berekeningsresultaten van het EU-rotate\_N model (dit laatste enkel in de twee testgebieden).

Vermits de baseflow domineert tijdens de zomerperiode, kan verwacht worden dat de attenuatiefactor dan bepaald zal worden tussen het aandeel van grondwater uit de oxische en uit de gereduceerde zone, die in de beek terecht komen. Dit suggereert dat vooral de attenuatiefactor in de zomer sterk kan verbonden zijn met de HHZ.

In de twee onderzochte testgebieden zijn zowel debietsgegevens als nitraatconcentraties voorhanden, wat het opstellen van de balansvergelijkingen vergemakkelijkt. In andere gebieden zijn echter geen (continue) debietsmetingen beschikbaar en kan enkel gesteund worden op de nitraatreksen van het MAP meetnet. Daarom worden hier twee methodologieën voorgesteld :

#### Empirische methode

Een eenvoudige afleiding van de AF die steunt op een correlatieanalyse tussen de MAP meetreeks en een tijdreeks van zone/bekken gemiddelde nitraatconcentraties onderaan het bodemprofiel. Afzonderlijke correlaties voor de resp. winter – en zomerwaarden levert de twee seizoenale AF.

Deze methode kan op eenvoudige wijze algemeen toegepast worden en kan ook sterk geautomatiseerd worden. Ze wordt voorgesteld als de gebruiksvriendelijke methode die ook buiten de twee bestudeerde stroomgebieden toepasbaar is.

#### Balans methode

Hierbij wordt een tijdsafhankelijk balansmodel opgesteld dat de waterbalans en nitraatbalans implementeert door lineaire combinatie van de 4 componenten en concentraties en wegingsfactoren die bepaald worden door optimalisatie tussen berekende en gemeten debieten en concentraties. De grootte van de componenten wordt op verschillende wijzen afzonderlijk begroot.

De AF kan dan analoog aan de empirische methode d.m.v. correlatie worden bepaald. Met deze methode kan de sensitiviteit van diverse factoren op de waarde van de AF onderzocht worden, iets wat zeker niet mogelijk is met de empirische methode

De resultaten van beide methoden worden in de eerste plaats voor de twee in detail onderzochte stroombekkens vergeleken. Dit moet leiden tot een validatie van de empirische methode, die als gebruiksvriendelijke methode, toepasbaar op andere gebieden, wordt voorgesteld.

## 5 Beschrijving van testgebied 1 : Huise

### 5.1 Ligging en begrenzing van het studiegebied (fig 5.1)

Het studiegebied betreft het afstroomgebied van de Plankbeek in Huise. De perimeter van het afstroomgebied werd door de opdrachtgever aangeleverd en omhelst het afstroomgebied stroomopwaarts van het debietsmeetstation LS06\_3L, gelegen langsheen de Gansstraat. Het studiegebied is langwerpig in zuidwest-noordoost richting: de afstand tussen westen oostgrens is een kleine 4 km, in noord-zuid richting steeds minder dan 1.5 km.

### 5.2 Topografie (fig 5.2)

Het gebied bestaat uit een enkele vallei die langs de oostflank van een grotere heuvel ligt. Daardoor daalt de topografie van west naar oost, van resp. ca +64 m TAW tot ca +20 m TAW.

### 5.3 Hydrografie en stromingsdebieten

#### Waterlopenstelsel

Het studiegebied beslaat slechts een enkele beekvallei en is daardoor, binnen de onderzoekperimeter, zeer eenvoudig van topologie : de Plankbeek volgt een zuidoost – noordwest georiënteerd tracé waarin geen enkele belangrijke andere beek uitmondt. Enkel enkele kleinere grachtjes die vanaf de laterale heuvelflanken afdalen kunnen soms water aanleveren.

#### Debietsmetingen

Het debietsmeetpunt LS06\_3L bevindt zich aan de oostgrens van het studiegebied (fig 5.2). Debieten worden continu opgemeten sinds 2002. De volledige meetreeks is voorgesteld in fig 5.3. Omdat de range in debieten zeer groot is, de minimale debieten in de zomer zakken soms tot amper 1 l/sec, terwijl er piekdebieten van meer dan 1000 l/sec worden geregistreerd, werd een logaritmische schaal gebruikt. Een detailbeeld van 2013 en 2014 (fig 5.4) laat duidelijk zien dat deze piekdebieten zeer kortstondige gebeurtenissen zijn die optreden na hevige regenbuien. Het heuvelachtig terrein zorgt dan voor grote hoeveelheden oppervlakkige afvoer. Deze run-off pieken zijn gesuperponeerd op een zaagtandpatroon dat tijdens de zomermaanden zakt tot nauwelijks enkele l/sec. Vanaf september begint het zaagtandpatroon opnieuw te stijgen. Sinds 2013 lijken er lagere zomerminima voor te komen.

### 5.4 Geologie en hydrogeologie

#### Geologie en lithostratigrafie

Het afstroomgebied bevindt zich op de oostflank van een heuvel die van Kruishoutem in het noorden tot Wortegem-Petegem in het zuiden loopt. Deze heuvel bestaat uit de overwegend zandige afzettingen van de Formatie van Tielt die rusten op het dik kleisubstraat gevormd door

de Formatie van Kortrijk. Onder het hoogste deel van de kam komen lokaal afzettingen van het onder-Paniseliaan voor, de Formatie van Gent. Dit zijn overwegend kleihoudende sedimenten. Een afgedekte geologische kaart van het studiegebied en omgeving is opgenomen in fig 5.5.

Bovenop de tertiaire ondergronds komt een quartair dek voor dat vooral uit leemhoudend materiaal bestaat en meestal enkele meters dik is. Een kaart met de dikte van dit quartair dek is opgenomen in fig 5.6. In het stroomafwaarts deel van de Plankbeek komt in de as van de vallei meer dan 5 m deklaag voor : hier is de vallei dieper ingesneden in het tertiair substraat. De kaarten zijn aangemaakt op basis van de data van het geologisch 3D model van Vlaanderen (versie 2). Hoewel de kaarten een gedetailleerd beeld geven is de vraag op welke basisgegevens ze steunen.

### Hydrostratigrafie

De belangrijkste grondwaterstroming vindt plaats in de Formatie van Tielt (het "leperiaanzand"). De basis van deze laag is de Formatie van Kortrijk (fig 5.7). Door de oplopende topografie op de valleiflanken en de monoclinale helling van de top van de Formatie van Kortrijk neemt de dikte van de watervoerende laag af van west naar oost en van de interfluvia naar de as van de vallei (fig 5.8) . In het oostelijk deel van het afstroomgebied kan de Formatie van Tielt in de as van de vallei afwezig zijn en is de beekvallei rechtsreeks in het onderliggend kleisubstraat uitgeschuurd.

De quartaire deklaag bestaat uit overwegend leemhoudende zanden. De horizontale doorlatendheid hiervan is eerder beperkt, zodat ook de laterale stroming in de bovenste meters beperkt zal zijn. De stroming zal in deze laag vooral verticaal gebeuren naar de onderliggende Formatie van Tielt. De horizontale doorlatendheid van deze Formatie bedraagt vaak ongeveer een meter per dag.

## **5.5 Oppervlaktewaterkwaliteit en MAP meetpunten**

Binnen het afstroomgebied ligt slechts een enkel MAP meetpunt en dit valt niet samen met het debietsmeetpunt, maar ligt in het stroomopwaarts deel van het afstroomgebied (fig 5.2). Het punt wordt sinds 1999 gemonitord. Het nitraatverloop toont een sterk seizoensgebonden patroon (fig 5.9), met hoge winter en lage zomerwaarden. Overschrijdingen van de 50 mg/l norm vinden hoofdzakelijk in de winterperiode plaats (fig 5.10) . De maandgemiddelden over de hele periode (1999-2020) liggen wel steeds onder de 50 mg/l (fig 5.11). Opmerkelijk is dat de maandgemiddelden van februari tot november constant dalen om dan in december een snelle sterke stijging te vertonen.

## **5.6 Stijghoogten en grondwaterstroming**

Er ligt slechts een enkele peilbuis van het VMM meetnet binnen het studiegebied , nl 709400, en deze ligt dan eigenlijk op de noordelijke rand van het gebied (fig 5.2), dus dicht bij de waterscheiding met de noordelijker gelegen Stampkotbeek. De peilbuis heeft drie filters (fig 5.12) waarbij de stijghoogte in de bovenste filter die de stand van de watertafel geeft (F1)

ongeveer een meter hoger staat dan in de andere filters (F2 en F3), die onderaan de Formatie van Tielt zitten. Dat wijst op een duidelijke neerwaartse stroming, wat ook logisch is onder de interfluvia. Vermits de peilbuis slechts tweemaal per jaar opgemeten wordt, meestal op het einde van de aanvul- en afvloeiperiode, toont de tijdsgrafiek (fig 5.12) een afwisseling van hoge en lage waarden in plaats van een regelmatig seizoenaal fluctuerend patroon. Wordt de gemeten waterdiepte van de watertafel voorgesteld in functie van de tijd in het jaar (fig 5.13) dan kan de gemiddelde jaarlijkse schommeling en diepte van de watertafel begroot worden. Onder het noordelijk interfluvium staat de watertafel in de winter ca 4 m diep en dit zakt tot ca 6 m op het einde van de zomerperiode.

De grondwaterstroming wordt vooral door de topografie gecontroleerd en zal bijgevolg hetzelfde patroon als het reliëf volgen : enerzijds van westoost naar oostlang langs de as van de vallei met toevloei vanaf het noordelijk en zuidelijk interfluvium.

## 5.7 Grondwaterkwaliteit en nitraatgehalten

Alle 3 de filters van peilbuis 709400 bevinden zich in de Formatie van Tielt.

In de bovenste 2 filters (op resp. 5.5-6.5 en 17-18 m) komen hoge nitraatgehalten voor die sinds 2009 eigenlijk weinig verschillen en tussen de 100 en 150 mg/l liggen. Voor 2008 kwamen er in de bovenste filter nog veel hogere waarden voor tot zelfs meer dan 300 mg/l. Tot zeker 18 m diepte is het interfluvium hier geoxideerd.

De diepste filter, tussen 21 en 22 diepte, heeft duidelijk lagere nitraatgehalten. Soms dalen ze tot slechts enkele mg/l, maar ook waarden van ca 40 mg/l zijn vastgesteld. Steeds zijn de ijzergehalten laag, blijkbaar is de laag tot op deze diepte wel geoxideerd, maar het onderste deel is niet sterk met nitraat gecontamineerd. Het is misschien ouder grondwater dat nog niet sterk gecontamineerd was

Het kleisubstraat van de Formatie van Kortrijk moet zich dicht onder de diepste filter bevinden.

**Fig 5.1 Ligging en begrenzing van het afstroomgebied van de Plankbeek te Huise**

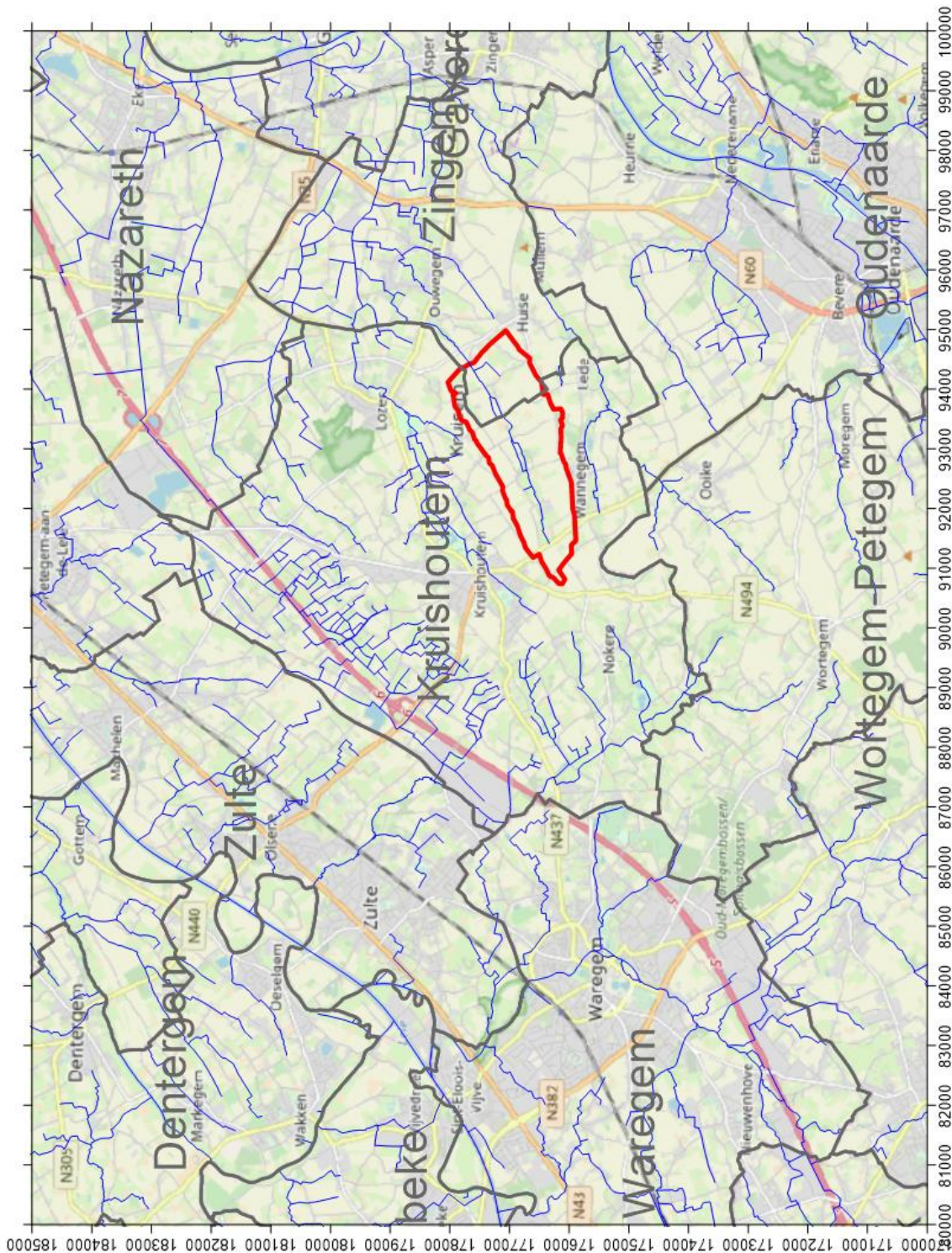
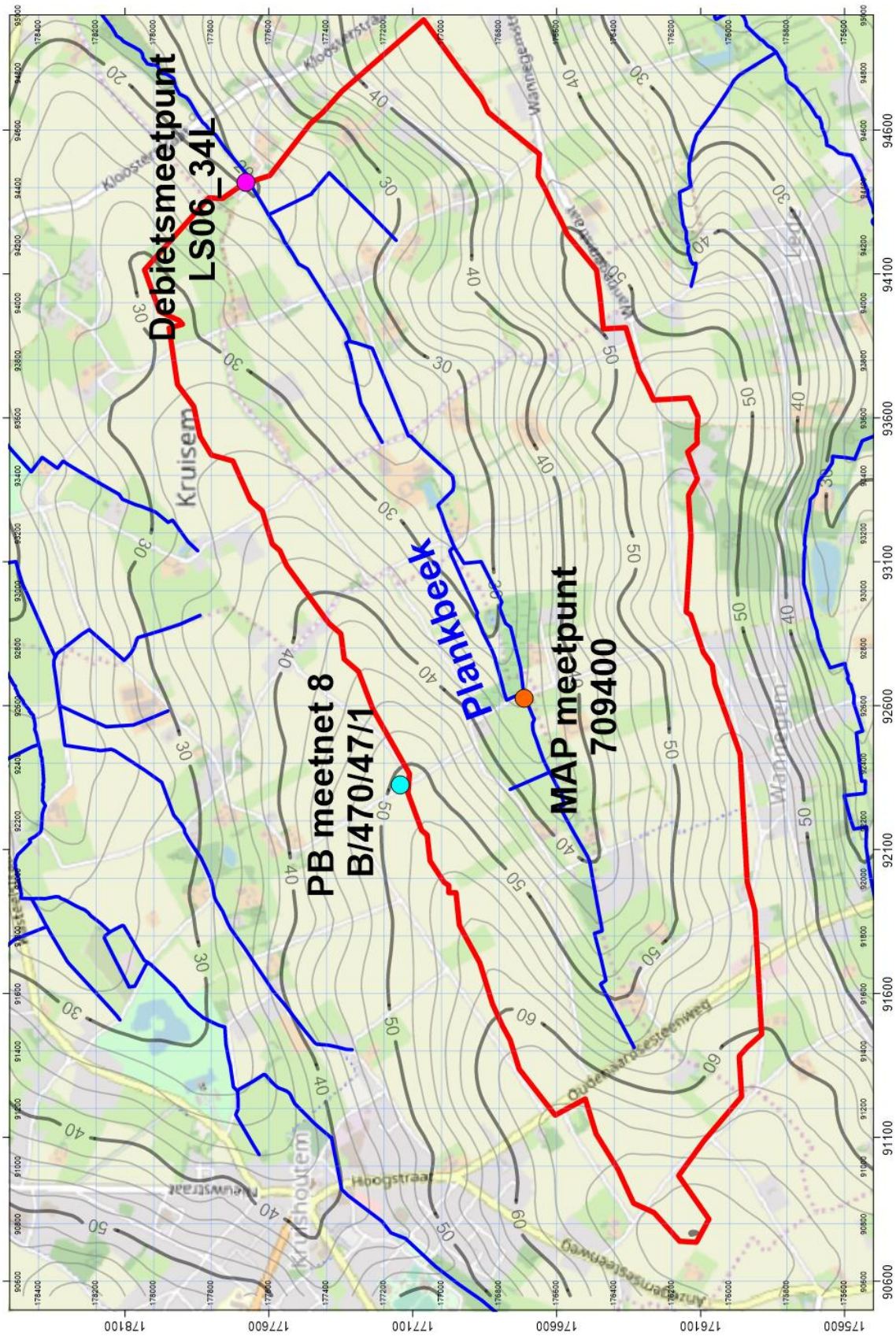




Fig 5.2 Topografie en hydrografie binnen het studiegebied



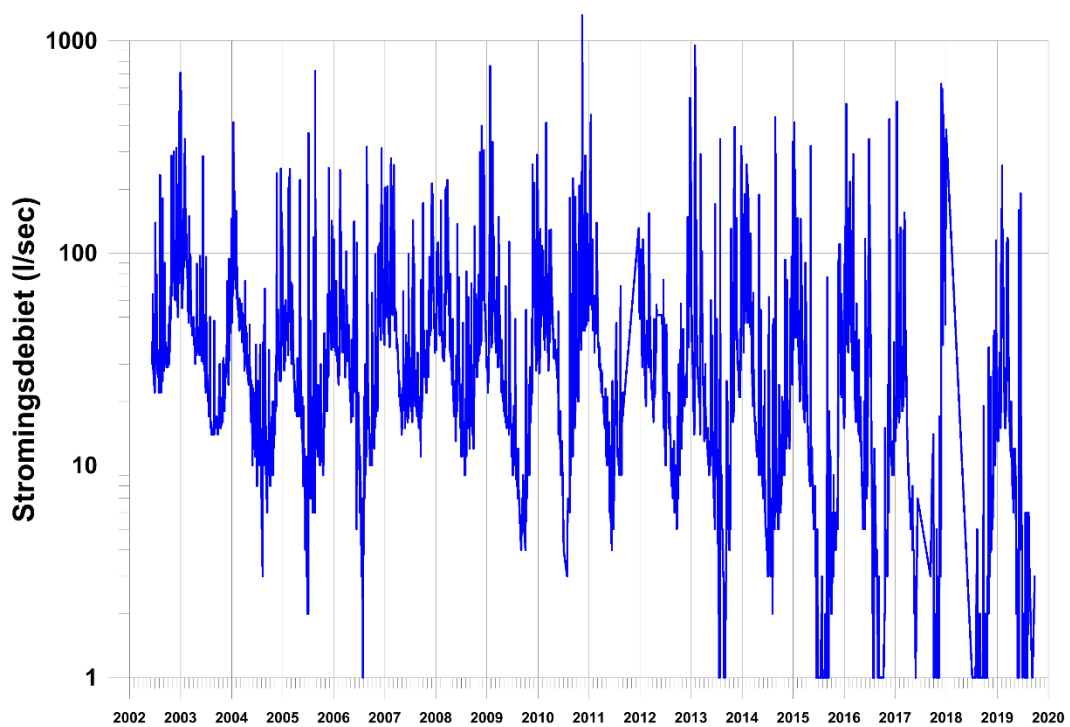
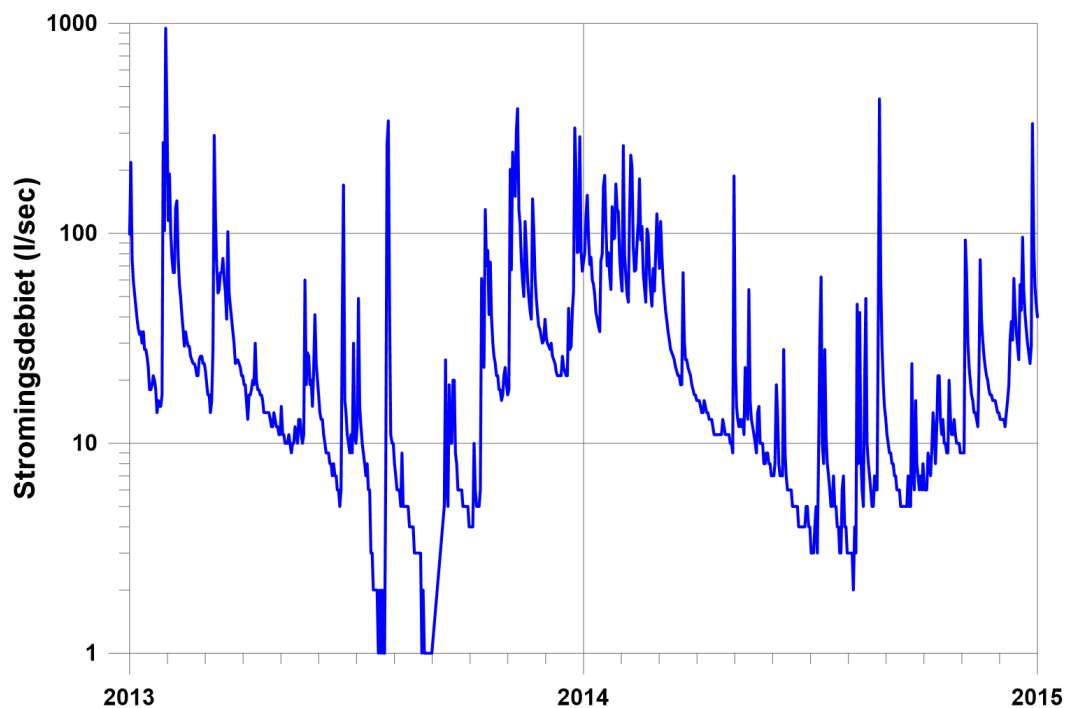
**Fig 5.3 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt LS06\_3L op de Plankbeek****Fig 5.4 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt LS06\_34L op de Plankbeek tussen 2013 en 2015**

Fig 5.5 Agedekte geologische kaart van het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)

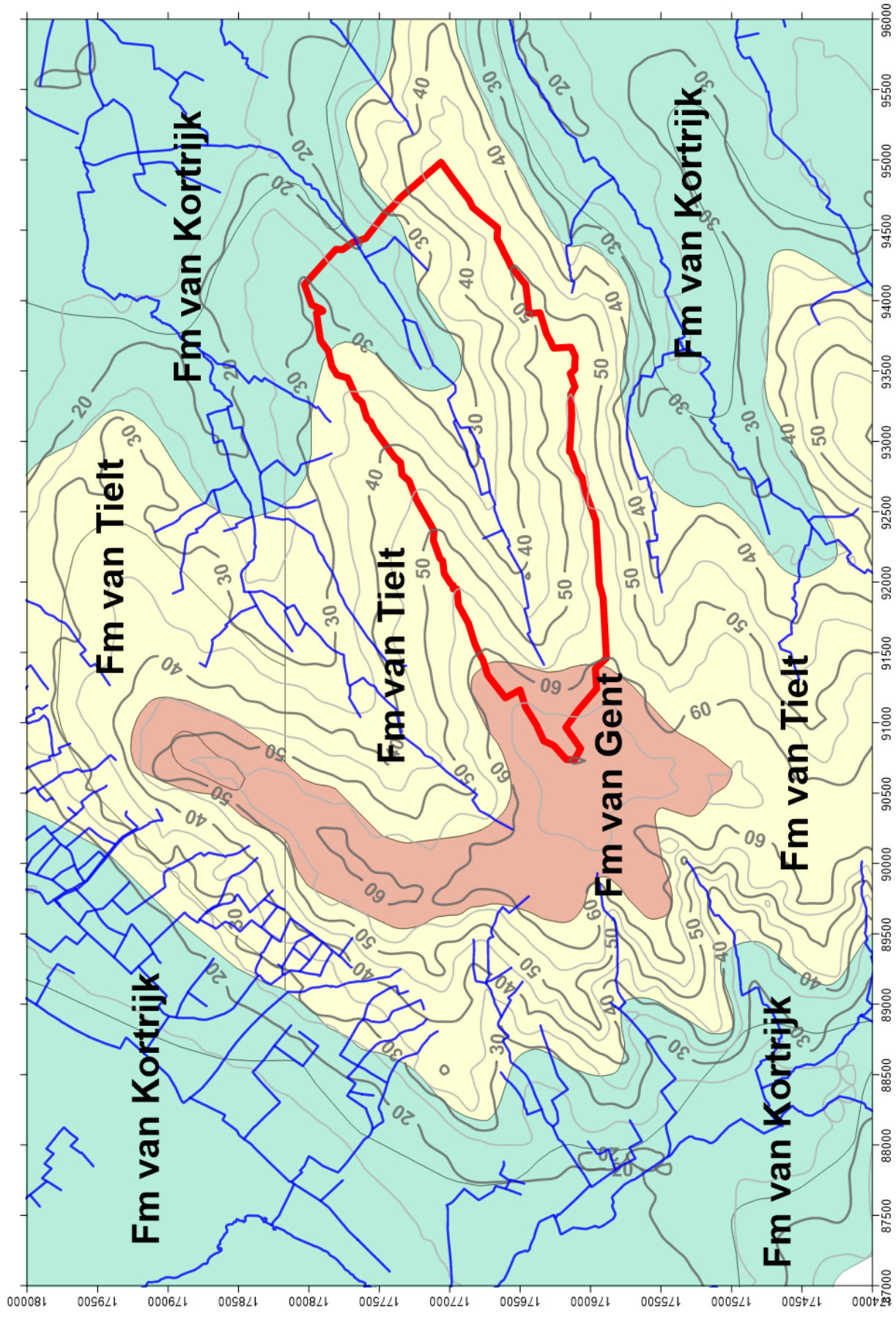


Fig 5.6 Dikte van de quartaire bedekking in en rond het studiegebied (volgens G3DV2)

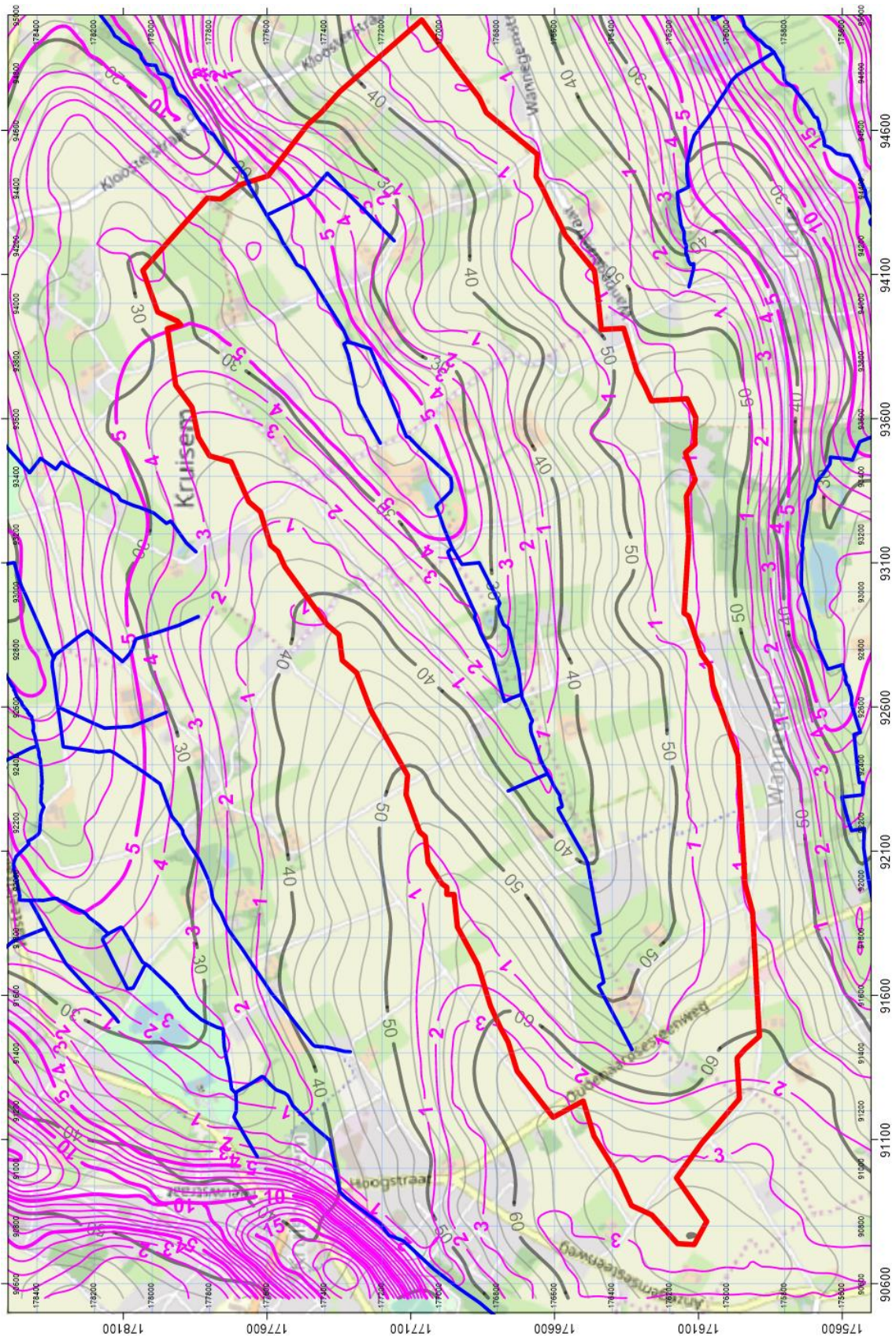


Fig 5.7 Isohypsen (in m TAW) van de top van de Formatie van Kortrijk (volgens G3DV2)

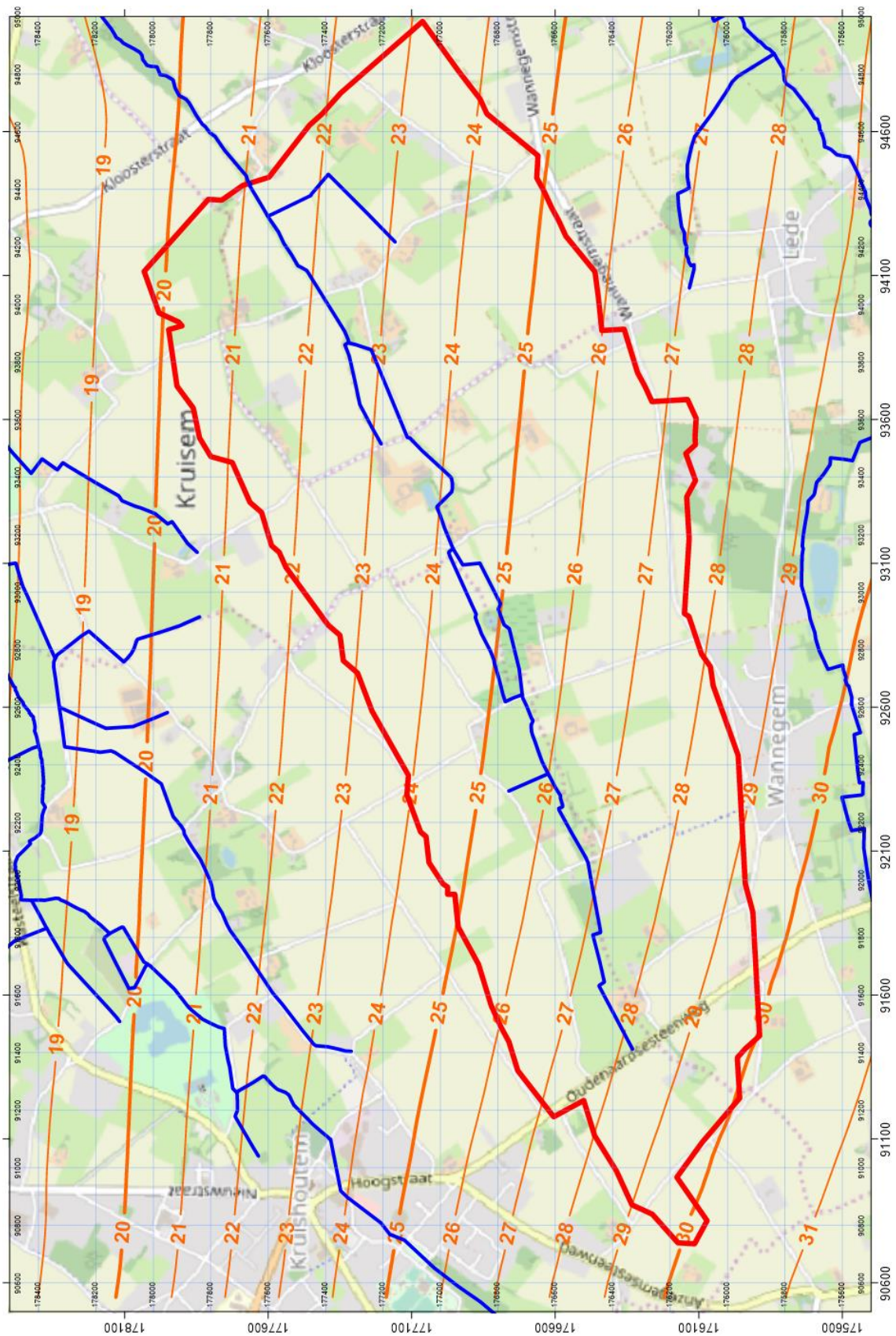


Fig 5.8 Dikte (in m) van de Formatie van Tielt (volgens G3DV2)

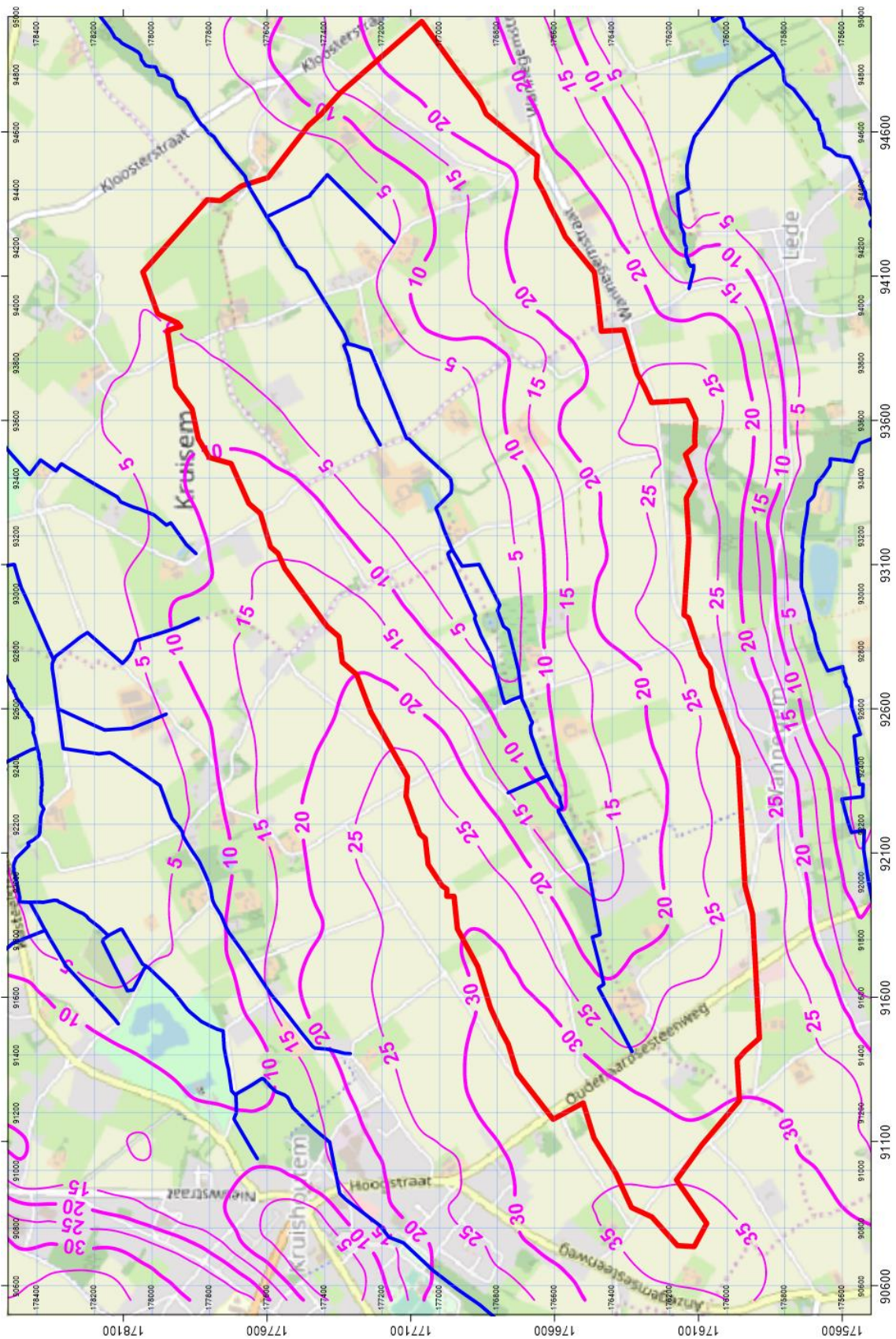


Fig 5.9 Evolutie van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 709400

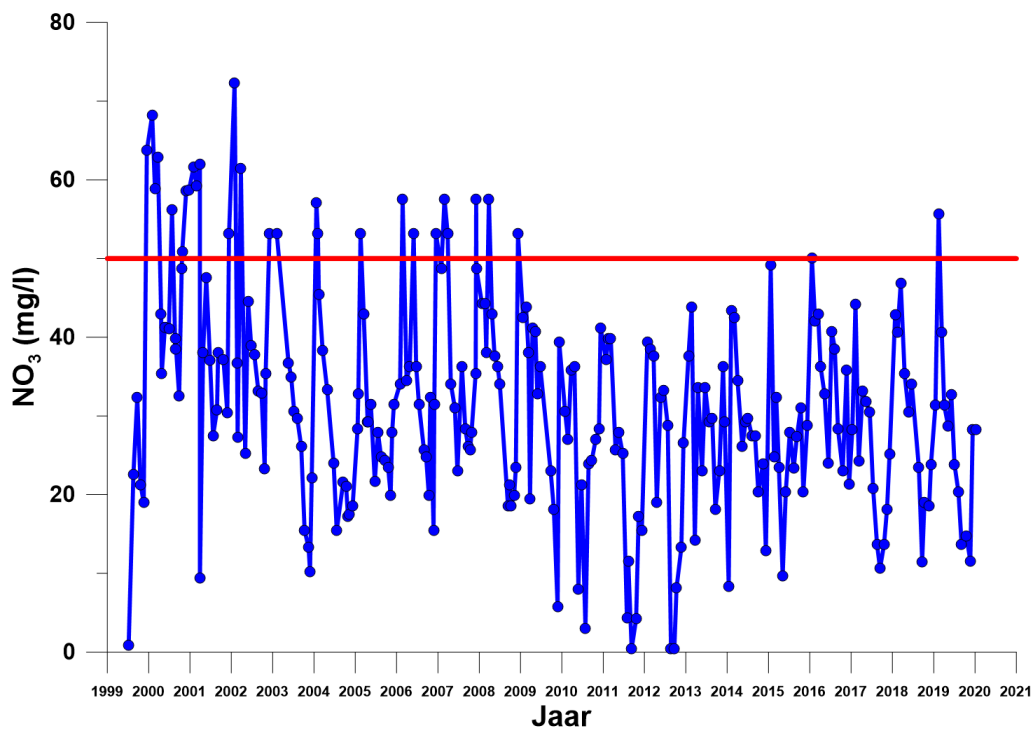


Fig 5.10 Seizoengrafiek van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 709400

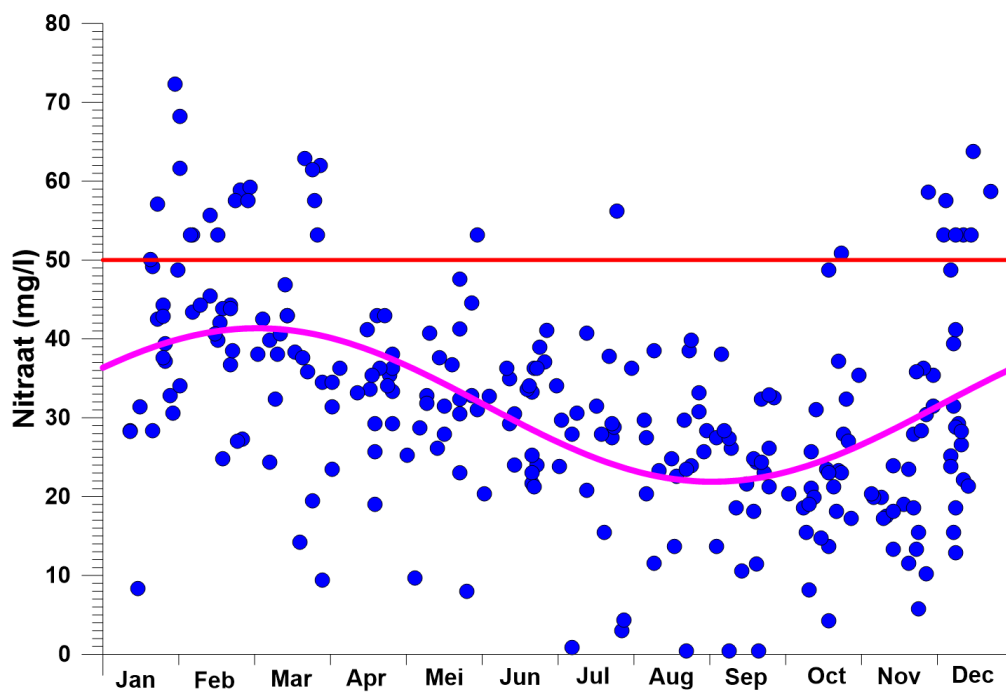


Fig 5.11 Maandgemiddelden van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 709400

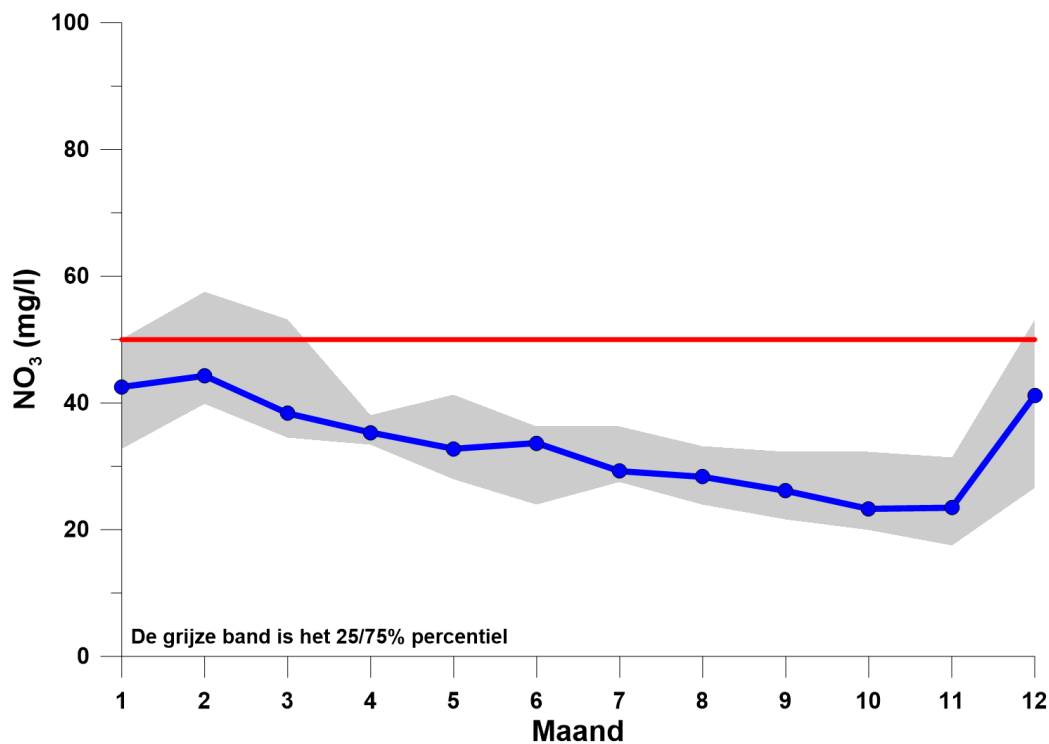
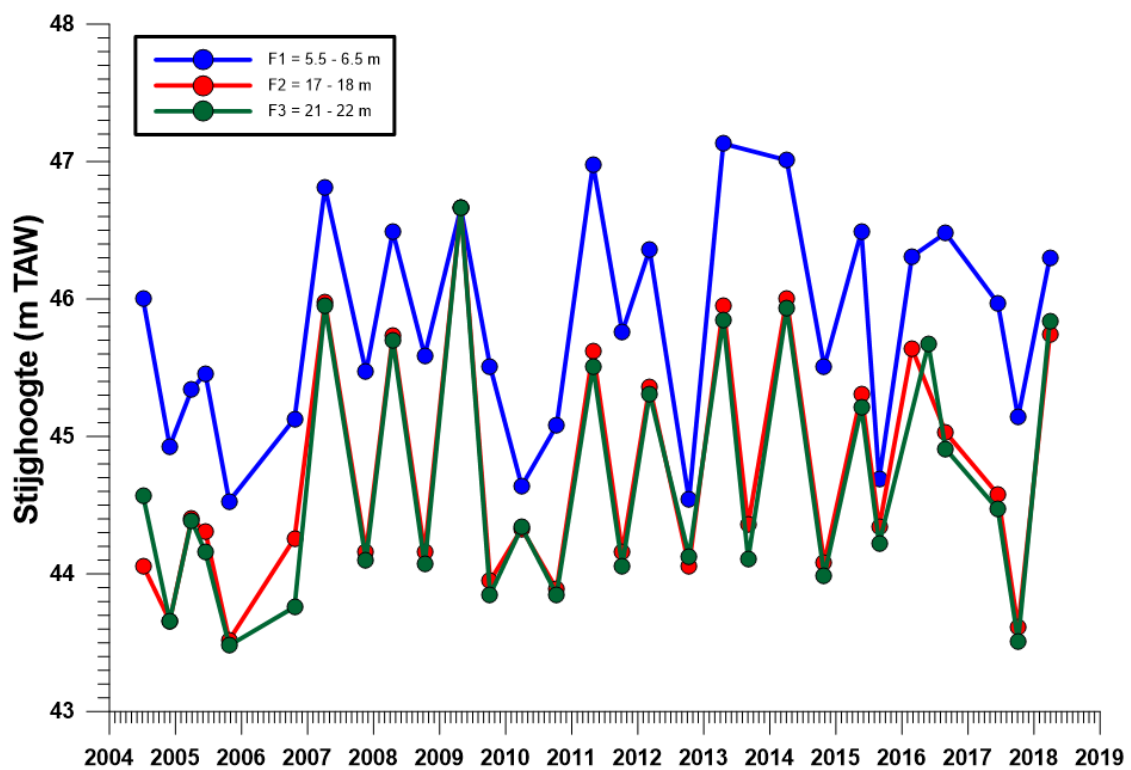
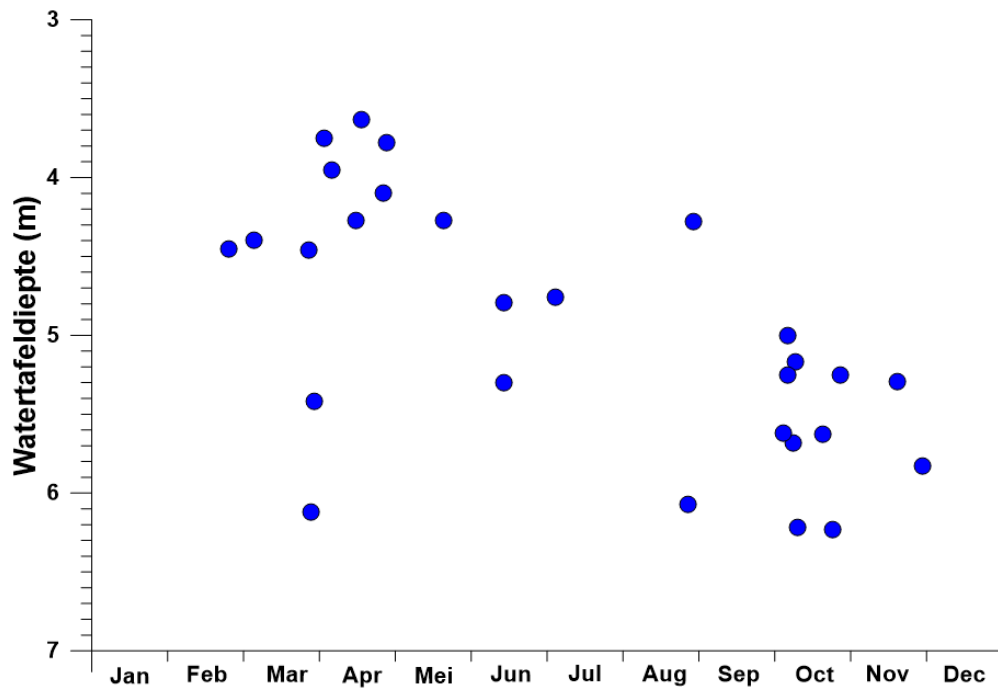


Fig 5.12 Evolutie van de stijghoogten in peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM

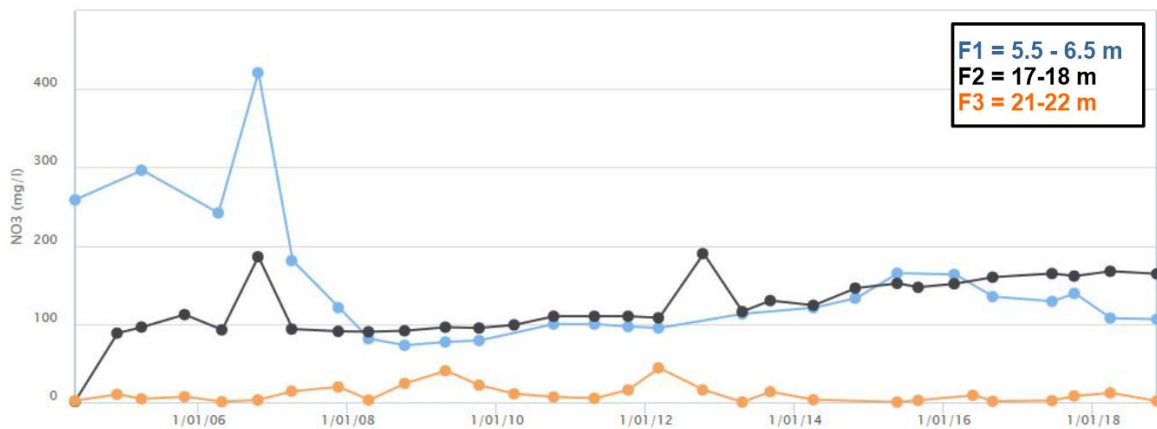




**Fig 5.13** Seizoengrafiek van de grondwaterdiepte in filter F1 van peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM



**Fig 14** Evolutie van het nitraatgehalte in peilbuis 740/74/1 van meetnet 8 van VMM



## 6 Beschrijving van testgebied 2 : Maldegem

### 6.1 Ligging en begrenzing van het studiegebied (fig 6.1)

Het studiegebied betreft het afstroomgebied van de Ede in Maldegem. De perimeter van het afstroomgebied werd door de opdrachtgever aangeleverd en omhelst het afstroomgebied stroomopwaarts van het debietsmeetstation L02\_442, gelegen net ten zuiden van de Koning Leopoldlaan te Maldegem. Het afstroomgebied is ca 45 km<sup>2</sup> groot en ligt tussen de Lambert72 coördinaten X=78961 (westgrens) en X=89115 (oostgrens) en Y=211386 (noordgrens) en Y=204293 (zuidgrens).

### 6.2 Topografie (fig 6.2)

De algemene topografie daalt van zuid naar noord en van de rand van het afstroomgebied naar het centrum toe, vermits het waterlopenstelsel naar het noorden draineert en de randen van het afstroomgebied werden afgeleid op basis van de hoogteligging. De hoogste topografische peilen liggen rond de +27 tot +28 m TAW en komen voor aan de zuidoost en oostgrens van het gebied. Aan de zuidrand komt er nabij de bron van de vijverbeek een lager gelegen zadel voor waar de topografie lager is dan +15. Nabij de noordgrens, waar de Ede het studiegebied verlaat, ligt de topografie onder de +10. Het topografisch verhang is dus iets meer dan 15 m. In het oosten van het gebied komt tussen de Splenterbeek en de bovenloop van de Ede ook een topografische kam voor binnenin het afstroomgebied. Deze bereikt lokaal een peil van +24.

De topografie wordt grotendeels geconditioneerd door de onderliggende geologie en lithologie. De interfluvia en hoger gelegen gebieden hebben een ondiep tertiair kleisubstraat.

### 6.3 Hydrografie en stromingsdebiëten (fig 6.2)

#### Waterlopenstelsel

De topologie van het waterlopenstelsel wordt gecontroleerd door de topografie, die op zijn beurt vooral door de onderliggende lithologie bepaald wordt. Binnen het afstroomgebied kunnen in het waterlopenstelsel drie deelbekkens herkend worden :

In het westen komt de Biestwatergang voor. Hierop ligt een MAP meetpunt. Deze beek ontstaat nabij de westgrens van het gebied.

De Splenterbeek ontstaat in het zuiden van het gebied en ontvangt water uit verschillende kleinere zijbeken. Dit deelbekken is naar het oosten toe duidelijk gescheiden van het Ede deelbekken door een topografische verhevenheid. De scheiding met de westelijk gelegen Biestwatergang is veel minder uitgesproken. Op dit deelbekken ligt ook een MAP meetpunt, voor de samenvloeiing met de Biestwatergang.

De Ede zelf ontspringt in het zuidoosten van het gebied dichtbij het vliegveld van Ursel. Op de Ede zelf ligt ook een MAP meetpunt maar dit ligt dicht bij de bron dan bij het uitstroompunt uit het studiegebied.

### Debietsmetingen

Aan de noordzijde van het studiegebied bevindt zich op de Ede het debietsmeetstation L02\_442. De ligging van het meetpunt staat aangeduid op de overzichtskaart in fig 6.1. Het stromingsdebiet wordt hier sinds 1983 continue opgevolgd. De meetdata werden opgevraagd via de waterinfo portaalsite ([www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be)). Aan het debietsmeetpunt bevindt zich geen MAP meetpunt.

De volledige beschikbare meetreeks (tot februari 2020) werd voorgesteld in fig 6.3, waarbij de debietsas logaritmisch genomen werd. Uit de grafiek kunnen snel volgende conclusies te getrokken worden:

- Er komt een zeer sterke (en logische) seizoenaliteit voor die varieert tussen nauwelijks enkele liter per seconde in de zomermaanden en enkele duizend l/sec tijdens piekmomenten in de winter.
- In de zomermaanden valt een groot deel van het waterlopenstelsel in het zuiden van het afstroomgebied droog, wat de lage baseflow in de zomermaanden verklaart. In sommige jaren valt bijna de hele afvoer stil. Maar de laatste 9 zomers lag het minimaal zomerdebiet iets boven de 10 l/sec en was er minder interjaarlijkse variatie.
- Over de hele meetperiode is het gemiddelde afvoerdebiet ongeveer 428 l/sec. Het afstroomgebied is ca 45 km<sup>2</sup> groot. Met een gemiddelde grondwateraanvulling van 200 mm per jaar zou de gemiddelde baseflow 285 l/sec bedragen.
- De laatste 5 jaar werden in een afzonderlijke grafiek voorgesteld (fig 6.4). Het gemiddeld afvoerdebiet lag in deze periode iets onder het lange termijn gemiddelde, resp 410 vs 428 l/sec. In de zomer bedroeg de baseflow bijna elk jaar rond de 11 l/sec.

## **6.4 Geologie en hydrogeologie**

### Geologie en lithostratigrafie

Voor onderhavig project zijn alleen het tertiair substraat en de quartaire bedekking van belang. De diepere lagen hebben geen relevantie voor de onderzochte problematiek.

Het onderliggend tertiair substraat bestaat uit de Formatie van Maldegem. Deze is opgebouwd uit 3 leden die door compact tertiaire klei worden gevormd (van onder naar boven resp. het Lid van Ursel, Lid van Zomergem en Lid van Onderdijke) met tussenliggende, dunnere meer zandige leden (resp. Lid van Onderdale en Lid van Buisputten). Het geologisch substraat is te zien op de afgedekte geologische kaart van fig 6.5. De kleilagen kunnen tot een tiental meter dik zijn, de zandige tussenlagen slechts enkele meters. In dit onderliggend overwegend kleisubstraat zijn valleien ingesneden, van noord naar zuid. Deze oude beekvalleien zijn opgevuld met een dikker pakket quartaire sedimenten. Een kaart van de

dikte van de quartaire bedekking (fig 6.6), gebaseerd op de gegevens van het 3D geologisch model van Vlaanderen (versie 2) toont duidelijk de ligging van drie bedolven valleien die vanuit het noorden het kleisubstraat aansnijden. Ten noorden bevindt zich de Vlaamse Vallei die zich tijdens de voorlaatste ijstijd (Saale) ontwikkeld heeft. Mogelijk hebben de bedolven valleien in het studiegebied dus dezelfde ouderdom. De maximale opvulling in de as van de valleien is meer dan 10 m en zelfs lokaal tot 15 m. Dat betekent dat op het einde van de insnijdingsfase het reliëf in het studiegebied sterker ontwikkeld was. Dit is duidelijk te zien op de isohypsenkaart van de basis van het quartair, dus de top van het tertiair substraat (fig 6.7) Opmerkelijk is wel de bedolven vallei onder de Ede, in het oosten van het afstroomgebied, minder diep ontwikkeld is dan de twee oude valleien in het westen. In het noorden van het gebied valt de as van de oude vallei niet samen met de huidige loop van de Ede : deze ligt nl. boven de oostelijke valleiflank. Ook zou volgens deze kaart de Bieswatergang vroeger niet naar het oosten hebben gestroomd om daar de Ede te vervoegen, maar rechtstreeks naar het noorden zijn doorgelopen. Een bemerking is wel dat het onduidelijk is op welke basisgegevens de aanmaak van het grid van de dikte van het Quartair heeft gesteund. De accuraatheid van de kaart zal in grote mate afhangen van densiteit en de betrouwbaarheid van de basis puntgegevens.

Buiten deze oude valleien is het quartair zeer dun. Hier komt het kleisubstraat vaak op minder dan een meter diepte voor.

Doordat de tertiaire lagen hellen (duiken) van zuid naar noord, komt in een zeer beperkt gebied aan de zuidrand, in het zadel dal van de Vijverbeek, een zijbeek van de Splenterbeek, door de diepere quartaire insnijding geen klei van de Formatie van de Maldegem meer voor.

### Hydrostratigrafie

In het kader van dit project is slechts één enkele watervoerende laag van belang : de freatische laag in het quartaire dek. Het onderliggend kleisubstraat kan in deze studie als “ondoorlatend” beschouwd worden: de stromingsfluxen doorheen de kleilagen zijn klein in vergelijking met de laterale fluxen in de freatische laag.

## **6.5 Oppervlaktewaterkwaliteit en MAP meetpunten**

Binnen het testgebied bevinden zich drie MAP meetpunten (fig 6.1):

764200 : dit meetpunt ligt in het oosten van het stroombekken op de Ede. Het ontvangt water uit het zuidoosten van het afstroomgebied.

764530 : dit meetpunt ligt iets meer dan een km ten zuiden van 765200 en ligt op de Splenterbeek. Deze ontvangt vooral water uit het zuiden van het stroombekken.

764600 : ligt op de Bieswatergang die begint nabij de westgrens van het stroombekken. Het stroomopwaarts deel van de waterloop is ruim 5 km lang. In dit stroomopwaarts deel komen ook de Claeysmolenbeek en de Valkaertbeek uit.

Voor elk MAP meetpunt zijn de beschikbare nitraatconcentraties in drie verschillende grafieken voorgesteld:

- Een grafiek van de hele meetreeks
- Een seizoengrafiek waarin de metingen geplot zijn in functie van de tijdpositie in het jaar, een zgn. seizoengrafiek
- Een grafiek met de maandgemiddelden over de hele meetperiode. Tevens is tussen de 25% en 75% percentiel een grijze band ingevuld.

#### **MAP meetpunt 764200 (fig 6.8, 6.9 en 6.10)**

Op de evolutie van de nitraatconcentratie is duidelijk de seizoenaliteit te herkennen, waarbij tijdens de wintermaanden hoge en tijdens de zomermaanden lage concentraties voorkomen. De winterse concentraties piekten tot in 2009 systematisch boven de 50 mg/l, de hoogste waarden werden voor 2005 opgemeten, terwijl ze daarna meestal tussen nog 40 en 50 mg/l lagen, wel hoger dan in de zomer maar onder het 50 mg/l criterium. Opvallend is ook dat vanaf 2009 de zomer minima verlaagd zijn. De laatste 3 winters werden opnieuw overschrijdingen van de 50 mg/l vastgesteld. De gemiddelde concentratie in de zomermaanden ligt rond de 10 mg/l. Er kan van uitgegaan worden dat het beekwater vooral uit baseflow bestaat en deze lage concentraties een indicatie vormen van de gemiddelde concentratie van het grondwater dat de beek dan voedt.

#### **MAP meetpunt 764530 (fig 6.11, 6.12 en 6.13)**

Ook het verloop van dit meetpunt wordt gedomineerd door een sterk seizoenaal verloop, met zeer lage zomerwaarden. Tot in 2010 werden in de winters overschrijdingen van de 50 mg/l norm vastgesteld. Daarna daalden de winterpieken tot ca 40 mg/l, maar de laatste drie winters zijn ook in dit meetpunt de nitraatconcentraties terug boven de norm. In de zomermaanden ligt de gemiddelde concentratie rond of onder de 10 mg/l, met uitzondering van juli. Maar tijdens de maanden juli en augustus werden minder monsters genomen (resp 7 en 8 tegenover 15 tot 20 in de andere maanden).

#### **MAP meetpunt 764600 (fig 6.14, 6.15 en 6.16)**

Dit MAP meetpunt is zeer interessant omdat de meetreeks veel langer is en al rond 1990 begint. Daardoor kunnen hier de nitraat concentraties na 2000 vergeleken worden met die in het voorgaande decennium. Er is wel een hiaat van ca 3 jaar in de meetreeks tussen ca 1995 en 1998. Op de grafiek is duidelijk te zien dat de gehalten concentraties voor 2000 veel hoger lagen e waarden tussen 200 tot bijna 300 mg/l in de winter regelmatig voorkwamen. Toch daalden ook in deze periode de zomerconcentraties tot onder de 50 mg/l. Net zoals in de andere twee meetpunten zijn ook hier de laatste 3 winters opnieuw overschrijdingen vastgesteld. Gedurende de zomermaanden (mei t.e.m. september) ligt de gemiddelde concentratie ook hier rond de 10 mg/l.

## **6.6 Stijghoogten en grondwaterstroming**

Binnen het afstroomgebied bevinden zich 8 peilbuizen van meetnet 8. Hun ligging is aangegeven op de kaart in fig 6.17. Van deze peilbuizen werden de meetdata via het DOV webportaal opgevraagd.

Deze peilbuizen worden halfjaarlijks bemonsterd en tegelijkertijd wordt ook de grondwaterdiepte opgemeten. De meetronden vallen ongeveer samen met het einde van de aanvulperiode en het einde van de afvoerperiode. De meetfrequentie is te laag om de seizoenale cyclus precies te kunnen herkennen. Worden de meetreeksen grafisch voorgesteld dan tonen ze een patroon bestaande uit een afwisseling van hoge en lage peilen. Vergelijking van de winter- en zomerpeilen tussen jaren onderling is weinig betekenisvol : ze komen nl niet noodzakelijk overeen met het maximum resp. minimum van de seizoencyclus.

De grondwaterstroming is voornamelijk topografisch gecontroleerd en loopt vanaf de hoger gelegen interfluvia naar de beekvalleien en de waterlopen toe. De peilbuizen van meetnet 8 wijzen op typische grondwaterdiepten van ongeveer een meter.

De dikte van de quartaire deklagen en opvulling van de oude bedolven valleien heeft wel belangrijke consequenties voor de grondwaterstroming en daardoor ook voor de invloed op de waterlopen. De freatische laag bevindt zich uitsluitend in het quartair dek en buiten de valleien is de ondiepe grondwaterstroming bijgevolg zeer beperkt. Bovendien daalt de watertafel hier in de zomermaanden sterk, waardoor de laag op veel plaatsen droogvalt. Op dat moment is er buiten de beekvalleien geen ondiepe grondwaterstroming meer mogelijk en kan daar ook geen nitraat via het grondwater getransporteerd worden. Het feit dat de freatische laag daar dan droogvalt waardoor de sedimenten belucht worden, zorgt voor oxiderende condities in dit deel van de freatische laag. In de beekvalleien blijft er ook in de zomer grondwaterstroming mogelijk en kan het grondwater via diepere stroombanen (tot 10 a 15 m diep) naar de waterlopen toe stromen. In de zomermaanden bestaat de beekafvoer dan ook grotendeels uit baseflow die bijna uitsluitend afkomstig is van de grondwaterbijdragen vanuit stroombanen in de bedolven valleien.

## 6.7 Grondwaterkwaliteit en nitraatconcentraties

In de 8 peilbuizen van het VMM meetnet 8 worden sinds voorjaar 2004 halfjaarlijks watermonsters geanalyseerd. Sommige peilputten hebben twee filters, andere slechts één. Een overzicht van de diepte van de filters staat aangegeven in tabel 1. Hierin is ook de lithostratigrafische laag opgenomen zoals vermeld in DOV.

In geen enkele van de peilbuizen werd de laatste 5 jaar hoge nitraatconcentratiesgehalten opgemeten (meer dan enkele mg/l).

Een meer gedetailleerde evaluatie van de meetgegevens van deze peilbuizen zal gebeuren nadat de meetcampagne op het nieuwe peilbuizen meetnet is afgerond en alle data van waterpeilen en chemische parameters kunnen geïntegreerd worden.

**Tabel 6.1** Overzicht van de peilbuizen van VMM meetnet 8 binnen het studiegebied Maldegem

peilbuis	Filterdiepten (m)	Filterlengte (m)	Laag
143/21/4	F1 = 3.0	0.5	Quartair
	F2 = 6.0	1.0	Quartair
143/34/12	F1 = 1.6	0.5	Quartair
	F2 = 5.5	1.0	Quartair
143/34/10	F1 = 3.0	1.0	Quartair
143/34/8	F1 = 1.8	0.5	Quartair
	F2 = 4.5	1.0	Quartair
143/21/1	F1 = 1.8	0.5	Quartair
	F2 = 4.5	1.0	Quartair
143/34/6	F1 = 3.3	0.5	Lid van Ursel of
	F2 = 6.9	1.0	Lid van Asse
143/34/3	F1 = 5.5	1.0	Quartair
143/34/2	F1 = 2.8	1.0	Lid van Zomergem

Fig 6.1 Ligging en begrenzing van het afstroomgebied van de Ede te Maldegem

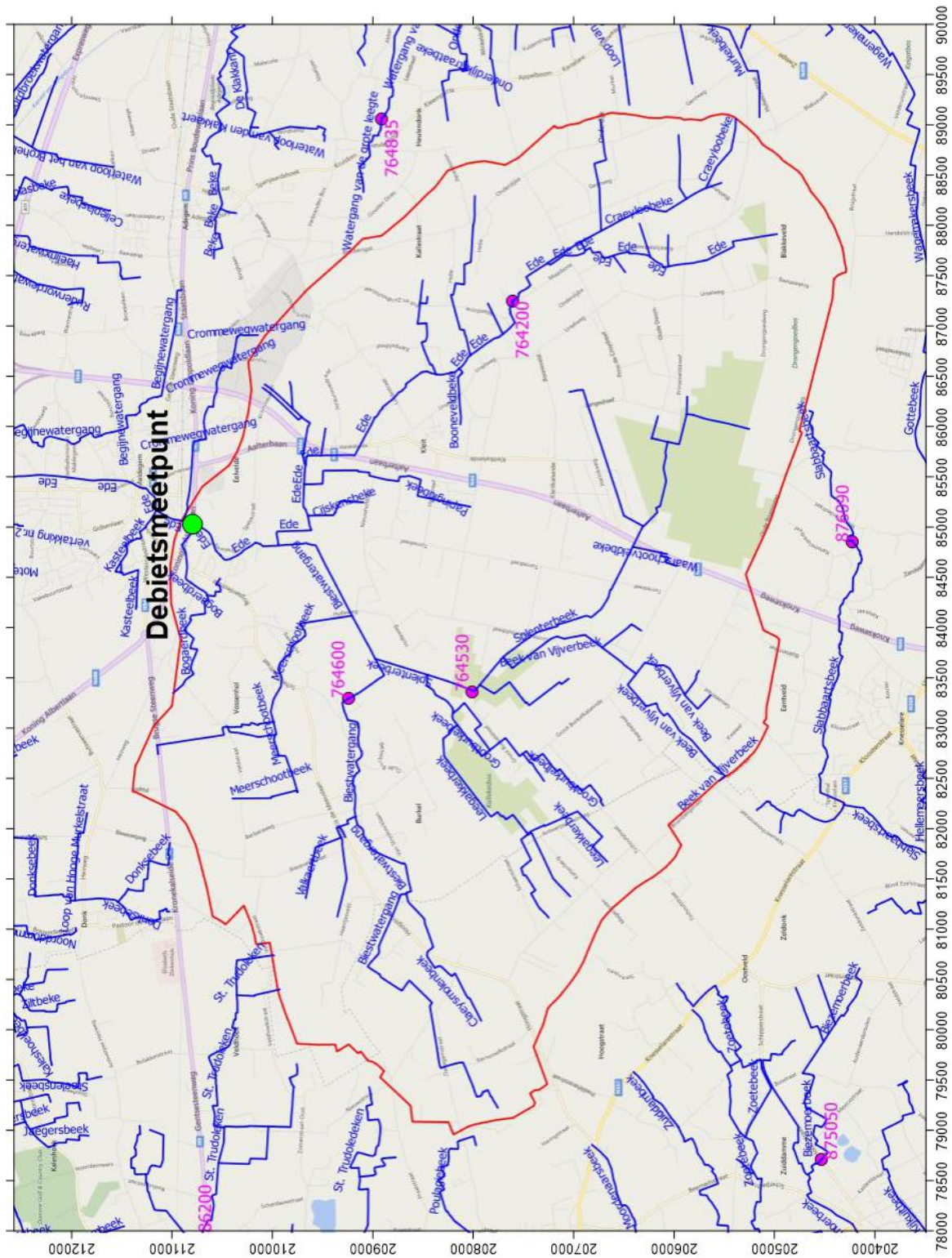




Fig 6.2 Topografie en hydrografie binnen het studiegebied

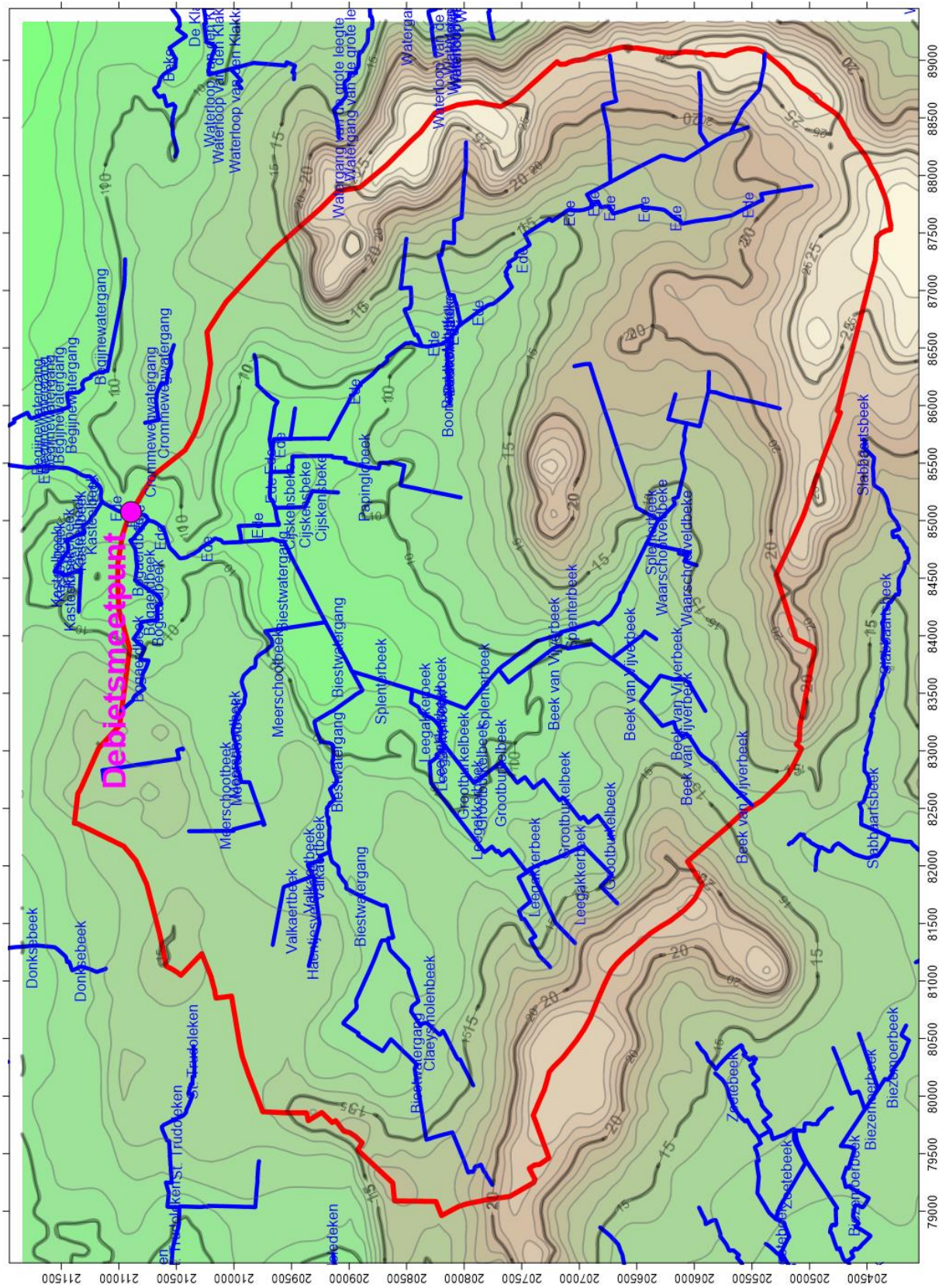


Fig 6.3 Opgemeten debieten (in l/sec) in debietsmeetpunt L02\_442 op de Ede

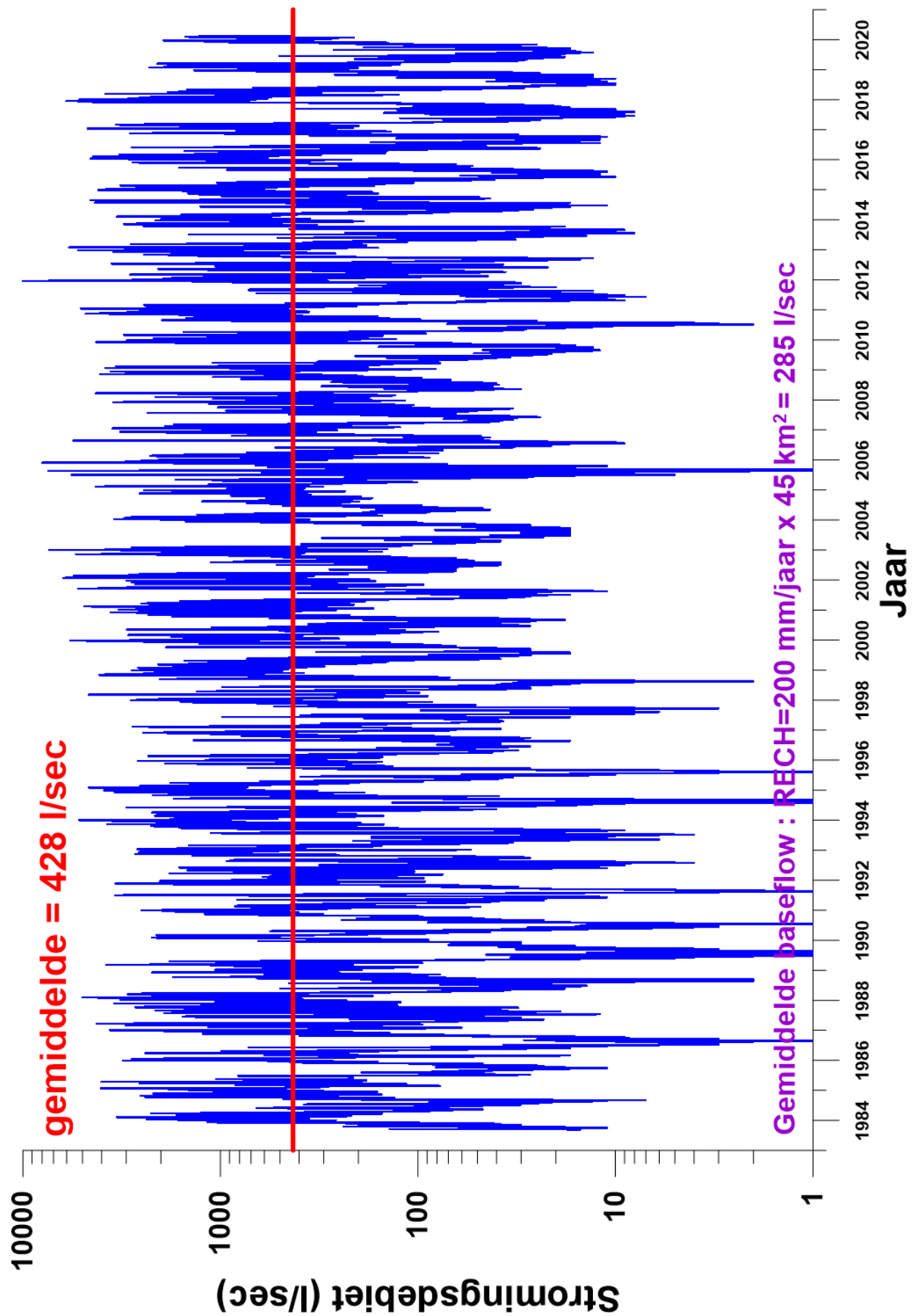


Fig 6.4 Opgemeten debieten in debietsmeetpunt L02\_442 op de Ede tussen 2015 en 2020

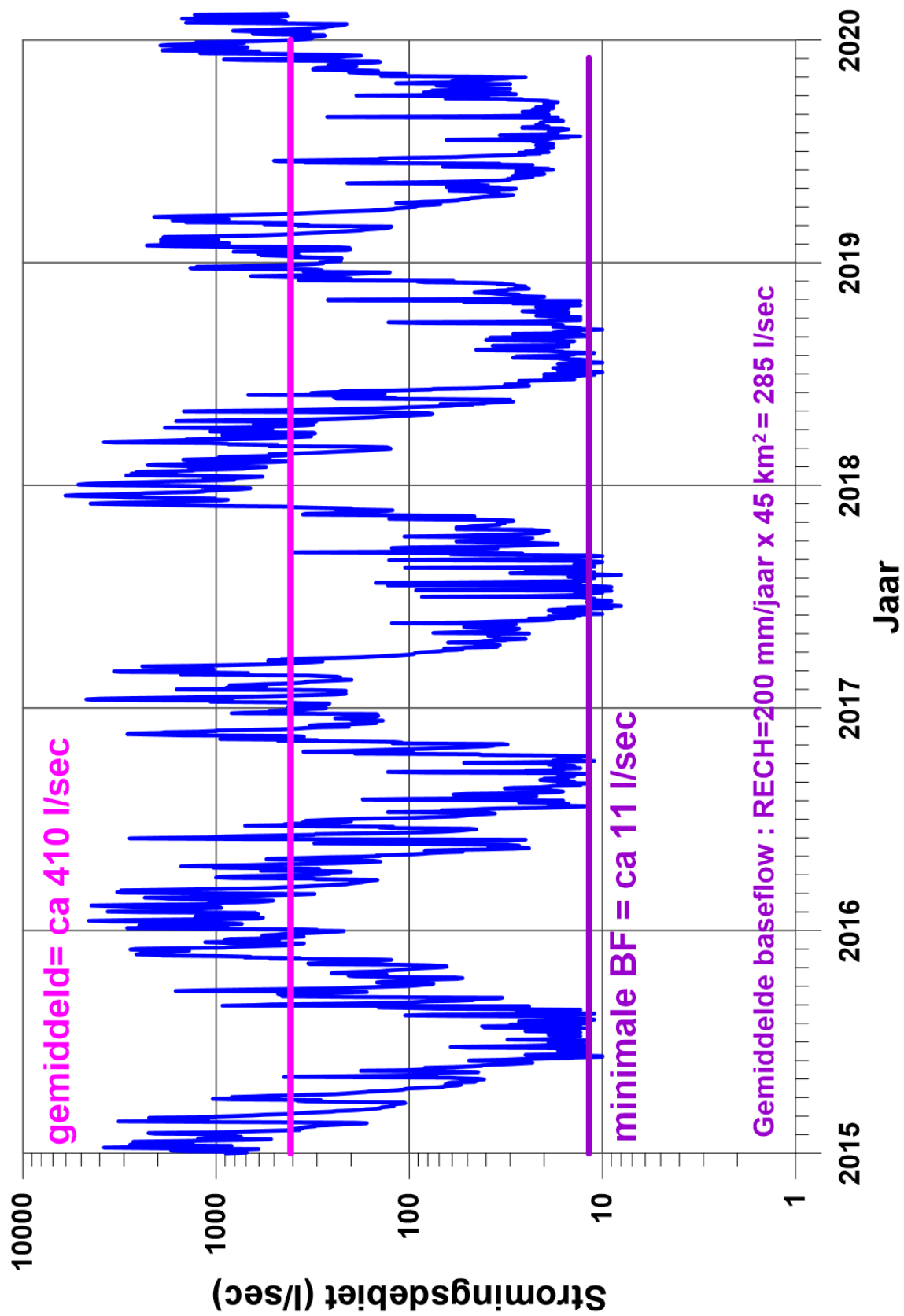
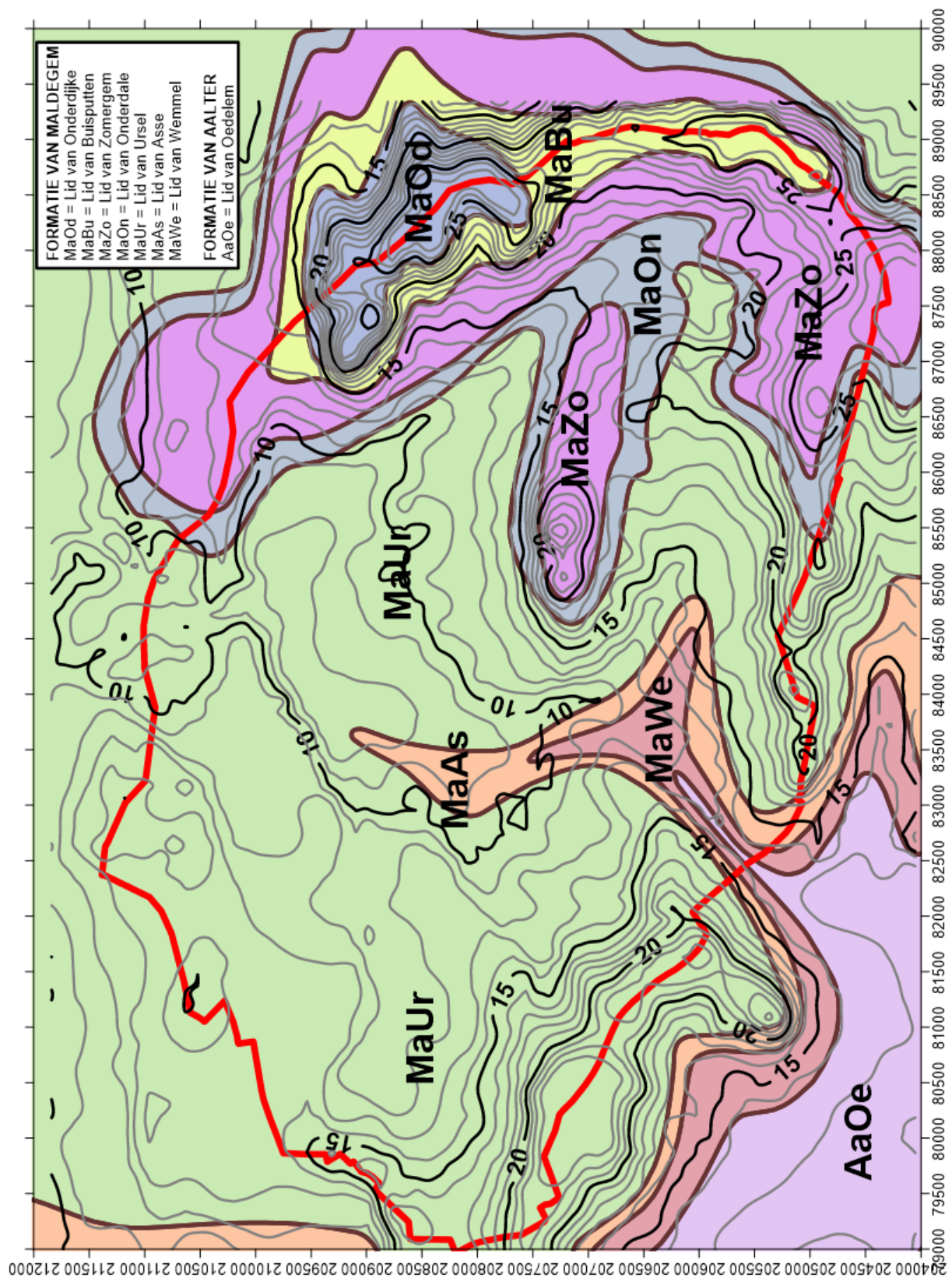
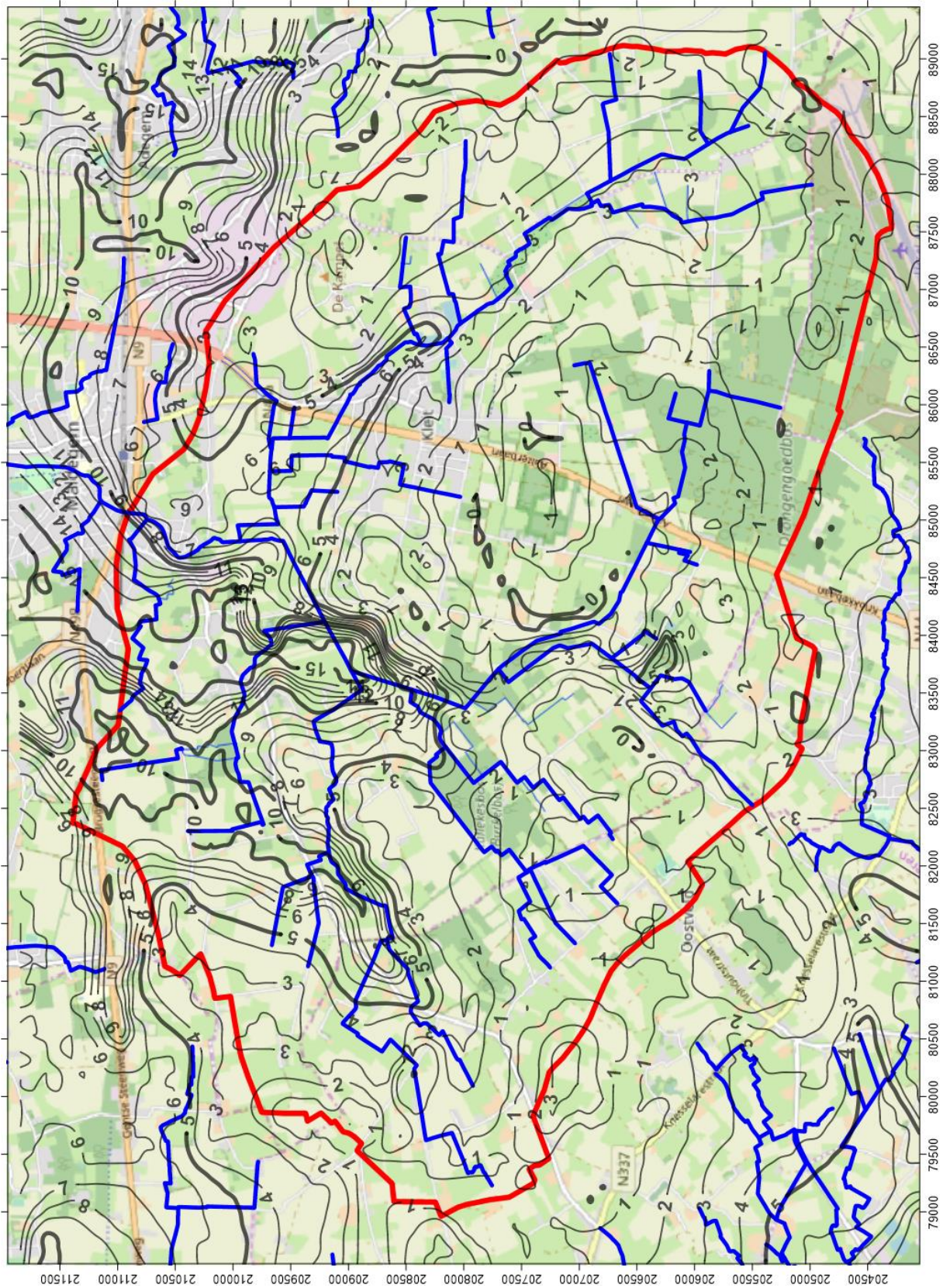


Fig 6.5 Agedekte geologische kaart van het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)



**Fig 6.6 Isopachen van de dikte van de quataire bedekking (in m)  
in het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)**



**Fig 6.7 Isohypsen van de basis van de quartaire bedekking (in m TAW) in het studiegebied en omgeving (volgens G3DV2)**

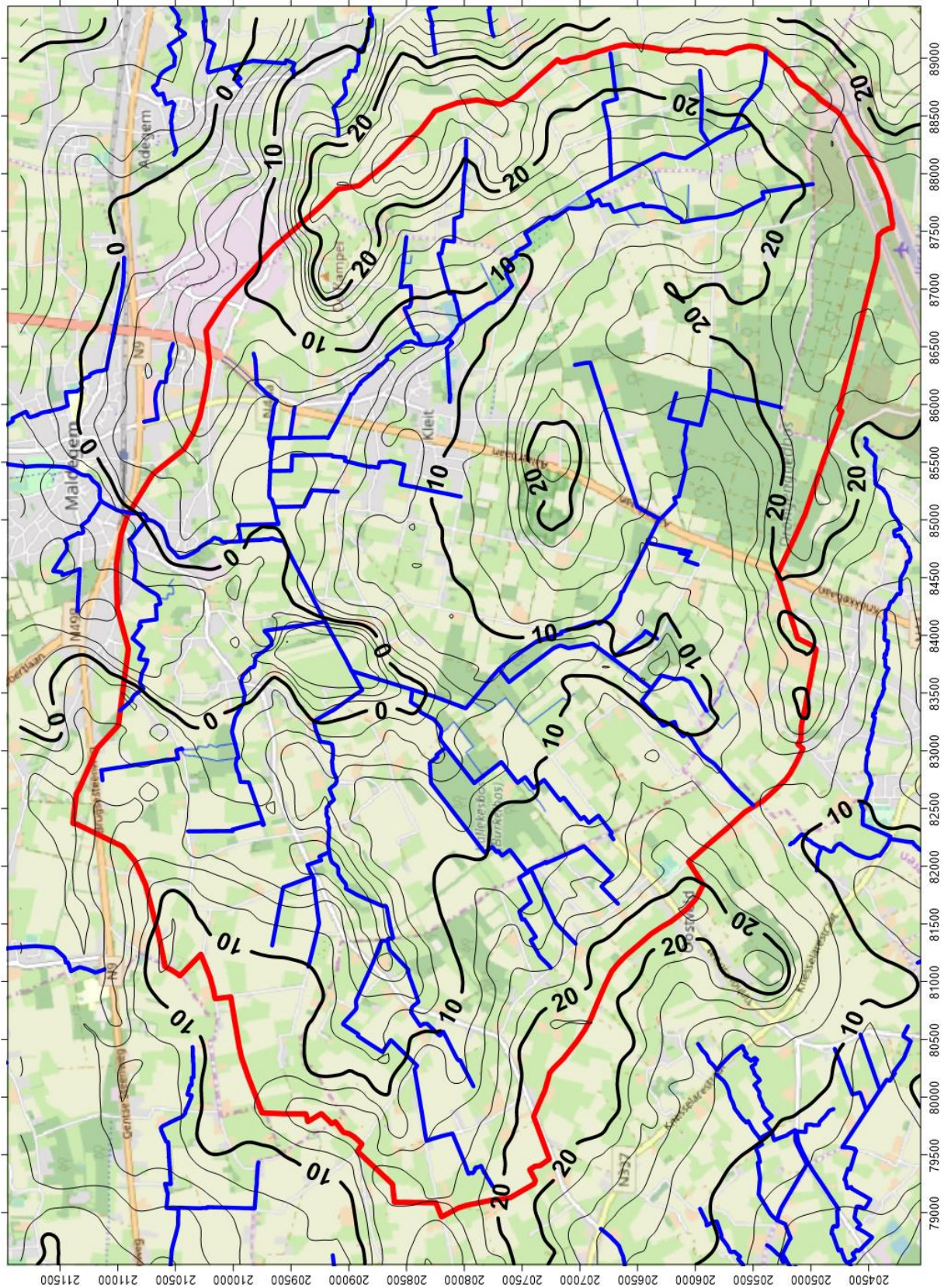


Fig 6.8 Evolutie van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764200

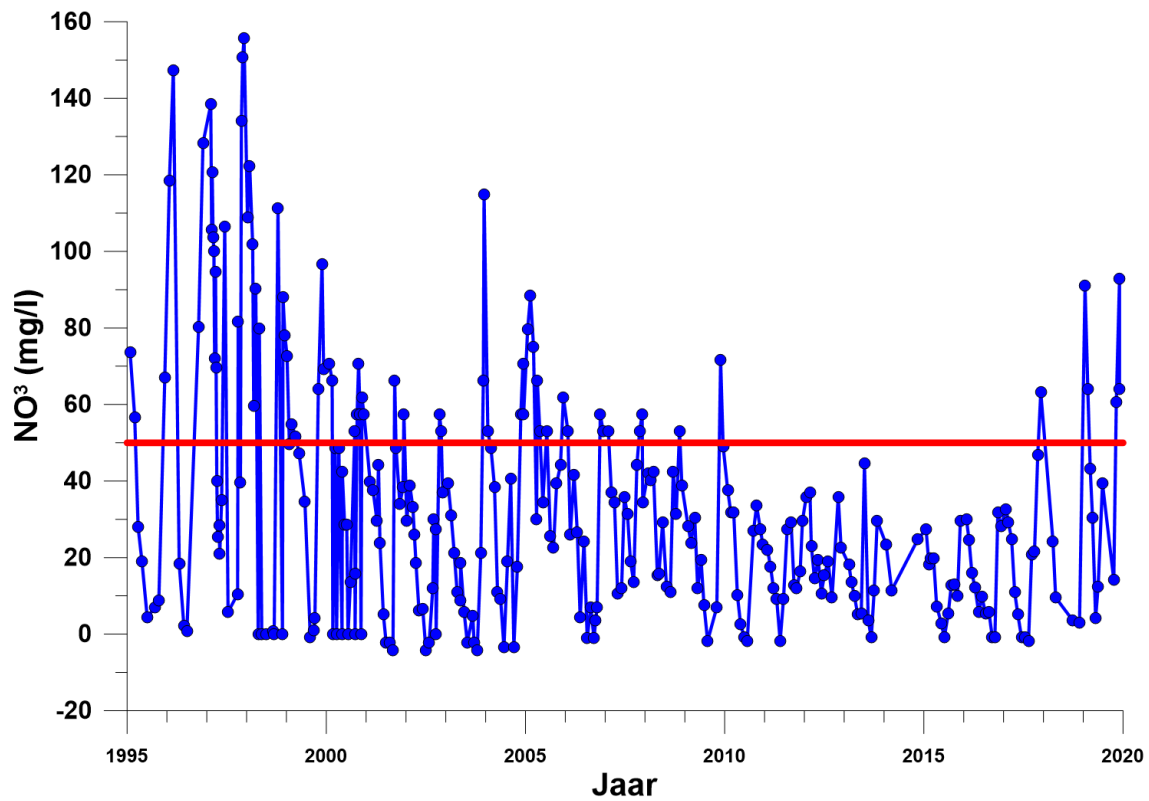


Fig 6.9 Seizoengrafiek van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764200

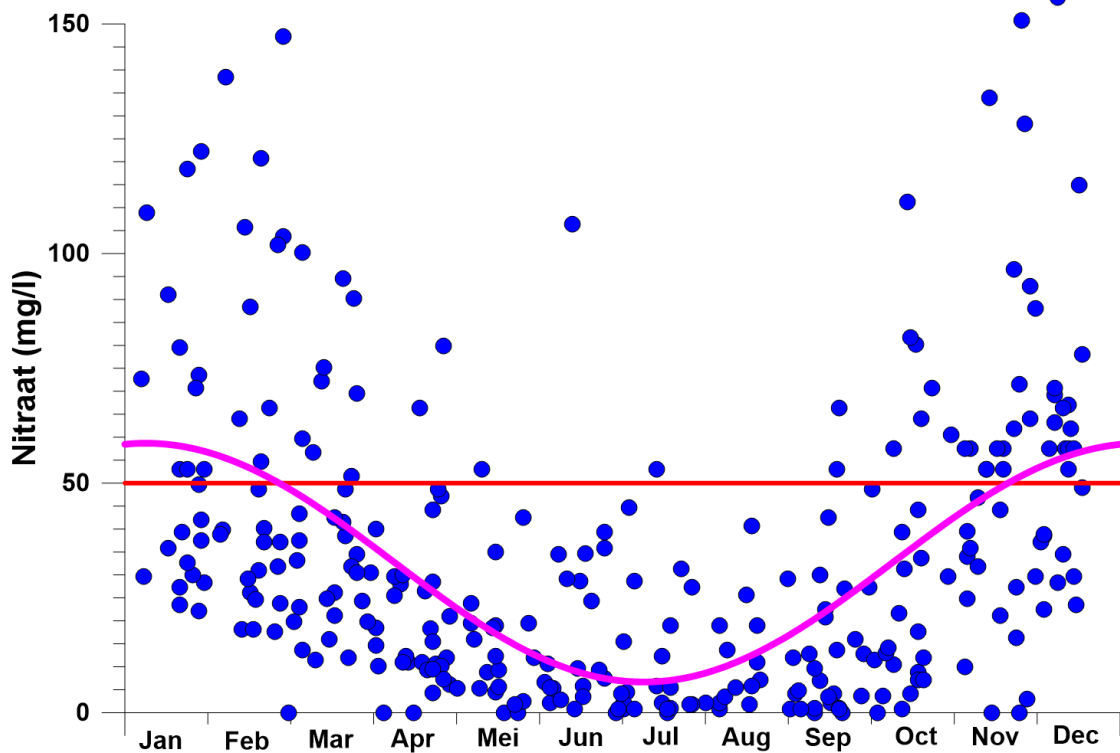


Fig 6.10 Maandgemiddelden van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764200

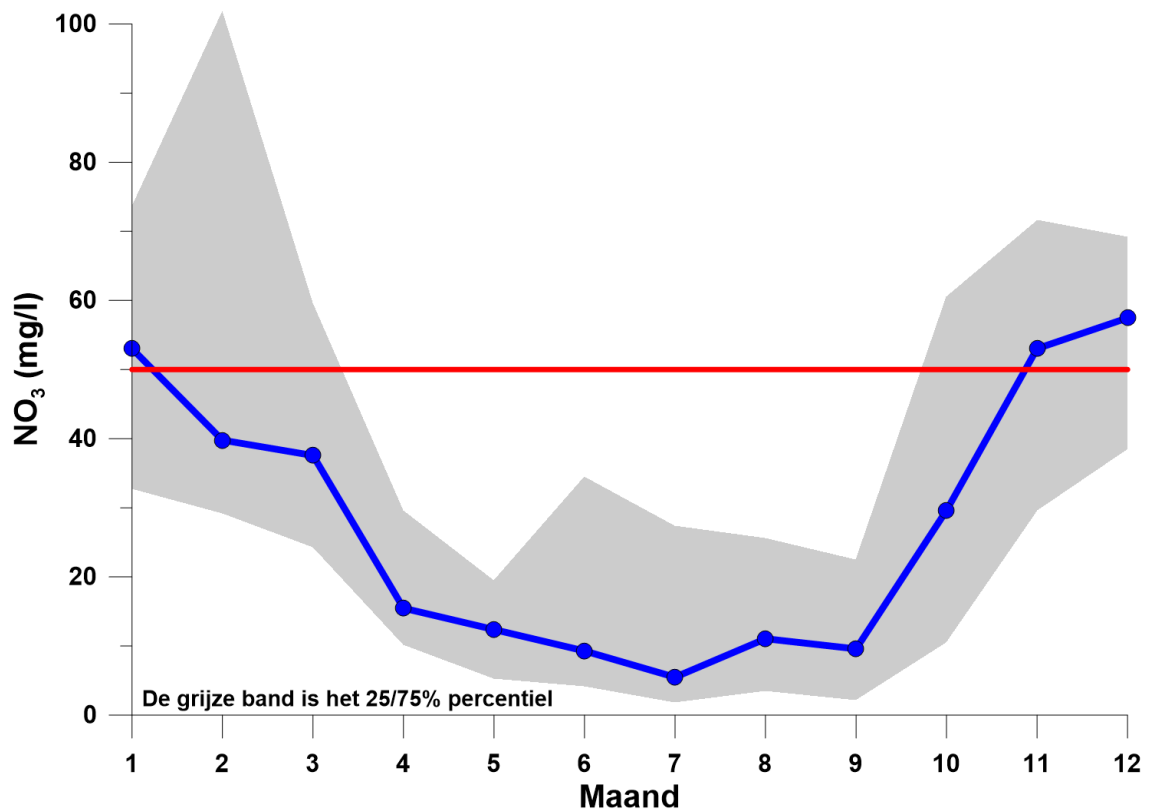


Fig 6.11 Evolutie van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764530

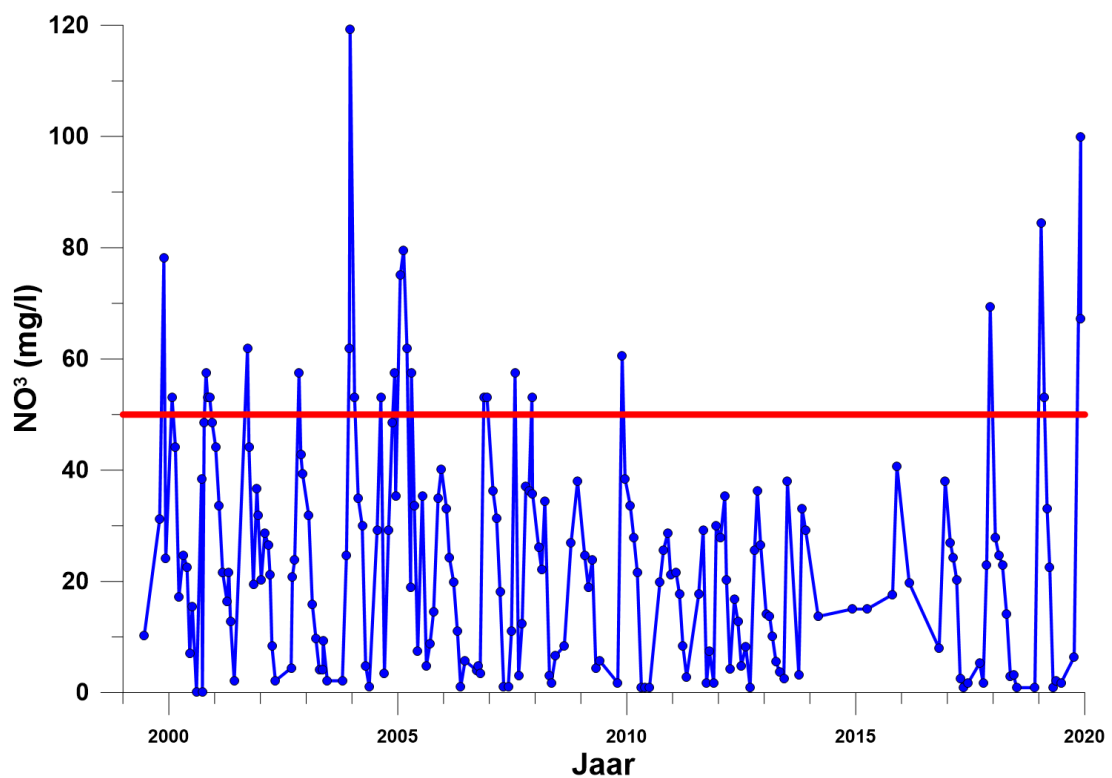




Fig 6.12 Seizoengrafiek van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764530

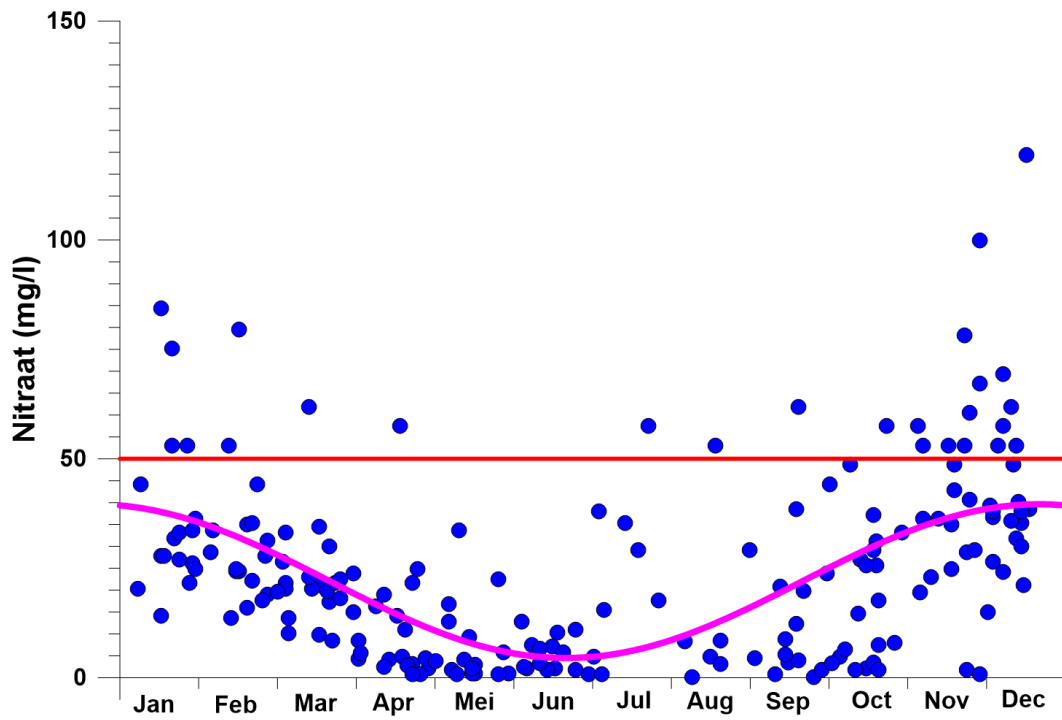


Fig 6.13 Maandgemiddelden van het nitraat in MAP meetpunt 764530

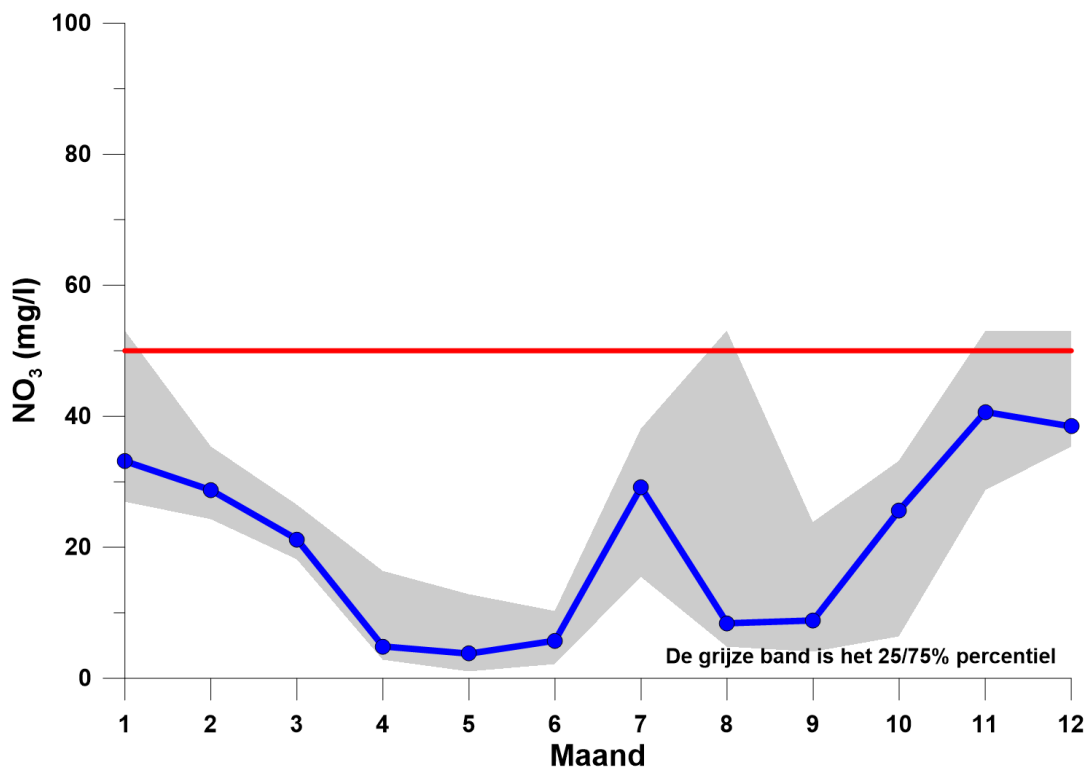


Fig 6.14 Evolutie van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764600

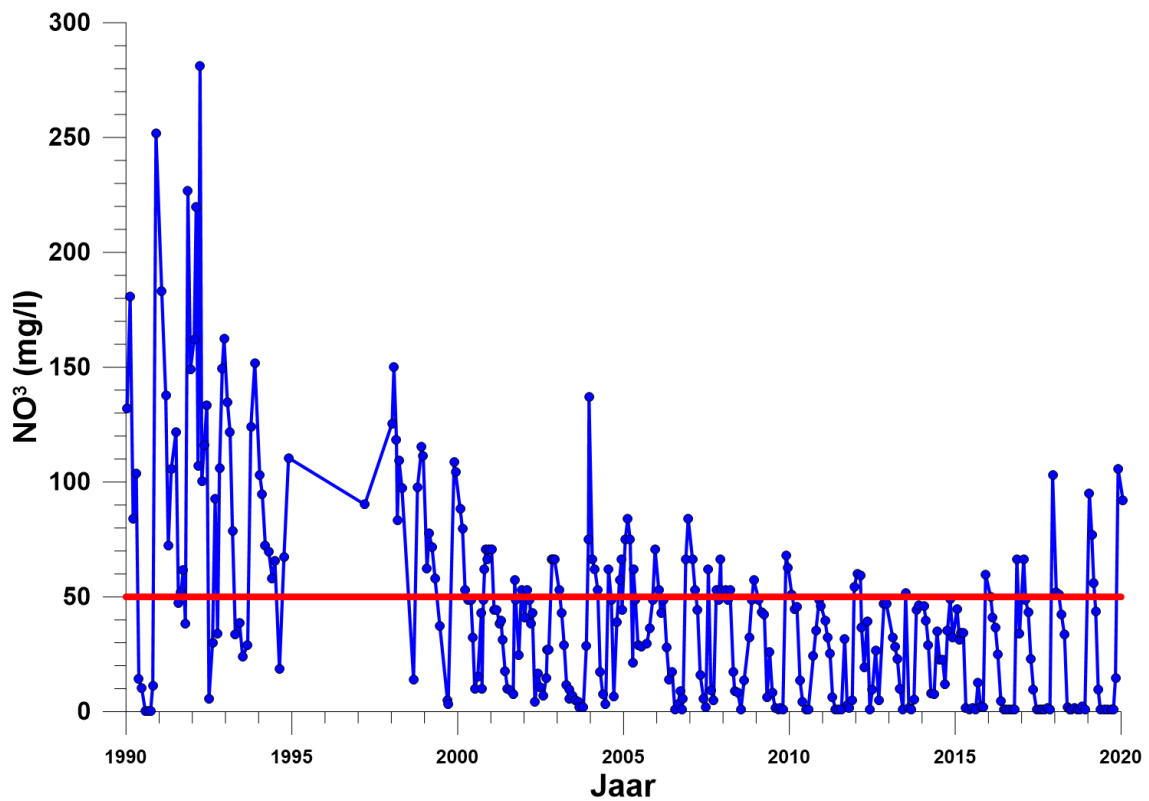


Fig 6.15 Seizoengrafiek van het nitraatconcentratiegehalte in MAP meetpunt 764600

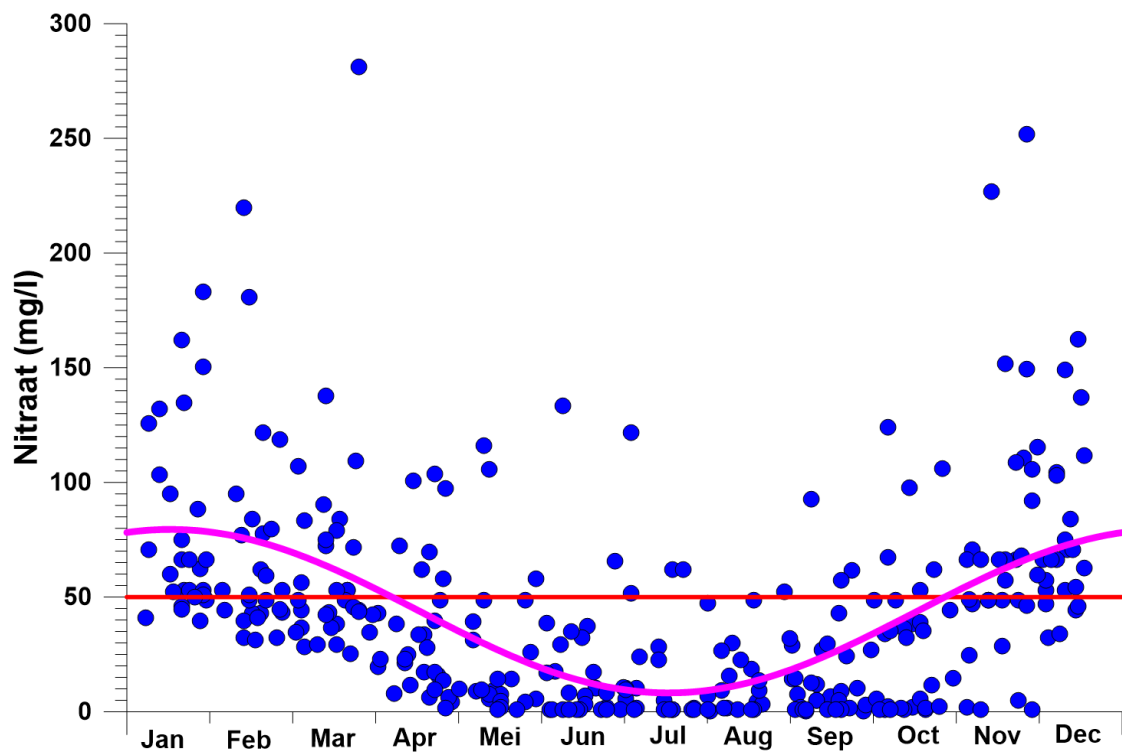


Fig 6.16 Maandgemiddelden van het nitraatconcentratie in MAP meetpunt 764600

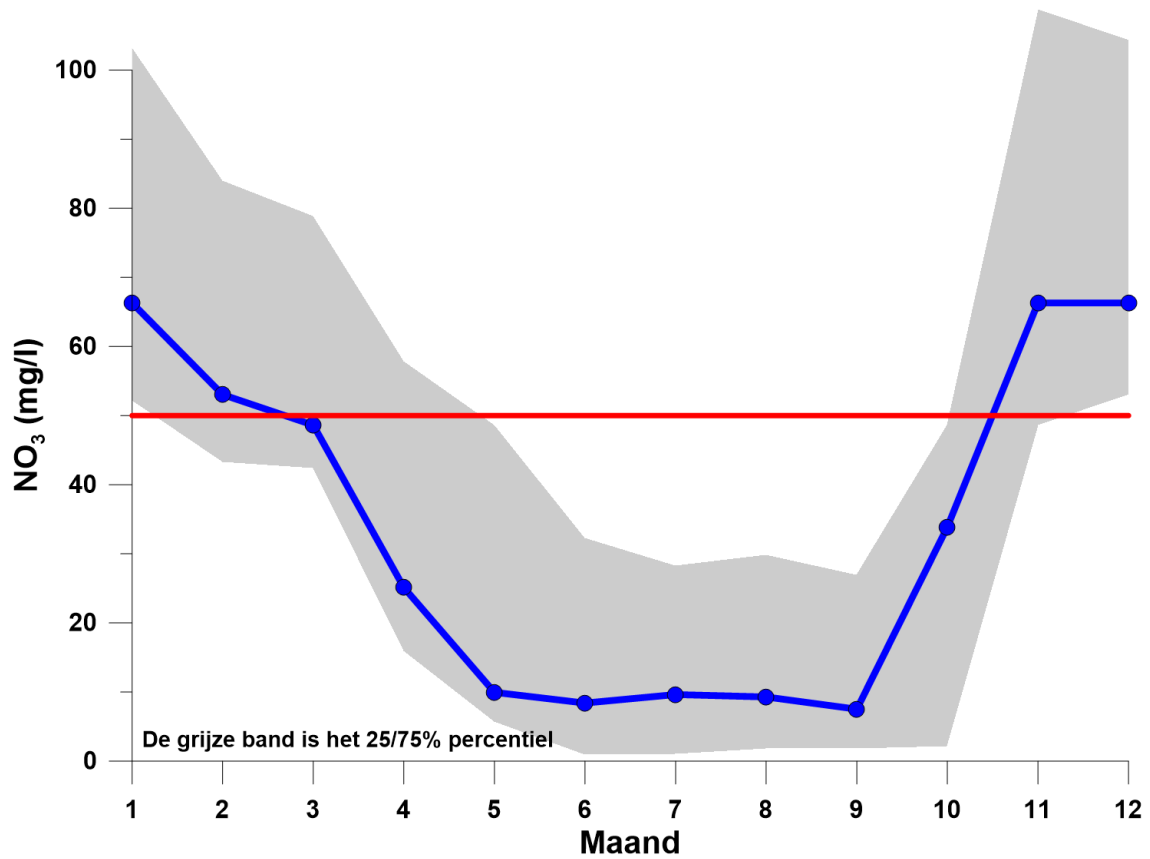
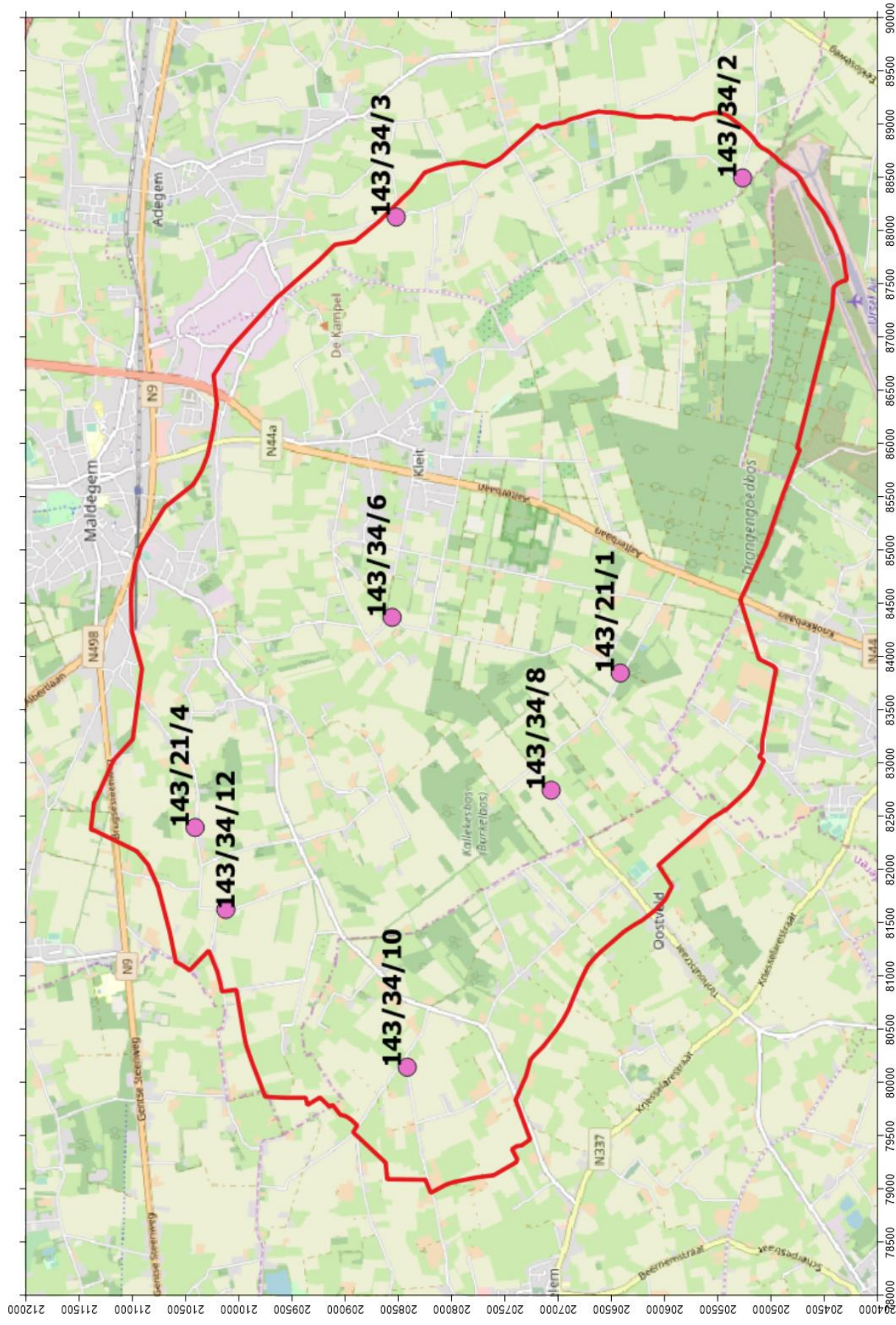


Fig 6.17 Ligging van peilbuizen van meetnet 8 van VMM



## **7 Verplichte optie : uit te voeren metingen voorbereiden (post 1.5)**

In het kader van de verplichte optie dient tweewekelijks het debietsmeetpunt bemonsterd te worden.

Maandelijks worden aan de oppervlaktewatermeetpunten en de lopende drains de nitraatgehalten opgemeten door het PCS en PCA. Op dat moment wordt ook een waterstaal genomen aan het debietsmeetpunt.

Twee weken later wordt door de Onderzoeksgroep Bodemvruchtbaarheid en nutriëntenbeheer een tussenliggende monsternamen verricht.

## BIJLAGE A : Informatiefolder voor landbouwers



## Onderzoeksproject gebiedsgerichte monitoring en regionale attenuatiefactor

### Gebiedsgerichte monitoring

De Vlaamse Overheid beschikt over het model NEMO om op Vlaams niveau de dynamiek van stikstof en fosfor te simuleren van op het perceel tot in grondwater en waterlopen. Om NEMO te kalibreren en te valideren zullen we in 2 stroomgebieden op 18 landbouwpercelen gegevens rond bodem, teelt, bemesting en drainage verzamelen startend in het najaar 2019 tot het voorjaar van 2021. Daarnaast volgen we de nitraat- en fosfaatconcentraties op in grond- en oppervlaktewater.

### Stroomgebieden



Maldegem



Huise

### Regionale attenuatiefactor

Op basis van de intensieve monitoring en bijkomende simulaties voor een aantal stroomgebieden gaan we na welk type gebieden gevoelig zijn voor nitraatverontreiniging vanuit de landbouw. Deze gevoeligheid wordt uitgedrukt door de attenuatiefactor, enerzijds voor grondwater (AF-GW) en anderzijds voor oppervlaktewater (AF-OW):

$$AF - GW = \frac{\text{nitraatconcentratie in uitspoelende water op 90 cm}}{\text{nitraatconcentratie in freatisch grondwater}}$$

$$AF - OW = \frac{\text{nitraatconcentratie in uitspoelende water op 90 cm}}{\text{nitraatconcentratie in oppervlaktewater}}$$

Hoe groter de attenuatiefactor, hoe lager de gevoeligheid voor nitraatverontreiniging. De attenuatiefactor wordt o.a. bepaald door de reisweg van het grondwater (in gereduceerde aquifers worden nitraten omgezet tot gasvormige verbindingen) en door het aandeel rechtstreekse instroom van nitraten uit drainagebuizen en via oppervlakkige afspoeling.

Het doel van dit project is een methodologie te ontwikkelen die de Vlaamse Overheid in staat stelt de regiospecifieke gevoeligheid voor nitraatverontreiniging te berekenen voor heel Vlaanderen, zodat per regio kan worden nagegaan welke maatregelen volstaan om te voldoen aan de waterkwaliteitsdoelstellingen.

### Contactpersonen

PCA (stroomgebied Huise): Ilse Eeckhout (09 381 86 92)  
 PCS (stroomgebied Maldegem): Marijke Dierickx (09 353 94 81)  
 Universiteit Gent: Jeroen De Waele (09 264 60 66)