



**Vlaanderen**  
is omgeving

# Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogte- model

 **Eindrapport**

DEPARTEMENT  
**OMGEVING**

[omgevingvlaanderen.be](http://omgevingvlaanderen.be)

## **Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogtemodel: eindrapport**

De beschikbaarheid van nieuwe inputdata en aanpassingen aan de modelcode maakten de herkalibratie van het WaTEM/SEDEM model noodzakelijk. De kalibratiedataset werd hierbij aangevuld met recente sedimentmetingen in de waterlopen. Het resultaat van deze studie zijn nieuwe transportcoëfficiënten voor het berekenen van erosie en sedimenttransport in Vlaanderen. De bijlagen bij voorliggend eindrapport zijn opgenomen in het gelijknamige addendum van deze studie.

---

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

---

## **COLOFON**

### **Verantwoordelijke uitgever**

Peter Cabus  
Departement Omgeving  
Vlaams Planbureau voor Omgeving  
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel  
vpo.omgeving@vlaanderen.be  
www.omgevingvlaanderen.be

### **Auteurs**

Petra Deproost - Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving  
Daan Renders en Johan Van de Wauw – Fluves  
Nele Van Ransbeeck - VMM, Afdeling Operationeel Waterbeheer  
Gert Verstraeten - KU Leuven, Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, Afdeling Geografie en Toerisme

### **Wijze van citeren**

Deproost, P., Renders, D., Van de Wauw, J., Van Ransbeeck, N. & Verstraeten, G. (2018). Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogtemodel: eindrapport. Departement Omgeving, Brussel, 48 pp.

## **PARTNERS**

FLUVES

VLAAMSE  
MILIEUMAATSCHAPPIJ

KU LEUVEN

## MANAGEMENTSAMENVATTING

Het WaTEM/SEDEM model, ontwikkeld door de KULeuven, wordt door de Vlaamse overheid gebruikt voor de berekening van bodemerosie en sedimenttransport in Vlaanderen. Dankzij dit model kan de mate van bodemerosie bepaald worden alsook het traject van modderstromen en de sedimentaanvoer naar de waterlopen.

Bodemerosie vormt een belangrijke bedreiging van de bodemkwaliteit doordat vruchtbare bodem verloren gaat. Landbouwkundig kan erosie leiden tot gewasschade en verliezen van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Modderstromen zorgen voor overlast en schade aan huizen en infrastructuur. Indien geen sedimentatie op het land optreedt, komt het sediment finaal terecht in de riolering en waterlopen. In erosiegevoelig gebied zorgt de overmatige inspoeling van sediment voor een bedreiging van de waterkwaliteit, een verhoogd risico voor overstromingen en schade aan de riool- en waterzuiveringsinfrastructuur.

Dankzij erosiebestrijdingsmaatregelen kunnen bodemerosie en sedimenttransport gereduceerd worden. Het modelleren van deze processen is cruciaal om een goed inzicht te krijgen in de problematiek en gebiedsgericht de meest effectieve erosiebestrijdingsmaatregelen te stimuleren. Bovendien kunnen huidige en toekomstige acties, landgebruik en beleidskeuzes geëvalueerd worden via scenarioanalyses.

Bij het optimaliseren en operationaliseren van het WaTEM/SEDEM model is gebleken dat het model opnieuw diende gekalibreerd te worden. Deze herkalibratie werd uitgevoerd op initiatief van het departement Omgeving in samenwerking met Fluves, de KULeuven en de Vlaamse Milieumaatschappij.

## INHOUD

|       |                                                      |    |
|-------|------------------------------------------------------|----|
| 1     | Inleiding.....                                       | 6  |
| 2     | Historiek .....                                      | 7  |
| 2.1   | WaTEM/SEDEM                                          | 7  |
| 2.1.1 | Gemiddeld jaarlijks bodemverlies (RUSLE)             | 7  |
| 2.1.2 | Sedimenttransport (TC)                               | 8  |
| 2.2   | CN-WS model                                          | 10 |
| 3     | Herkalibratie.....                                   | 11 |
| 3.1   | Noodzaak tot herkalibratie                           | 11 |
| 3.2   | Herkalibratiemethodiek                               | 13 |
| 4     | Inputdata.....                                       | 16 |
| 4.1   | Digitaal hoogtemodel                                 | 16 |
| 4.2   | Landgebruik                                          | 16 |
| 4.2.1 | Waterlopen                                           | 17 |
| 4.2.2 | Infrastructuur                                       | 17 |
| 4.2.3 | Grasbufferstroken                                    | 18 |
| 4.2.4 | Landbouwpercelen                                     | 19 |
| 4.2.5 | Overig landgebruik                                   | 20 |
| 4.3   | Bufferbekkens                                        | 22 |
| 4.4   | Gewas- en bedrijfsvoeringsfactor C                   | 23 |
| 4.5   | Neerslagerosiviteitsfactor R                         | 24 |
| 4.6   | Bodemosiegevoeligheidsfactor K                       | 26 |
| 5     | Algoritmes en parameterkeuzes .....                  | 28 |
| 5.1   | Preprocessing DHMV-II                                | 28 |
| 5.2   | Afstromingsalgoritme                                 | 28 |
| 5.2.1 | <i>Flux decomposition</i> algoritme                  | 28 |
| 5.2.2 | Routing in de waterlopen                             | 29 |
| 5.3   | Topografische factor LS                              | 29 |
| 5.3.1 | L-factor                                             | 29 |
| 5.3.2 | S-factor                                             | 31 |
| 5.4   | Transportcapaciteit                                  | 31 |
| 6     | Kalibratiedata .....                                 | 32 |
| 7     | Kalibratie bij een modelresolutie van 20 meter ..... | 37 |
| 7.1   | Modelefficiënties voor transportcoëfficiënten        | 37 |
| 7.2   | Selectie van transportcoëfficiënten                  | 38 |
| 8     | Kalibratie bij een modelresolutie van 5 meter .....  | 41 |
| 8.1   | MODELEFFICIËNTIES VOOR TRANSPORTCOËFFICIËNTEN        | 41 |
| 8.2   | SELECTIE VAN TRANSPORTCOËFFICIËNTEN                  | 42 |
| 9     | Besluit.....                                         | 45 |
| 10    | Referenties .....                                    | 46 |

## AFKORTINGEN

|             |                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------|
| AIV         | Agentschap Informatie Vlaanderen                        |
| BBK         | Bodembedekkingskaart                                    |
| CN-WS       | Curve Number – WaTEM/SEDEM                              |
| COSW        | Carte d’Occupation du Sol de Wallonie                   |
| DHMV        | Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen                         |
| DSM         | Digitaal Oppervlaktemodel                               |
| DTM         | Digitaal Terreinmodel                                   |
| GRB         | Grootschalig Referentiebestand                          |
| KMI         | Koninklijk Meteorologisch Instituut                     |
| LNE         | Leefmilieu, Natuur en Energie                           |
| ME          | Modefficiëntie                                          |
| NGI         | Nationaal Geografisch Instituut                         |
| PTEF        | Parcel Trapping Efficiency                              |
| RRMSE       | Relative Root Mean Square Error                         |
| RUSLE       | Revised Universal Soil Loss Equation                    |
| SE          | Sedimentexport                                          |
| SVE         | Sedimentvangefficiëntie                                 |
| TC          | Transportcapaciteit                                     |
| VHA         | Vlaamse Hydrografische Atlas                            |
| VLM         | Vlaamse Landmaatschappij                                |
| VMM         | Vlaamse Milieumaatschappij                              |
| WaTEM/SEDEM | Water and Tillage Erosion Model/Sediment Delivery Model |

# 1 INLEIDING

Om bodemerosie en sedimenttransport naar waterlopen te berekenen, maakt de Vlaamse overheid gebruik van een aangepaste versie van WaTEM/SEDEM (Water and Tillage Erosion Model/Sediment Delivery Model). Dit model werd ontwikkeld en verder op punt gesteld door de KU Leuven, afdeling Geografie en Toerisme van het departement Aard- en Omgevingswetenschappen (voorheen het Labo voor Experimentele Geomorfologie, Afdeling Fysische en Regionale Geografie, Departement Geografie-Geologie).

De laatste versie van WaTEM/SEDEM werd in 2016 ingebouwd in het CN-WS model (Curve Number - WaTEM/SEDEM model), dat ontwikkeld werd in het kader van het project 'Modellering van de sedimentaanvoer naar de waterlopen, het effect van erosiebestrijdingsmaatregelen en het transport van sediment in de onbevaarbare waterlopen' in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) (nu: Departement Omgeving).

De kalibratie van WaTEM/SEDEM werd in 2004 uitgevoerd op basis van het zogenaamde "NGI-DHM" (Digitaal HoogteModel van het Nationaal Geografisch Instituut) niveau 2 met een resolutie van 20m. Puntgegevens afgeleid uit gescande hoogtelijnkaarten op 1:50.000, werden geïnterpoleerd tot een hoogtemodel met een resolutie van 20m. De kwaliteit en nauwkeurigheid van dit model varieerden sterk van plaats tot plaats, maar kwamen overeen met een schaalniveau van 1:10.000. Op heden stelt het Agentschap Informatie Vlaanderen (AIV) een nauwkeuriger DHMV-II (Digitaal HoogteModel Vlaanderen) ter beschikking met een meer gedetailleerde weergave van de topografie. Dit DHMV-II is beschikbaar in diverse resoluties, waaronder 20m en 5m. Hoe gedetailleerder het gebruikte hoogtemodel, hoe beter het reliëf wordt weergegeven en hoe nauwkeuriger de afstroomroutes berekend kunnen worden. Ook zal bij een hogere resolutie de impact van landschapselementen en erosiebestrijdingsmaatregelen correcter in rekening gebracht kunnen worden. Naast het digitaal hoogtemodel (DHM) werden ook de overige inputbestanden geactualiseerd en werden bijkomend verbeteringen aangebracht aan de modelcode.

Gezien de grote impact van de keuze van het DHM op de modelresultaten noodzaakt het gebruik van DHMV-II als hoogtemodel een herkalibratie van WaTEM/SEDEM ten opzichte van de beschikbare sedimentmetingen. Ook de toename aan beschikbare sedimentmetingen biedt nieuwe opportuniteiten voor een optimalisatie van de kalibratieparameters van WaTEM/SEDEM. Deze herkalibratie werd zowel voor een resolutie van 20m als voor een resolutie van 5m uitgevoerd.

## 2 HISTORIEK

### 2.1 WaTEM/SEDEM

WaTEM/SEDEM is een ruimtelijk verdeeld model dat op jaarlijkse basis de hoeveelheid bodemerosie en sedimenttransport vanaf hellingen naar waterlopen simuleert. Het werd ontwikkeld vanaf 2000 door onderzoekers van de Afdeling Fysische en Regionale Geografie van de KU Leuven (nu: Afdeling Geografie en Toerisme) en is een samenvoeging van WaTEM (Van Oost et al., 2000) dat vooral gericht is op ruimtelijke voorspellingen van bodemerosie door water en bewerking, en SEDEM (Van Rompaey et al., 2001) dat specifiek gericht is op het simuleren van sedimenttransport naar de waterlopen.

WaTEM/SEDEM werd op geregelde tijdstippen geüpdatet en in binnen- en buitenland gebruikt voor verschillende toepassingen, o.a. voor het voorspellen van de impact van bodemconserveringsmaatregelen op erosie en sedimenttransport (Verstraeten et al., 2001, 2002 en 2006b), het begroten van de sedimentopslag in kleine wateropvangbekkens (Verstraeten & Prosser, 2008), het simuleren van de impact van landgebruiksveranderingen op de sedimentdoorvoer (Van Rompaey et al., 2002 en 2007), het voorspellen van sedimentgefixeerde metaalfluxen (Notebaert et al., 2006) tot het reconstrueren van historische sedimentfluxen (Notebaert et al., 2011). Het model wordt niet enkel door onderzoekers van de KU Leuven gebruikt, maar ook door verschillende internationale experts (bv. Boix-Fayos et al., 2008, Alatorre et al. 2010, Shi et al. 2012, Lieskovský & Kenderessy, 2014). Een beschrijving van de verschillende modelversies die tot en met 2006 werden ontwikkeld, is te vinden in Notebaert et al. (2006).

#### 2.1.1 Gemiddeld jaarlijks bodemverlies (RUSLE)

Het model berekent in eerste instantie de gemiddelde jaarlijkse bodemerosie op basis van een gewijzigde universele bodemverliesvergelijking of RUSLE (Renard et al., 1997):

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

waarbij

A = gemiddeld jaarlijks bodemverlies door watererosie ( $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ )

R = gemiddelde jaarlijkse neerslagerosiviteit ( $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ )

K = bodemerodibiliteitsfactor ( $\text{ton} \cdot \text{ha} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ )

LS = topografische factor, afhankelijk van de hellingslengte en hellingsgraad (dimensieloos)

C = gewas- en bedrijfsvoeringsfactor (dimensieloos)

P = erosiebeheersingsfactor (dimensieloos)

Het model werkt met rasterdata. Per rasterpixel wordt het gemiddeld jaarlijks bodemverlies door watererosie berekend op basis van de factoren van de RUSLE-vergelijking. De berekeningswijze van de verschillende modelvariabelen komt aan bod in hoofdstuk 5.

In tegenstelling tot de originele RUSLE-vergelijking gebeurt de berekening van de LS-factor door middel van een afstromingsalgoritme waarbij rekening wordt gehouden met 2D-patronen van afstroming (Desmet en Govers, 1996b). Op plaatsen waar meer water samenvloeit, zoals depressies en valleien, zal de bodemerosie potentieel hoger liggen. Dankzij het 2D-algoritme is het model in staat om ook geconcentreerde erosievormen, zoals geulerosie en in sterke mate ook ravijnerosie, te voorspellen.

Deze RUSLE-benaderingswijze wordt ook gebruikt voor de berekening van de potentiële erosiekaart van Vlaanderen. De eerste regionale bodemerosiekaart werd aangemaakt door Van Rompaey et al. (2000). In 2006 werd de methodiek verder verfijnd door Notebaert et al. (2006). Vanaf deze nieuwe versie werd de erosiekaart door de Vlaamse overheid aangewend als een beleidskaart. Deze kaart wordt jaarlijks herrekend op basis van de meest recente landbouwgebruikspcelenkaart. Dankzij de intensieve toetsing van de modelresultaten op het terrein, uitgevoerd door het Departement Omgeving bij de behandeling van de bezwaren van landbouwers tegen de berekende erosiegevoeligheid, werd de methodiek verder verbeterd op het vlak van de gebruikte inputdata en de toegepaste algoritmes.

### 2.1.2 Sedimenttransport (TC)

Het sedimenttransport doorheen het landschap wordt berekend op basis van het gemiddeld jaarlijks bodemverlies per pixel en de transportcapaciteit per pixel. De transportcapaciteit (TC) is de gemiddelde hoeveelheid sediment die voorbij de betreffende locatie in het landschap op jaarlijkse basis kan getransporteerd worden in stroomafwaartse richting:

$$TC = kTC \cdot E_{PR} = kTC \cdot R \cdot K \cdot (LS - 4,12 \cdot S^{0,8}) \quad (2)$$

waarbij

TC = transportcapaciteit ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ )

kTC = transportcapaciteitscoëfficiënt (m)

$E_{PR}$  = potentiële erosie door geconcentreerde afvoer in geulen (rill erosion) ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jaar}^{-1}$ )

R = gemiddelde jaarlijkse neerslagerosiviteit ( $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ )

K = bodemerodibiliteitsfactor ( $\text{ton} \cdot \text{ha} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ )

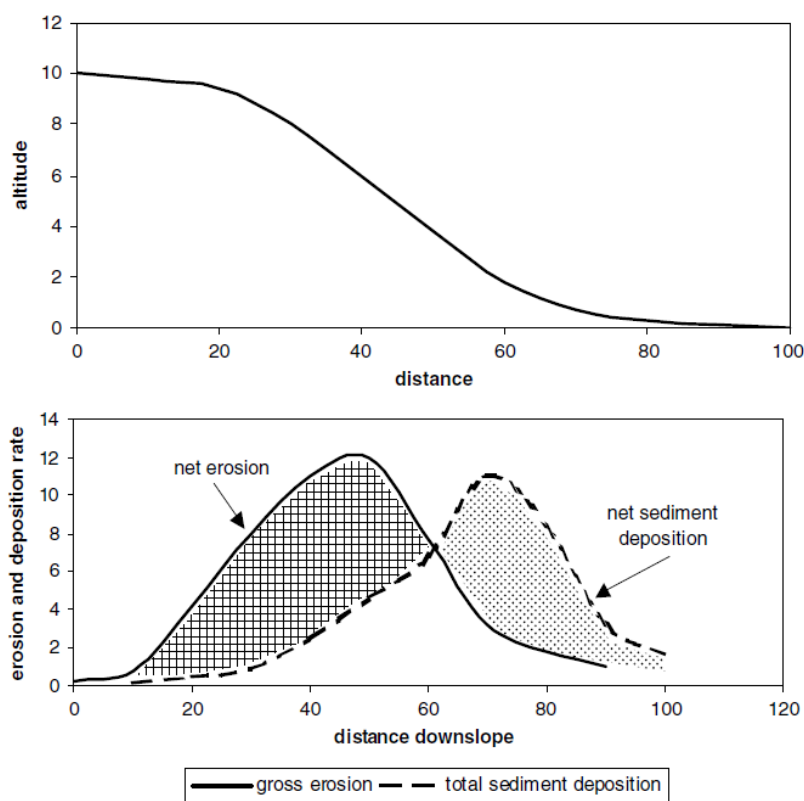
LS = topografische factor, afhankelijk van de hellingslengte en hellingsgraad (dimensieloos)

S = lokale helling ( $\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$ )

Voor elke pixel wordt de transportcapaciteit (TC) vergeleken met de hoeveel sediment die van stroomopwaarts wordt aangevoerd, vermeerderd met de hoeveelheid sediment die lokaal door bodemerosie wordt geproduceerd. Indien de transportcapaciteit hoger is dan deze waarde, zal al het beschikbare sediment verder stroomafwaarts worden getransporteerd. Is de transportcapaciteit overschreden, dan zal enkel de hoeveelheid sediment gelijk aan de transportcapaciteit verder afgevoerd worden en wordt de rest ter plaatse afgezet. Dit proces wordt herhaald tot het sediment de waterloop bereikt. Het model doet geen voorspelling over het sedimenttransport in een waterloop.

De transportcapaciteitscoëfficiënt  $k_{TC}$  is functie van verschillende factoren waaronder het bodemgebruik. Waarden voor  $k_{TC}$  kunnen enkel bekomen worden via modelkalibratie waarbij de voorspelde en gemeten sedimentflux wordt vergeleken. Een initiële kalibratie van SEDEM voor Vlaanderen werd in 2001 uitgevoerd op basis van gemeten sedimentatiesnelheden in verschillende wachtbekkens (Van Rompaey et al. 2001). Voor akkerland werd een  $k_{TC}$ -waarde van 75 gevonden; voor niet-akkerland een  $k_{TC}$ -waarde van 42. De optimale  $k_{TC}$ -waarden wijzigden nadien omwille van het gebruik van andere invoergegevens en/of door modeloptimalisaties.

Omdat WaTEM/SEDEM expliciet rekening houdt met sedimenttransport en sedimentafzetting, laat het ook toe om het netto-effect van bodemerosie te berekenen (Verstraeten et al., 2007). Deze netto bodemerosie is verschillend van de potentiële bodemerosie, zoals berekend voor de erosiekaart van Vlaanderen, gezien deze enkel gebaseerd is op de RUSLE-vergelijking. Figuur 1 illustreert dit verschil voor een hypothetische helling.



| Erosion and sediment deposition masses on a hypothetical slope |        |                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Gross erosion                                                  | 49.9 t | solid curve on graph above                                                        |
| Total sediment deposition                                      | 39.6 t | dashed curve on graph above                                                       |
| Net erosion                                                    | 20.8 t | cross-hatched area on graph above                                                 |
| Net sediment deposition                                        | 10.5 t | dotted area on graph above                                                        |
| Sediment export                                                | 10.3 t | gross erosion minus total sedimentation or<br>net erosion minus net sedimentation |

Figuur 1: Verschil tussen bruto erosie (berekend met RUSLE) en netto erosie (berekend met WaTEM/SEDEM) (naar Verstraeten et al. 2007)

Naarmate de hellingsgraad en hellingslengte toenemen, stijgt de bruto erosie (RUSLE) omdat de LS-waarde stijgt (*gross erosion*). Onderaan de helling daarentegen is de helling zodanig fel afgezwakt dat ook de bruto erosie daalt. De gestreepte curve geeft de sedimentatie weer wanneer de transportcapaciteit (TC) wordt overschreden (*total sediment deposition*): dit zal vooral onderaan de helling gebeuren waar de transportcapaciteit lager zal liggen en er veel sediment van stroomopwaarts aankomt. Tijdens een zware regenbui zullen erosie en sedimentatie tegelijk optreden en zal sedimentatie de netto bodemerosie doen dalen. De netto bodemerosie wordt hier weergegeven door de dubbel gearceerde oppervlakte, waar de bruto erosie groter is dan de sedimentatie (*net erosion*). De netto sedimentatie wordt weergegeven door de grijs gepunte zone, waar de sedimentatie groter is dan de bruto erosie (*net sedimentation*). Voor de volledige helling is de erosiewaarde volgens de RUSLE-vergelijking gelijk aan bijna 50 ton, terwijl de netto erosie slechts 20.8 ton bedraagt. De sedimentexport kan zowel berekend worden op basis van het verschil tussen bruto erosie en totale sedimentatie als op basis van het verschil tussen netto erosie en netto sedimentatie. De sedimentexport is volgens beide berekeningswijzen 10,3 ton.

## 2.2 CN-WS MODEL

In opdracht van de VMM en het Departement LNE werd in 2016 door de KU Leuven (in consortium met Antea Belgium) het CN-WS model ontwikkeld met als doel de sedimentaanvoer naar de waterlopen en het effect van erosiebestrijdingsmaatregelen zowel ruimtelijk als temporeel te modelleren op basis van neerslagreeksen. Dit model combineert WaTEM/SEDEM met een CN-module voor de berekening van de afstroming van water. De versie van WaTEM/SEDEM die in het kader van dat project werd opgeleverd, werd als basis gebruikt voor de huidige herkalibratie.

## 3 HERKALIBRATIE

### 3.1 NOODZAAK TOT HERKALIBRATIE

De transportcapaciteitscoëfficiënt  $k_{TC}$  in formule (2) is de enige parameter in WaTEM/SEDEM die gekalibreerd moet worden op basis van de geobserveerde sedimentfluxen. Een nieuwe kalibratie is vereist indien 1) belangrijke invoergegevens wijzigen, 2) de modelcode verandert en/of 3) meer geobserveerde data beschikbaar komen. WaTEM/SEDEM werd in het verleden regelmatig bijgestuurd. Daarbij werden zowel fouten in de modelcode verwijderd en/of afstromingsalgoritmes licht aangepast. Daarnaast werd het model ook onder verschillende resoluties gebruikt, hetgeen eveneens geleid heeft tot andere  $k_{TC}$ -waarden. Enerzijds zijn de berekende LS-waarden in de formules (1) en (2) sterk afhankelijk van de resolutie (steile hellingen worden vaak afgevlakt als de ruimtelijke resolutie afneemt (grotere pixels), terwijl zwakke hellingen in dat geval vaak steiler worden (zie bv. Verstraeten, 2006)). Anderzijds neemt het detail aan informatie m.b.t. landgebruik en bodemeigenschappen, die respectievelijk de C- en K-factor bepalen, af wanneer de resolutie daalt. Tabel 1 toont een reeks gekalibreerde  $k_{TC}$ -waarden voor verschillende modelversies waarbij telkens gebruik werd gemaakt van geobserveerde sedimentafvoerwaarden uit Vlaanderen. Hieruit valt meteen op dat de resolutie of het gebruik van een aangepast LS-algoritme grote gevolgen heeft voor de  $k_{TC}$ -waarde.

Tabel 1: Selectie van een aantal kalibratiewaarden voor  $k_{TC}$  voor Vlaanderen i.f.v. veranderingen in modelcode en invoerparameters

| $k_{TC}$ high | $k_{TC}$ low | Afstromings-algoritme | LS-algoritme              | Resolutie (m) | Andere wijzigingen         | Jaar | Referentie                 |
|---------------|--------------|-----------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|------|----------------------------|
| 75            | 42           | Single-flow           | Desmet & Govers           | 20            |                            | 2000 | Van Rompaey et al. (2001)  |
| 200           | 100          | Multiple-flow         | Desmet & Govers           | 20            |                            | 2001 | Verstraeten et al. (2001)  |
| 250           | 75           | Multiple-flow         | Desmet & Govers           | 20            | Verbetering code; R-factor | 2004 | Verstraeten et al. (2006b) |
| 27            | 8            | Multiple-flow         | Desmet & Govers           | 100           |                            | 2006 | Verstraeten et al. (2006b) |
| 21            | 7            | Multiple-flow         | Desmet & Govers, Van Oost | 20            |                            | 2016 | De Brue (2016)             |
| 5,4           | 1,8          | Multiple-flow         | Desmet & Govers, Van Oost | 100           |                            | 2016 | De Brue (2016)             |

Tabel 2 toont hoe het gebruik van een vaste set kalibratiewaarden resulteert in sterk verschillende modelvoorspellingen indien de invoergegevens, zoals bodemgebruik of bodemkaart, veranderen. Deze simulaties werden voor het Dijlebekken uitgevoerd op twee resoluties (20 en 100m), met twee verschillende digitale hoogtemodellen (REF en SRTM) als topografische invoer voor de berekening van de LS-factor, en met gedetailleerde info over bodemgebruik en bodemtype, zoals beschikbaar voor Vlaanderen via het AGIV (nu: AIV), tegenover ruwe data beschikbaar gesteld door het Europese milieuagentschap (EEA). De totale sedimentaanvoer naar de Dijle en haar zijrivieren varieert tussen 102.000 en 359.000 ton per jaar zonder dat

het model zelf wijzigt. Wanneer het model specifiek gekalibreerd is voor een gegeven resolutie en invoerdata, valt op te merken dat de resultaten veel dichter bij elkaar liggen voor verschillende resoluties (102.000 bij 20m en 114.000 bij 100m).

Tabel 2: Sedimentafvoer (ton/jaar) naar waterlopen in het Vlaamse deel van het Dijlebekken in functie van verschillende modelparameterwaarden ( $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$ ) en invoerdata (naar Verstraeten, 2006)

| DEM-source                                                   | REF            |            | SRTM       |                |
|--------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------|----------------|
| k <sub>TC</sub> -values (kg m <sup>-1</sup> )                | 75 and 250     | 75 and 250 | 75 and 250 | 8 and 27       |
| DEM resolution (m)                                           | 20             | 100        | 100        | 100            |
| Accurate land use and soil maps (original resolution = 20 m) | <i>102.514</i> | 261.678    | 359.535    | 150.347        |
| Coarse-scale land use map (100 m; CLC) and soil map (1 km)   | 122.000        | 267.367    | 342.717    | <i>113.917</i> |

Values in italic refer to calibrated values for the REF-DEM and the SRTM-DEM.

Bij alle vorige kalibraties en toepassingen van WaTEM/SEDEM in Vlaanderen en dit op een resolutie van 20m werd telkens gebruik gemaakt van een digitaal hoogtemodel dat afkomstig was van het NGI, niveau 2. Het originele model bestaat uit hoogtepunten om de 1" in breedtegraad en om de 2" in lengtegraad. De hoogtewaarden werden afgeleid uit gescande hoogtelijnenkaarten op 1:50.000 (equidistantie van 10m in zuidelijk Vlaanderen). Het originele bestand werd via lineaire interpolatie en 'low-pass' filtering omgezet in een rastermodel met een resolutie van 20m × 20m dat het oppervlak weergeeft als een continu variërend oppervlak. De nauwkeurigheid op de hoogte van dit terreinmodel varieert naargelang de topografie van 0,5 meter in noordelijk Vlaanderen tot 3,5 meter in zuidelijk Vlaanderen (Van Rompaey et al. 2001).

Momenteel zijn er echter meer precieze en meer nauwkeurige hoogtemodellen voorhanden, zowel op het vlak van resoluties als van nauwkeurigheid van de hoogtemetingen. Het AIV stelt twee versies van het DHMV ter beschikking. Tussen 2000 en 2004 werden via laserscanning (1 punt per 4m<sup>2</sup>) en fotogrammetrie (1 punt per 100m<sup>2</sup>) gedetailleerde hoogtegegevens voor volledig Vlaanderen ingewonnen. Op basis hiervan werd het DHMV-I gerealiseerd. In 2012 werd beslist dit DHMV-I te actualiseren. Het DHMV-II werd tussen 2013 en 2015 opgebouwd op basis van LiDAR-opnamen met een sterk verhoogde detailgraad (16 punten per m<sup>2</sup>) in combinatie met een simultane registratie van hoogwaardige luchtopnamen. Beide DHM's worden door het AIV in diverse resoluties aangeboden.

Deze gedetailleerde DHMV-I en DHMV-II geven de topografie veel beter weer dan het oorspronkelijke DHM van het NGI en zijn dan ook potentieel meer geschikt voor het simuleren van bodemerosie en sedimenttransport op een hoge resolutie. Bovendien zal er een betere overeenkomst zijn tussen de specifieke landschapsvormen (bv. holle wegen, taluds, ...), zoals weergegeven op het hoogtemodel, en de landgebruikskaarten. Echter, zoals hierboven aangetoond, kan, zonder herkalibratie, een meer gedetailleerd DHM niet zomaar gebruikt worden binnen WaTEM/SEDEM. Bovendien zijn de kalibratieparameters afhankelijk

van de gekozen resolutie. WaTEM/SEDEM werd dan ook gekalibreerd gebruik makend van het DHMV-II in zowel de resolutie van 20m als van 5m.

Naast de beschikbaarheid van meer precieze en meer nauwkeurige hoogtemodellen werden de voorbije jaren ook verschillende modelversies van WaTEM/SEDEM gebruikt. Het model werd immers vaak aangepast voor specifieke onderzoeks- en beleidsvraagstellingen, en dit door verschillende eindgebruikers. Hierdoor zijn vele versies ontstaan die naast elkaar worden gebruikt (zie bv. Notebaert et al. (2006) voor een overzicht tot 2006). Een stroomlijning van de modelcodes voor gebruik binnen Vlaanderen drong zich dan ook op. Wanneer de wijzigingen aan de code grondig zijn (bv. berekening LS-factor, zie 5.3), is, zoals hiervoor reeds meermaals gesteld, een herkalibratie een absolute vereiste.

## 3.2 HERKALIBRATIEMETHODIEK

De herkalibratie van WaTEM/SEDEM werd uitgevoerd door modelsimulaties met verschillende kTC-waarden te vergelijken met geobserveerde waarden van sedimentfluxen in Vlaamse waterlopen. In totaal waren er voor 43 meetpunten gegevens beschikbaar, waarvan er 26 weerhouden werden voor de herkalibratie (zie hoofdstuk 6). Er werd ervoor gekozen om, net zoals bij alle voorgaande kalibraties van het model, twee verschillende kTC-waarden te kalibreren, met name één voor akkerland ( $kTC_{high}$ ) en één voor niet-akkerland ( $kTC_{low}$ ; bos, grasland). Voor wegeninfrastructuur werd standaard een vaste, hoge, kTC-waarde aangenomen cfr. eerdere modeltoepassingen. Het model werd een groot aantal keer gerund waarbij beide kTC-waarden varieerden. De gesimuleerde sedimentexport werd voor elke combinatie van  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  vergeleken met de gemeten waarde. De optimale combinatie van beide kTC-waarden werd bepaald op basis van de hieronder beschreven criteria.

In eerste instantie werd de modefficiëntie berekend:

$$ME = 1 - \frac{\sum_i^n (SE_{obs,i} - SE_{sim,i})^2}{\sum_i^n (SE_{obs,i} - SE_{gem})^2} \quad (3)$$

waarbij

ME = modefficiëntie

$SE_{obs,i}$  = geobserveerde sedimentexport voor meetpunt i

$SE_{sim,i}$  = gesimuleerde sedimentexport voor meetpunt i

$SE_{gem}$  = gemiddelde geobserveerde sedimentexport van alle n meetpunten

De ME's varieerden van  $-\infty$  tot 1. Een waarde kleiner dan 0 voor ME betekent dat het model niet efficiënt is, waarbij het model een voorspelling levert die minder goed is dan de gemiddelde waarde van de geobserveerde metingen. Een waarde die 1 benadert, toont aan dat het model zeer performant is.

De modelsimulaties waarbij de ME het hoogst was, werden verder geanalyseerd waarbij de geobserveerde waarden werd uitgezet tegenover de gesimuleerde waarden. Een regressierechte met intercept 0 werd geplott. Enkel modelsimulaties waarbij de richtingscoëfficiënt van deze regressierechte tussen 0,95 en 1.05 lag, werden

verder meegenomen. Immers, waarden lager (resp. hoger) dan 0,95 (resp. 1,05) wijzen op een te grote bias in de voorspelling waarbij sedimentexportwaarden systematisch meer dan 5% te laag (resp. te hoog) werden voorspeld.

Voor de combinaties van kTC-waarden die aan bovenstaande criteria voldeden, werd de verhouding tussen  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  in rekening gebracht. Om het verschil in transportcapaciteit tussen akkerpercelen en minder erosiegevoelige vormen van bodemgebruik, zoals bos en grasland, voldoende mee te kunnen nemen in de modelsimulaties, moest ook het verschil tussen beide kTC-waarden voldoende groot zijn. Bij alle kalibraties van WaTEM/SEDEM sinds 2004 werd een verhouding van 0,25 à 0,35 gebruikt (zie ook Tabel 1). Op die manier kwam het gesimuleerde effect van bv. grasbufferstroken overeen met de gemeten effectiviteit van deze erosiebestrijdingsmaatregel (Verstraeten et al., 2006b). Veronderstel dat twee landbouwpercelen gelijk zijn op vlak van topografische en bodemeigenschappen, en zodoende even erosiegevoelig zijn, en dat onderaan één van beide percelen een grasstrook werd aangelegd om het sediment op te vangen. Indien we aannemen dat er intense bodemerosie is op beide percelen, dan zal de sedimentverplaatsing gelijk zijn aan de transportcapaciteit. De sedimentvangefficiëntie van de grasstrook ( $SVE_{grasstrook}$ , %) kan dan berekend worden door de sedimentlading onderaan de strook ( $SE_{grasstrook}$ ) te vergelijken met de sedimentlading onderaan het perceel waar geen strook is aangelegd ( $SE_{referentie}$ ):

$$SVE_{grasstrook} (\%) = 100 \frac{SE_{referentie} - SE_{grasstrook}}{SE_{referentie}} \quad (4)$$

Aangezien de sedimentexport gelijk is aan transportcapaciteit en de factoren R, K en LS gelijk zijn voor beide percelen, kan deze vergelijking op basis van vergelijking (2) herschreven worden naar:

$$SVE_{grasstrook} (\%) = 100 \frac{kTC_{high} - kTC_{low}}{kTC_{high}} = 100 \left( 1 - \frac{kTC_{low}}{kTC_{high}} \right) \quad (5)$$

Bij een verhouding van kTC-waarden gelijk aan 0,3, vinden we een  $SVE_{grasstrook}$  van 70%. Verschillende experimentele studies hebben aangetoond dat de SVE van grasstroken 70% bedraagt, maar waarden variëren tussen 60 en 90% (Verstraeten et al., 2006b). Het is dan ook aangewezen om er bij de herkalibratie over te waken dat de verhouding tussen de kTC-waarden gelegen is tussen 0,15 en 0,35 (versmalde range, overeenkomend met SVE-waarden gelegen tussen 65-85%) en bij voorkeur zo dicht mogelijk bij 0,3 (SVE 70%).

Deze drie criteria (ME, bias vermijden en kTC-ratio) werden opgelegd voor zowel de absolute sedimentexportwaarden (SE, uitgedrukt in ton.jaar<sup>-1</sup>) als voor de specifieke sedimentexportwaarden (SSE, uitgedrukt in ton.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup>). Aangezien het model voornamelijk gebruikt wordt om de absolute sedimentexportwaarden zo correct mogelijk te voorspellen, wogen de criteria voor de absolute sedimentexport sterker door in de herkalibratie. Echter, grote sedimentexportwaarden uit grote stroomgebieden kunnen een aanzienlijke impact hebben op de berekende ME-waarde. Daarom was het nuttig om ook de specifieke sedimentexport mee te evalueren, vooral dan voor grotere stroomgebieden. Voor kleine stroomgebieden was het gebruik van de specifieke sedimentexport dan weer problematisch, omdat deze gebieden gevoeliger zijn voor extreme gebeurtenissen. Een aantal geobserveerde sedimentladingen werden

gemeten na zware regenbuien die niet representatief zijn voor langetermijngemiddelde sedimentvrachten per jaar. Bij kleine stroomgebieden betekent dit zeer hoge specifieke sedimentexportwaarden. De finale set van kTC-waarden werd dan ook gekozen op basis van bovenvermelde drie criteria waarbij een gefundeerde afweging werd gemaakt tussen de absolute en specifieke sedimentexportwaarden.

## 4 INPUTDATA

### 4.1 DIGITAAL HOOGTEMODEL

Het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen (DHMV) is de verzamelnaam voor alle gebiedsdekkende hoogtegegevens van Vlaanderen waarover het AIV beschikt. De data voor het DHMV II werden ingewonnen gedurende de periode 2013-2015. Het AIV biedt zowel een digitaal terreinmodel (DTM) als een digitaal oppervlakte model (DSM) aan op verschillende resoluties. Een DTM bevat enkel punten op het maaiveld, terwijl een DSM zowel punten op het maaiveld als op objecten, zoals vegetatie en gebouwen, bevat. Als inputbestand werd gebruik gemaakt van de data laag "DHMV II, DTM, raster, 5m".

Voor de herkalibratie op resolutie 20m werd dit 5m-raster omgezet naar een raster van 20m door de pixels van het DTM met een resolutie van 5m uit te middelen naar een resolutie van 20m.

### 4.2 LANDGEBRUIK

WaTEM/SEDEM heeft ook informatie nodig over het landgebruik. Hiertoe werd een perceelskaart aangemaakt, die het landgebruik vertaalt in een raster met landgebruiksklassen. Aan elke landgebruiksklasse, met uitzondering van akkerland, werd een negatieve identificatie toegekend, zoals aangeduid in Tabel 3. In de landgebruiksklasse akkerland krijgt elk landbouwperceel een unieke positieve identificatie. Alle pixels buiten het gemodelleerde gebied krijgen de waarde 0. WaTEM/SEDEM gebruikt deze perceelskaart om samen met het digitale hoogtemodel de afstromingsrichting van het sediment te bepalen.

Tabel 3: Landgebruiksklassen perceelskaart

| Landgebruiksklasse     | Identificatie |
|------------------------|---------------|
| Grasbufferstrook       | -6            |
| Open water             | -5            |
| Grasland               | -4            |
| Bos                    | -3            |
| Infrastructuur         | -2            |
| Rivier                 | -1            |
| Akkerland              | > 0           |
| Buiten het modeldomein | 0             |

De perceelskaart werd aangemaakt op basis van informatie over waterlopen, infrastructuur, grasstroken, landbouwpercelen en algemeen landgebruik, waarbij in deze volgorde ook invulling gegeven werd aan de rasters.

Voor de waterlopen werden twee bronnen gebruikt: de Vlaamse Hydrografische Atlas (VHA) en de Réseau Hydrographique van Wallonië.

De Réseau Hydrographique is de Waalse tegenhanger van de VHA. Deze dataset bevat een lijnenbestand waarin de Waalse waterlopen zijn opgenomen. De gegevens werden geregistreerd tussen 1995 en 2007. Dit zijn de enige publiek beschikbare data over het Waalse waterloppennetwerk. Deze dataset werd samengevoegd met de VHA indien er segmenten uit de dataset in het te modelleren gebied lagen en de lijnen werden eveneens verrasterd (all-touched).

#### 4.2.2 Infrastructuur

Voor de herkalibratie werd gewerkt met de GRB-versie van 7 maart 2017. Bij de aanmaak van het infrastructuurbestand werden volgende entiteiten uit het GRB gebruikt:

- De andere entiteiten van het GRB werden niet relevant geacht in het kader van het infrastructuurbestand:

- Adp (administratief perceel)
- Ano (anomalie)
- Gvl (gevellijn)
- Gvp (gevepunt)
- Lbz (lokale bijhoudingszone)
- Trn (terrein) (deels)

- BDMGB (bodemgebruik): ingericht groen en recreatie, natuur, militair en braakliggend-ruigte
- Wgo (wegopdeling)
- Wkn (wegknoop)
- Wli (longitudinale weginrichting)
- Wpi (puntvormige weginrichting)
- Wri (putdeksel)
- Wrl (spoorrail)
- Wti (transversale weginrichting)
- Wvb (wegverbinding)
- Wgr (gracht)
- Wlas (VHA-waterloopsegment)
- Wtz (watergang)

Alle geselecteerde entiteiten van het GRB werden samengevoegd in een polygonenbestand. Dit polygonenbestand werd verrasterd (all-touched).

Het wegenregister bevat alle wegen van Vlaanderen. Voor de herkalibratie werd gewerkt met de versie van 22 juni 2017. Omdat het GRB niet alle landbouwwegen bevat, werden de wegsegmenten van het wegenregister (lijnenbestand) gebruikt ter aanvulling van het GRB. De lijnen werden verrasterd (all-touched) en de aardewegen werden geïdentificeerd.

De pixels binnen het modeldomein die nog geen landgebruiksklasse toegekend hadden gekregen (i.e. alle pixels in het modeldomein uitgezonderd de rivierpixels), kregen op basis van het verrasterde GRB en het verrasterde wegenregister de landgebruiksklasse -2 toegekend.

#### 4.2.3 Grasbufferstroken

Na het bepalen van de rivier- en infrastructuurpixels werden die pixels geïdentificeerd die behoren tot een grasstrook en nog niet aan een andere landgebruiksklasse waren toegekend. De ligging en de vorm van de grasstroken werden afgeleid uit twee databronnen: de beheerovereenkomsten (BO) van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) en de maatregelen gerealiseerd via het Erosiebesluit van het Departement Omgeving.

De VLM sluit sinds 2005 beheerovereenkomsten met landbouwers. Een aantal van deze beheerovereenkomsten, al dan niet in het kader van erosiebestrijding aangelegd, kunnen beschouwd worden als een grasstrook. Bijlage 1 in het addendum geeft een overzicht van de types beheerovereenkomsten waarbij aangegeven wordt of deze al dan niet als grasstrook meegerekend worden bij de modellering.

Via het Erosiebesluit worden sinds 2001 subsidies verleend aan gemeenten voor het realiseren van gemeentelijke erosiebestrijdingswerken. In combinatie met infrastructurele maatregelen, zoals erosiepoelen en bufferbekkens, worden via dit instrument ook grasstroken aangelegd. Uit het inputbestand van de gerealiseerde maatregelen werden de polygonen van het type 'grasgang', 'graszone' of 'grasbufferstrook' weerhouden als grasstrook voor de aanmaak van de perceelskaart.

Via deze selectie werd een polygonenlaag aangemaakt die alle grasstroken voor een modelberekening in een gekozen jaar bevat. Na het aanmaken van deze polygonenlaag voor het te modeleren gebied werd

gecontroleerd of de breedte van deze grasstroken beschikbaar is in de attributentabel. Indien de breedte van de grasstrook niet bekend is, werd aangenomen dat de polygoon die de grasstrook voorstelt rechthoekig is met een lengte L en een breedte B. Voor een rechthoek geldt:

$$A = L.B$$
$$P = 2L + 2B$$

Op basis hiervan kan de breedte B geschreven worden in functie van de omtrek P en oppervlakte A van de polygoon:

$$B = 1/4 \cdot \left[ P_{poly} - \sqrt{(P_{poly})^2 - 16 \cdot A_{poly}} \right] \quad (6)$$

waarbij

B = breedte (m)

$A_{\text{poly}}$  = oppervlakte van de polygoon ( $\text{m}^2$ )

$P_{poly}$  = omtrek van de polygoon (m)

De polygonen met grasstroken werden verrasterd (all-touched) en deze pixels kregen in de landgebruikskaart de waarde -6.

#### 4.2.4 Landbouwpercelen

Na het bepalen van de rivier-, infrastructuur- en grasbufferstrookpixels werden de pixels bepaald die behoren tot landbouwpercelen. Dit gebeurde op basis van drie verschillende bronnen: de landbouwpercelen van het Departement Landbouw en Visserij (LV) (1999-heden), de Mestbankpercelen (1999-2007) en de landbouwpercelen van Wallonië (2015-2016). De landbouwpercelenkaarten zijn polygonenlagen die jaarlijks wijzigen. Aan elk landbouwperceel is minstens de gewascode van de hoofdteelt als attribuut gekoppeld. De gewascodering van Landbouw en Visserij werd als basiscode gebruikt waarnaar de gewascoderingen van de Mestbank en van Waalse landbouwpercelen werden vertaald.

Voor elk kalenderjaar is er vanaf 1999 een datalaag met landbouwpercelen beschikbaar bij LV. Deze polygoonbestanden werden als basis genomen voor de informatie over de landbouwpercelen.

In de periode 1999-2007 werden de landbouwpercelen ook nog eens apart geregistreerd door de Mestbank. Deze polygonenlaag werd gebruikt ter aanvulling van de landbouwpercelenkaart van LV. De geometrie van polygonen die zowel in de landbouwpercelenlaag van de Mestbank als in deze van LV voorkomen, is niet identiek. Wanneer een Mestbankperceel voor 75% of meer overlapte met een landbouwperceel van LV, werd enkel het landbouwperceel van LV behouden. Beide percelen werden dan als identiek beschouwd. Indien er minder dan 75 % overlap was, werd het Mestbankperceel toegevoegd aan de landbouwpercelenkaart van LV, om op die manier een zo volledig mogelijke landbouwpercelenkaart voor de periode 1999-2007 te bekomen. Vanaf 2008 werd de éénmalige perceelsregistratie (EPR) ingevoerd.

Kaartlagen van de landbouwpercelen van Wallonië zijn slechts beschikbaar voor 2015 en 2016. Indien Waalse perceelsgegevens nodig waren van vóór 2015, werden de perceelsgegevens van 2015 gebruikt.

Alle landbouwperceelsgegevens voor het modelgebied werden samengevoegd tot een polygonenbestand. Vervolgens werd er nagegaan of er in dit polygonenbestand features zaten die ook in het aangemaakte polygonenbestand met grasstroken zitten. Indien een polygoon uit het grasstrokenbestand minstens 75% overlapt met een polygoon van de landbouwpercelen, dan werd de polygoon uit het landbouwpercelenbestand verwijderd.

Op basis van de gewascode van de hoofdteelt werd een landgebruiksklasse toegekend aan de landbouwpercelen (zie bijlage 2 van het addendum). Landbouwpercelen die geen akkerland zijn, werden op basis van de gewascode geklasseerd in de landgebruiksklassen grasland (-4), bos (-3) of infrastructuur (-2). Indien een perceel één van deze landgebruikscodes kreeg toegekend, dan kregen ook alle pixels in de perceelskaart die toebehoren aan dit perceel (all-touched) deze landgebruikskode. Indien geen landgebruikskode toegekend werd aan het perceel, i.e. wanneer het perceel akkerland is, kreeg het perceel een uniek nummer van 1 tot  $i$ , waar  $i$  het totale aantal akkers is in het modelgebied.

#### 4.2.5 Overig landgebruik

De bovenvermelde bronnen beslaan doorgaans een groot deel van het te modeleren gebied. De pixels waaraan na gebruik van bovenstaande bronnen, nog geen landgebruiksklasse was toegekend, werden geklasseerd op basis van algemene landgebruikskaarten. Deze landgebruikskaarten werden afgeleid van de bodembedekkingskaarten van Vlaanderen en Wallonië en zijn beschikbaar voor 1995, 2001 en 2012.

Indien er na het toepassen van de landgebruikskaarten nog steeds pixels waren zonder landgebruik, dan werd aan deze pixels het landgebruik akkerland toegekend. Deze pixels kregen dan in de perceelskaart  $i + 2$  als waarde.

Wanneer een landgebruikskaart een andere resolutie heeft dan de resolutie die nodig is voor de modelsimulaties, dan werd de landgebruikskaart geresampled naar de gewenste resolutie volgens het 'mode' algoritme (meest voorkomende waarde).

##### a. Landgebruikskaart 1995

De landgebruikskaart 1995 werd afgeleid van een Vlaamse bodembedekkingskaart (Gulinck et al., 1996). De kaart heeft een resolutie van 20 m en werd opgesteld op basis van een herklassificatie van LANDSAT satellietbeelden. De klassen van de originele landgebruikskaart werden gereduceerd tot de klassen akkerland, grasland, boomgaarden, bos, bebouwing en water. Al de voorgaande kalibraties van WaTEM/SEDEM werden met deze kaart als achtergrond uitgevoerd. Voor de huidige herkalibratie werden de landgebruiksklassen geherklasseerd naar de klassen uit Tabel 3.

De landgebruikskaart 1995 werd gebruikt voor modelsimulaties tussen 1995 en 1999.

#### b. Landgebruikskaart 2001

De landgebruikskaart 2001 werd afgeleid van het bodembedekkingsbestand 2001 van het AIV. In dit bodembedekkingsbestand is Vlaanderen ingedeeld in negen bodembedekkingsklassen. Deze bodembedekkingsklassen werden met behulp van Tabel 4 omgezet naar de landgebruiksklassen van WaTEM/SEDEM. Tabel 4 is overgenomen uit de handleiding van het CN-WS model.

Tabel 4: Landgebruiksklassen in functie van de bodembedekkingsklasse van het bodembedekkingsbestand 2001

| Bodembedekkingsklasse                            | Landgebruiksklasse |
|--------------------------------------------------|--------------------|
| Weiland                                          | Grasland (-4)      |
| Akkerbouw                                        | Akkerland          |
| Boomgaard                                        |                    |
| Loofbos en gemend bos met overwegend loofhout    | Bos (-3)           |
| Loofbos en gemengd bos met overwegend naalddhout |                    |
| Duin en strand                                   |                    |
| Heide                                            |                    |
| Water                                            | Open water (-5)    |

De landgebruikskaart 2001 werd gebruikt voor modelsimulaties tussen 2000 en 2008.

#### c. Landgebruikskaart 2012

De landgebruikskaart 2012 werd, in tegenstelling tot de landgebruikskaarten 1995 en 2001, opgemaakt op basis van verschillende databronnen. Deze databronnen worden hieronder kort besproken.

##### *Bodembedekkingskaart 2012 (BBK5\_12)*

De bodembedekkingskaart van 2012 (BBK5\_12) is een rasterbestand met een resolutie van 5m en deelt het landgebruik in het Vlaams Gewest in volgens 14 klassen. Deze 14 klassen werden volgens Tabel 5 omgezet naar de landgebruiksklassen van WaTEM/SEDEM.

Tabel 5: Interpretatie van de bodembedekkingskaart (BBK5\_12) naar landgebruiksklassen

| Klasse BBK5_12     | Landgebruik |
|--------------------|-------------|
| Water              | Water       |
| Bomen              | Bos         |
| Bomen (WTZ)        |             |
| Bomen (WBN)        |             |
| Akker              | Akkerland   |
| Akker (Lbgebrperc) |             |

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Gras, Struiken (Lbgebrperc) | Grasland       |
| Gras, Struiken (WTZ)        |                |
| Gras, Struiken (WBN)        |                |
| Gebouwen                    | Infrastructuur |
| Autowegen                   |                |
| Spoorwegen                  |                |
| Overig Afgedekt             |                |
| Overig Onafgedekt           |                |

#### *Boswijzer*

De Boswijzer is een rasterbestand met een resolutie van 5m die weergeeft waar in Vlaanderen bossen gelegen zijn (situatie 2012). Dit raster werd aan de landgebruikskaart van 2012 toegevoegd.

#### *Carte d'Occupation du Sol de Wallonie (COSW v2.07)*

De COSW is een vectorbestand dat het Waalse grondgebied indeelt in verschillende landgebruiksklassen. Deze landgebruiksklassen werden omgezet naar de landgebruiksklassen van WaTEM/SEDEM. Vervolgens werden de polygonen van COSW verrasterd (all-touched) met een resolutie van 5m. Er werd voor gezorgd dat de hoekpunten van de verrasterde COSW overeenkomen met de hoekpunten van de BBK5\_12.

#### *Landgebruik Brussel*

Zowel de BBK5\_12 als de COSW zijn datasets opgemaakt voor een bepaald gewest. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is niet opgenomen in deze datasets. Er bestaat echter geen gedetailleerde landgebruikskaart van Brussel, maar wel een bestand met polygonen van het 'blauwe netwerk' (vijvers, rivieren en kanalen) en het 'groene netwerk' (parken en bossen). Er werd aangenomen dat heel Brussel bebouwd gebied is (landgebruiksklasse infrastructuur) met uitzondering van het groene netwerk (landgebruiksklasse bos) en het blauwe netwerk (landgebruiksklasse open water).

Alle bovenstaande bronnen werden samengevoegd tot een gebiedsdekkend raster. Aangezien deze bronnen niet volledig aansluiten aan de randen, werden de overblijvende pixels manueel aangevuld op basis van naburige pixels of orthofoto's van 2012.

## 4.3 BUFFERBEKKENS

WaTEM/SEDEM heeft de mogelijkheid om met bufferbekkens rekening te houden bij het berekenen van de afstroming. De locatie en karakteristieken van gekende bufferbekkens werden afgeleid uit twee bronnen: de erosiebestrijdingswerken die gerealiseerd werden via het Erosiebesluit van het Departement Omgeving en de beheerovereenkomsten (BO) van de VLM.

In het bronbestand met de gerealiseerde maatregelen van het Erosiebesluit zitten verschillende maatregelen die we kunnen beschouwen als een bufferbekken:

- bufferende aarden dammen (geen geleidende dammen);
- bufferbekkens;
- dammen uit plantaardige materialen;
- erosiepoelen.

Gezien een bufferende aarden dam meestal één geheel vormt met een erosiepoel of bufferbekken, werden alle features geclusterd en samengevoegd tot een polygoon die zowel de dam als het bekken omvat. Voor de sedimentvangefficiëntie werd een standaardwaarde van 75% aangenomen.

De beheerovereenkomsten kwamen reeds aan bod bij het bepalen van de grasstroken in de perceelskaart. In bijlage 1 van het addendum staat per beheerovereenkomst of deze kan geïnterpreteerd worden als een bufferbekken. Ook voor deze bufferbekkens werd de vangefficiëntie standaard ingesteld op 75%.

Alle bufferbekkens werden verrasterd (all-touched).

## 4.4 GEWAS- EN BEDRIJFSVOERINGSFACTOR C

De gewas- en bedrijfsvoeringsfactor C is een waarde tussen 0 en 1 en geeft weer hoe erosiegevoelig een bepaalde teelt, landgebruik of landbouwpraktijk is. Hoe lager de C-factor voor een pixel, hoe minder erosie er zal optreden. De C-factor wordt bepaald aan de hand van het landgebruik (zie 4.2) en de aanwezige teelt op de landbouwpercelen.

Onderstaande tabel geeft de C-factor voor elke landgebruiksklasse. Bij de herkalibratie werd ervoor geopteerd geen rekening te houden met teeltspecifieke C-factoren per landbouwperceel, maar een algemene C-factor van 0,37 te gebruiken voor alle akkerland en 0,01 voor alle grasland. In de landgebruiksklasse infrastructuur werd een C-factor van 0,1 toegekend aan de aarden wegen, die gekend zijn uit het wegenregister.

Tabel 6: C-factoren per landgebruiksklasse

| Landgebruiksklasse | C-factor |
|--------------------|----------|
| Grasbufferstrook   | 0,01     |
| Open water         | 0        |
| Grasland           | 0,01     |
| Bos                | 0,001    |
| Infrastructuur     | 0        |
| Rivier             | 0        |
| Akkerland          | 0,37     |
| Aarden wegen       | 0,1      |

Bij de berekening van de C-factor van een grasbufferstrook, werd rekening gehouden met de breedte van de grasstrook. Indien de breedte van een grasstrook groter is dan de gebruikte resolutie, kreeg de grasstrookpixel de waarde 0,01. Indien de breedte van de grasstrook kleiner is dan de gebruikte resolutie, werd de C-factor als

volgt bepaald op basis van de breedte van de grasstrook, de resolutie en de gemiddelde C-factor voor akkerland, zijnde 0,37:

$$C_{\text{grasbufferstrook}} = 0.01 * (\text{breedte/resolutie}) + (0,37 * (\text{resolutie-breedte})/\text{resolutie}) \quad (7)$$

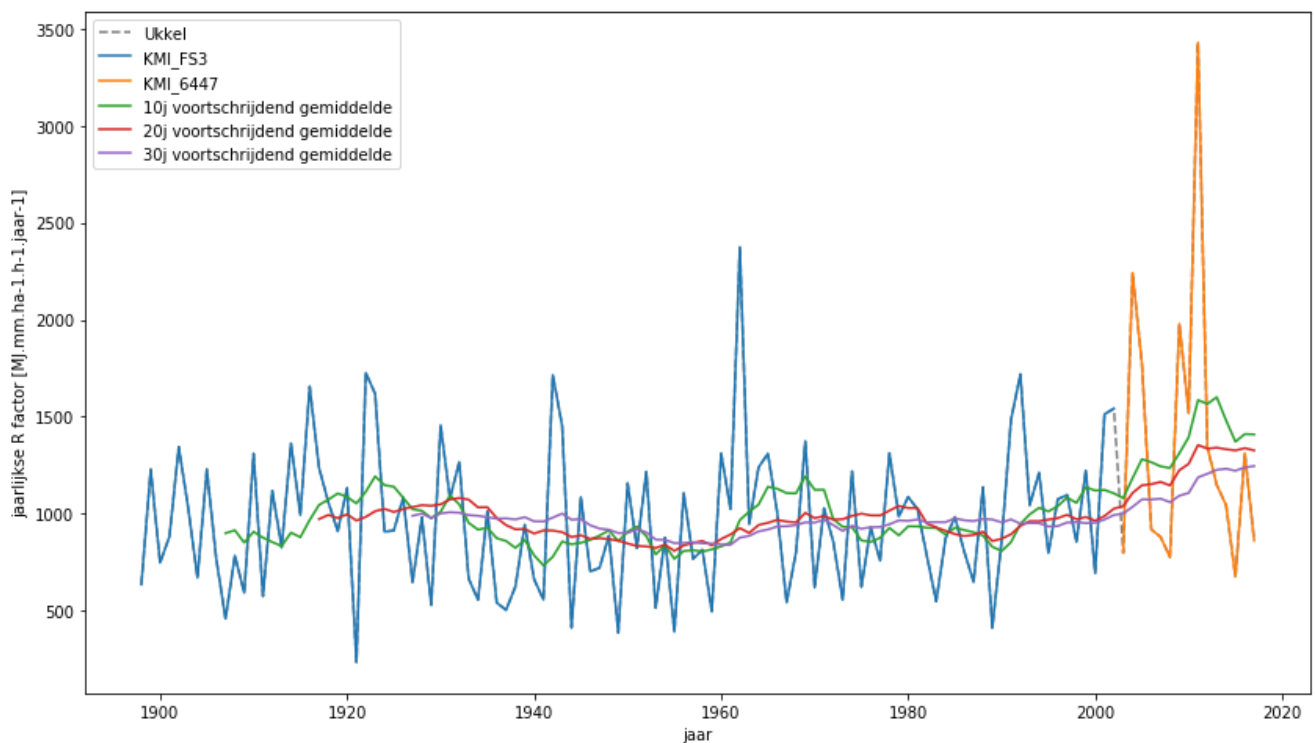
## 4.5 NEERSLAGEROSIVITEITSFACTOR R

De neerslagerosiviteitsfactor R geeft de jaarlijkse erosieve waarde van de neerslag weer waarin zowel de neerslaghoeveelheid als de energiewaarde, die functie is van de neerslagintensiteit, vervat zit. Voor toepassingen van WaTEM/SEDEM in Vlaanderen wordt sinds 2004 gebruikt gemaakt van een R-waarde van  $870 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$  op basis van neerslagdata met een resolutie van 10 minuten, gemeten in Ukkel door het KMI in de periode 1898-2002 (Verstraeten et al., 2006a). De neerslagvariabiliteit is echter groot, zowel in de tijd als in de ruimte. Verstraeten et al. (2006a) toonden aan dat meetperiodes van 20 jaar nodig zijn om betrouwbare langetermijnwaarden te berekenen en om de interjaarlijkse variabiliteit uit te schakelen. Hoewel er in Vlaanderen sinds 2003 verschillende pluviografen werden geïnstalleerd, is de gemiddelde meetperiode onvoldoende lang om een betrouwbaar ruimtelijk patroon in R-factoren te berekenen. Notebaert et al. (2006) konden geen statistisch relevant verschil vaststellen tussen de gemiddelde R-waarde van Ukkel en die van 10 andere Vlaamse stations voor de periode 1995-2004 en besloot voor de berekening van de erosiekaart de gemiddelde R-factor van Ukkel over de periode 1898-2004 te gebruiken, met name een waarde van  $880 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$ .

Ook voor de herkalibratie van WaTEM/SEDEM werd ervoor gekozen te werken met één R-factor op basis van de neerslagdata van Ukkel. De geobserveerde sedimentladingen die gebruikt werden voor de herkalibratie, dateren van verschillende periodes (1990-2017). Een groot deel van de dataset betreft bovendien waarden van het sedimentmeetnet dat na 2003 is opgestart, m.a.w. na de referentieperiode die gebruikt werd voor de berekening van de R-factor door Verstraeten et al. (2006b). Het is daarom aangewezen om de neerslagdataset met meer recente data uit te breiden. Voor deze opdracht werden de oorspronkelijke 10-min neerslagdata van het station te Ukkel voor de periode 1898-2002 (station KMI\_FS3) uitgebreid met de 10-min neerslagdata voor de periode 2003-2017 van een nieuw meetstation te Ukkel (station KMI\_6447). De R-factor werd berekend volgens de methodiek die beschreven wordt door Verstraeten et al. (2006a). Bij nazicht van de neerslagdata bleek echter dat bij de eerdere berekeningen van de R-factor waarden met extreem hoge neerslag ( $> 10 \text{ mm}/10 \text{ minuten}$ ) niet correct werden geëxporteerd. Hierdoor resulteerden de huidige berekeningen in een R-factor van  $960 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$  voor de periode 1898-2002 (Tabel 7) in de plaats van de eerder berekende  $870 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$ .

Wanneer de R-factoren uitgezet worden in functie van de tijd, blijkt dat er een sterke toename in R-factor waar te nemen valt in de laatste 20 jaar (Figuur 2). Het is onduidelijk of de toename in R-factor te wijten is aan 1) klimaatverandering, 2) verschil in meettoestel, dan wel aan 3) toevallige variabiliteit in neerslagkarakteristieken. In Ukkel werd de pluviograaf die sinds 1898 continu metingen verrichtte (KMI\_FS3) immers vervangen door een nieuw type (KMI\_6447). Hoewel er geen aanwijsbare redenen zijn om aan te nemen dat de nieuwe pluviograaf vanaf 2003 systematisch hogere intensiteiten kan registreren, is dit potentieel wel een verklaring voor het verschil in R-factor na 2002. In Ukkel werden in 2011 ook twee zeer intense regenbuien geregistreerd ("Pukkelpop-storm" van 18 augustus 2011 en onweer van 22-23 augustus

2011). Desalniettemin zijn deze buien niet exceptioneel voor Vlaanderen. Gelijkaardige buien komen bijna jaarlijks voor en leiden tot lokale wateroverlast, maar worden zelden geregistreerd door een officieel meetstation en hun ruimtelijk voorkomen is beperkt (zie ook Verstraeten et al., 2001). Er is dan ook geen enkele reden om aan te nemen dat dit uitzonderlijke waarden zijn die een vertekend beeld van de jaarlijkse gemiddelde erosiviteit zouden geven. Integendeel, het ontbreken van intense regenbuien in de dataset van Ukkel in de periode vóór 2003 zal eerder aanleiding geven tot een onderschatting van de reële R-factor.



Figuur 2: Jaarlijkse neerslagersosiviteit (R-factor) voor Ukkel voor de periode 1898-2017. De data voor de periode 1898--2002 zijn gebaseerd op de pluviograaf KMI\_FS3. Vanaf 2003 is een nieuwe pluviograaf KMI\_6447 in gebruik

Tabel 7: Gemiddelde jaarlijkse R-factor voor Ukkel i.f.v. de referentieperiode

| Periode          | Gemiddelde jaarlijkse R<br>(MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> .jaar <sup>-1</sup> ) | Betekenis referentieperiode                                          |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1898-2002        | 960                                                                                       | Originele dataset Ukkel - één pluviograaf                            |
| 1898-2017        | 1010                                                                                      | Totale dataset Ukkel - twee verschillende toestellen                 |
| 2003-2017        | 1380                                                                                      | Nieuwe dataset - één toestel                                         |
| 1996-2017        | 1300                                                                                      | Laatste 22 jaar – minimum periode voorgesteld door<br>RUSLE-handboek |
| <b>1988-2017</b> | <b>1240</b>                                                                               | <b>Laatste 30 jaar - klimatologische referentieperiode</b>           |
| 1990-2000        | 1090                                                                                      | Gemiddelde periode van oudste sedimentmetingen                       |
| 2000-2017        | 1360                                                                                      | Periode van sedimentmeetnet                                          |

Voor de herkalibratie werd geopteerd voor de gemiddelde R-waarde voor de periode 1988-2017. Een periode van 30 jaar wordt immers standaard als referentieperiode genomen voor klimatologische gemiddelden. Bovendien situeren alle metingen van sedimentfluxen zich in deze periode. De gemiddelde R-waarde voor deze periode bedraagt 1240 MJ.mmha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> (Tabel 7). Dit komt goed overeen met de gemiddelde R-factor voor de 43 meetstations van de Vlaamse overheid. Gebaseerd op 442 jaarlijkse R-factoren bedraagt deze 1264 MJ.mmha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> voor de periode 2001-2017. Op basis van de gemiddelde R-waarde van zowel Ukkel als van de 43 Vlaamse meetstations werd een waarde van 1250 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> toegepast bij de herkalibratie.

Naarmate er meer neerslagdata met een hoge temporele resolutie beschikbaar komen voor andere meetstations in Vlaanderen, kan overwogen worden een ruimtelijk verdeelde R-factor te gebruiken bij de toepassing van WaTEM/SEDEM.

## 4.6 BODEMEROSIEGEVOELIGHEIDSFACITOR K

De bodemerosiegevoeligheidsfactor K werd berekend aan de hand van de formule van Declercq en Poesen (1991), toegepast op de textuurklassen van de digitale bodemkaart van Vlaanderen:

$$K = 0,0035 + 0,0388 \cdot e^{-0,5 \cdot (((\log_{10} D_g) + 1,519) / 0,7584)^2} \quad (8)$$

waarbij

K = bodemerosiegevoeligheidsfactor (ton.ha.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>)

D<sub>g</sub> = geometrisch gemiddelde korrelgrootte (mm)

$$D_g = e^{\sum f_i \cdot \ln[(d_i + d_{i-1}) \cdot 0,5]} \quad (9)$$

waarbij

f<sub>i</sub> = gewichtsprocent van de textuurklasse i (fractie)

d<sub>i</sub> en d<sub>i-1</sub> = maximum en minimum diameter van textuurklasse i (mm)

Aan de hand van de bovenstaande formule werd de bodemerosiegevoeligheidsfactor K berekend voor alle textuurklassen van de digitale bodemkaart van het Vlaams gewest. Voor de bodemseries van de geomorfologische classificatie van de zeepolders werd een vertaalsleutel toegepast voor de omzetting naar een textuurklasse. Waar de textuurklasse niet gekend was, werd deze bepaald via interpolatie (nearest neighbour). Tabel 8 geeft de K-factoren weer per textuurklasse, zoals toegepast in de K-kaart (versie K3).

Tabel 8: Bodemerodibiliteitsfactor K (ton.ha.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>) in functie van de textuurklasse

| Textuurklasse      | K-factor |
|--------------------|----------|
| Leem (A)           | 0,0420   |
| Zandleem (L)       | 0,0400   |
| Licht zandleem (P) | 0,0250   |
| Lemig zand (S)     | 0,0200   |
| Zand (Z)           | 0,0120   |
| Klei (E)           | 0,0275   |
| Zware klei (U)     | 0,0225   |

## 5 ALGORITMES EN PARAMETERKEUZES

### 5.1 PREPROCESSING DHMV-II

Het digitaal terreinmodel (DTM) met een resolutie van 20m werd gebruikt zonder preprocessing.

Voor de herkalibratie op resolutie 5m werd ervoor geopteerd het DTM te filteren om de impact van ruis en artefacten te verminderen (Notebaert et al., 2006). Hiertoe werd een 3x3 filter toegepast binnen de perceelsgrenzen van de percelen. Om te vermijden dat taluds langs perceelsgrenzen afgevlakt en verbreed werden door de filter, werd de filtering enkel toegepast wanneer de pixels tot hetzelfde perceel behoren. Verdere verbeteringen aan het DTM werden onderzocht in samenwerking met AIV en hebben tot doel een hydrologisch gecorrigeerd DTM op te maken.

### 5.2 AFSTROMINGSALGORITME

#### 5.2.1 *Flux decomposition* algoritme

WaTEM/SEDEM maakt gebruik van het *flux decomposition* algoritme (Desmet en Govers, 1996b). Dit algoritme wordt gebruikt om twee kardinale doelcellen te identificeren op basis van de afstromingsrichting en de afstroming over deze twee doelcellen te verdelen. De primaire afstromingsrichting is gebaseerd op de hellingsrichting, berekend op basis van het DTM. Voor de uiteindelijke afstromingsrichting werd de invloed van perceelsgrenzen meegerekend. Bij de herkalibratie werd geen rekening gehouden met de ploegrichting, omdat deze informatie niet beschikbaar is.

Indien een doelcel tot een ander perceel behoort dan de broncel, werd eerst nagegaan of er een andere lager gelegen (kardinale of diagonale) buurcel bestaat binnen het perceel. Op deze manier werd rekening gehouden met de preferentiële afstroming langs perceelsgrenzen. Enkel wanneer er geen lager gelegen buurcel werd gevonden, werd de perceelsgrens overschreden. Voor grasbufferstroken werd een uitzondering gemaakt, gezien deze in principe dusdanig worden aangelegd dat de perceelsgrens vlot wordt overschreden.

Indien geen doelcel werd gevonden, werd de zoekradius systematisch uitgebreid tot een geschikte doelcel werd gevonden. De zoekradius bedroeg maximaal 50 pixels. Indien geen doelcel binnen de zoekradius gevonden werd, werd de broncel als *sink* beschouwd. Dit wil zeggen dat er geen water of sediment uit deze bronpixel getransporteerd wordt.

Indien de broncel naast een lager gelegen riviercel is gelegen (kardinale of radiale buurcellen), werd de riviercel de enige doelcel.

Bij de broncellen 'open water' werd ervoor geopteerd de afstroming in deze cellen niet stil te leggen door de uitstroom gelijk te stellen aan nul. Er werd namelijk vastgesteld dat het effect van 'open water' vaak overschat werd. Enerzijds wordt deze overschatting veroorzaakt doordat niet-gekende grachten of lokale

topografie ertoe leiden dat de afstroming in realiteit niet in het ‘open water’ terechtkomt. Anderzijds is ‘open water’ vaak geconnecteerd met de nabijgelegen waterloop (bvb. via grachten of inbuizingen), maar is deze connectie niet gekend in de inputbestanden. De rastercellen ‘open water’ werden daarom beschouwen als akkerland. Indien ‘open water’ als buffer werkt, moet dit als een bufferbekken ingetekend te worden.

Bij geleidende dammen en grachten werd de afstromingsrichting niet bepaald door het algoritme, maar werd deze richting bepaald in de inputdata. In een bufferbekken werd een centrale rastercel geïdentificeerd die de knijpopening bevat. Aan deze centrale rastercel werd slechts één doelcel toegekend, met name de laagst gelegen (kardinale of radiale) buurcel.

Er werd geen rekening gehouden met de impact van riolering, omdat deze inputdata niet beschikbaar zijn.

### 5.2.2 Routing in de waterlopen

In principe stopt de routing van sediment in de rivierpixels. Voor de herkalibratie werd de optie “rivierrouting” ingevoerd, zodat de cumulatieve aanvoer van sediment per rivierpixel kon berekend worden. Hierbij werd ervan uitgegaan dat 100% van het sediment stroomafwaarts wordt doorgegeven en dat er dus geen sedimentatie optreedt in riviercellen.

Een riviercel stroomt hierbij steeds af naar de naastgelegen riviercel in de afstroomrichting van het VHA-segment. Indien er geen naastgelegen riviercel in de afstroomrichting van het VHA-segment is, stroomt de riviercel naar de eerste broncel van het stroomafwaarts gelegen VHA-segment, zoals bepaald volgens de vooraf berekende routing tussen de VHA-segmenten. Op basis van de VHA werd een tabel gegenereerd die aangeeft met welk(e) VHA-segment(en) een VHA-segment stroomafwaarts geconnecteerd is.

## 5.3 TOPOGRAFISCHE FACTOR LS

### 5.3.1 L-factor

De L-factor werd berekend met de formule van Desmet en Govers (1996b), die rekening houdt met de hellingopwaartse oppervlakte van het toestroomgebied naar elke rastercel:

$$L = \frac{(A+D^2)^{m+1}-A^{m+1}}{D^{m+2} \cdot x^m \cdot 22,13^m} \quad (10)$$

waarbij

$L$  = topografische lengtefactor (dimensieloos)

$A$  = oppervlakte van het toestroomgebied ( $m^2$ ) naar een rastercel

$D$  = gridresolutie (m)

$m$  = lengte-exponent

$x$  = factor die toelaat rekening te houden met de stroomrichting t.o.v. de oriëntatie van het raster

Voor de berekening van de lengte-exponent  $m$  werd gekozen voor de formule van Van Oost (2003), naar aanbeveling van Petrlc (2013), om een overschatting van de sedimentatie in droge valleien te voorkomen. Deze lengte-exponent is functie van de grootte van het toestroomgebied:

$$m = 0,3 + \left(\frac{A}{A_{ref}}\right)^c \quad \text{voor } A < A_{ref}$$

$$m = 0,72 \quad \text{voor } A > A_{ref}$$

met  $A_{ref} = 10.000$  ha.

De factor  $x$  werd berekend op basis van de oriëntatie van de gridcel ( $\alpha$ ):

$$x = |\sin(\alpha)| + |\cos(\alpha)|$$

Het toestroomgebied  $A$  naar een rastercel wordt bepaald door het afstromingsalgoritme van WaTEM/SEDEM (zie 5.2), rekening houdend met de *parcel trapping efficiency* (PTEF) en de perceelsconnectiviteit.

De PTEF brengt het landgebruik in het toestroomgebied in rekening. In functie van het landgebruik zal de oppervlakte van een broncel voor een bepaald percentage (100-PTEF) bijdragen (zie Tabel 1). Er werd aangenomen dat de landgebruiksklassen bos, grasland en grasbufferstroken voor 25% bijdragen (PTEF = 75%), terwijl akkerland voor 100% bijdraagt (PTEF = 0%) (Notebaert et al., 2006). Op die manier wordt de  $A$ -waarde in vergelijking (10) aangepast en zal dus ook de bijdrage van een perceel onder grasland aan de  $L$ -factor lager liggen dan een perceel akkerland. Het stroomafwaarts erosierisico neemt hierdoor af.

Tabel 9: Parcel Trapping Efficiency (PTEF) in functie van landgebruiksklasse van de broncel

| Landgebruiksklasse              | PTEF (%) |
|---------------------------------|----------|
| Akkerland                       | 0        |
| Bos, grasland, grasbufferstrook | 75       |
| Infrastructuur                  | 0        |
| Rivier                          | 0        |

De perceelsconnectiviteit bepaalt hoe groot de impact is van perceelsgrenzen op het toestroomgebied  $A$ . De connectiviteitsfactor kan beschouwd worden als het percentage van de afstroming op een bovenliggend perceel dat doorstroomt naar een stroomafwaarts gelegen perceel (Notebaert et al., 2006). Bij het overschrijden van een perceelsgrens werd het toestroomgebied  $A$  gereduceerd in functie van het landgebruik van de doelcel (zie Tabel 10). Bij de afstroming naar akkerland werd aangenomen dat deze reductie 10% bedraagt, terwijl de afstroming naar bos, grasland of grasbufferstroken gereduceerd werd met 70%. Bij de afstroming naar infrastructuur en rivieren, werd aangenomen dat er geen reductie is.

Tabel 10: Perceelsconnectiviteit in functie van landgebruiksklasse van de doelcel

| Landgebruiksklasse              | Perceelsconnectiviteit (%) |
|---------------------------------|----------------------------|
| Akkerland                       | 90                         |
| Bos, grasland, grasbufferstrook | 30                         |
| Infrastructuur                  | 100                        |
| Rivier                          | 100                        |

Bij een bufferbekken werd de uitlaat verbonden met een naastgelegen doelcel. Naar deze doelcel wordt slecht een deel van sediment doorgegeven, rekening houdend met de *sediment trapping efficiency* (STE). De STE geeft het percentage weer, dat neerslaat in het bufferbekken. Voor de kalibratie werd een STE van 75% toegekend aan alle bufferbekkens.

### 5.3.2 S-factor

De berekening van de S-factor gebeurde op basis van Nearing (1997):

$$S = -1,5 + \frac{17}{1+e^{(2,3-6,1 \sin(\theta))}} \quad (11)$$

waarbij

$S$  = topografische hellingsfactor

$\theta$  = hellingshoek

De berekening van de hellingshoek is in principe gebaseerd op de vier kardinale buurcellen via de toepassing van het algoritme van Zevenbergen en Thorne (1987). Op plaatsen waar de afstroming volgens het DTM verloopt, vb. langs perceelsranden, werd de helling van de broncel berekend door het hoogteverschil te nemen tussen de broncel en de doelcel en deze waarde te delen door de afstand tussen beide cellen.

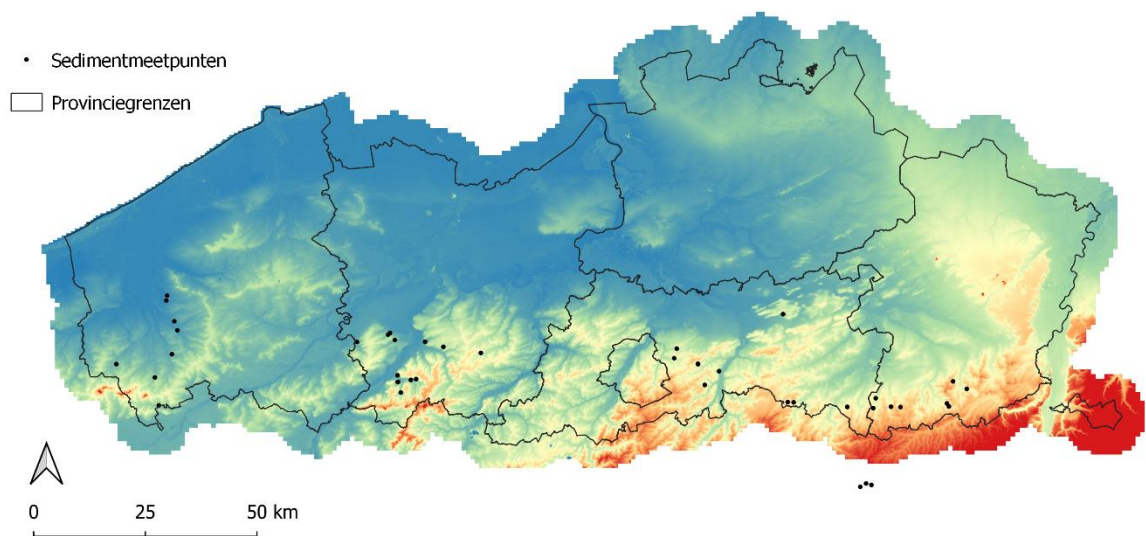
## 5.4 TRANSPORTCAPACITEIT

Voor de berekening de transportcapaciteit TC (zie vergelijking 2) werd gebruikt gemaakt van de kTC-factor. Deze kTC-factor werd voor elke rastercel bepaald. Op basis van de kalibratie werden standaardwaarden vastgelegd voor  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$ . De toekenning van deze kTC-factor is gebaseerd op de C-factor en een waarde  $kTC_{limit}$ . Elke rastercel met een C-factor groter dan  $kTC_{limit}$ , kreeg de waarde  $kTC_{high}$  toegekend. Elke rastercel met een C-factor kleiner dan  $kTC_{limit}$ , kreeg de waarde  $kTC_{low}$  toegekend, met uitzondering van de landgebruiksklassen infrastructuur, rivier en open water. Aan de landgebruiksklassen infrastructuur en rivier werd de kTC-factor 9999 toegekend.

Voor de kalibratie werd  $kTC_{\text{limit}}$  gelijkgesteld aan 0,01.

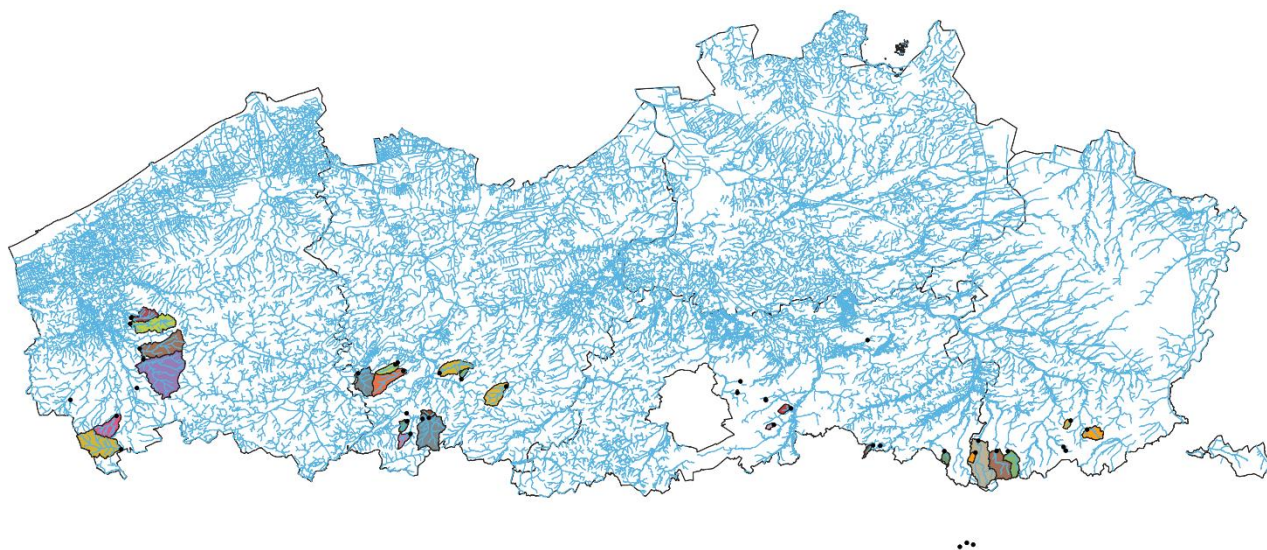
## 6 KALIBRATIEDATA

Voor de eerste kalibratie van WaTEM/SEDEM (Van Rompaey et al., 2001) werden sedimentmetingen verzameld van 21 locaties (Verstraeten en Poesen, 1999). Voor de huidige herkalibratie werden deze metingen aangevuld met bijkomende data van 5 meetpunten, verzameld door Verstraeten en Poesen (2001), en de sedimentmetingen van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) die sinds 2002 uitgevoerd werden op 18 locaties. Eén meetpunt komt voor in beide reeksen, zodat de initiële kalibratiedataset 43 locaties bevatte. Deze locaties worden in Figuur 3 weergegeven ten opzicht van het digitaal terreinmodel DHMV-II.



Figuur 3: Overzicht van de ligging van alle beschikbare sedimentmeetpunten ten opzicht van DHMV-II

Een aantal locaties werden echter niet weerhouden (zie Tabel 12) omwille van hun ligging (deels niet in Vlaanderen, waardoor de nodige inputdata ontbreken), de lengte van de meetperiode of de kwaliteit van de metingen. In bijlage 4 van het addendum wordt toegelicht waarom deze meetpunten niet werden weerhouden. De finale kalibratiedataset bestaat uit 26 sedimentmeetpunten, verspreid over het erosiegevoelig gebied in Vlaanderen. Figuur 4 geeft de ligging van alle sedimentmeetpunten weer met aanduiding van de toestroomgebieden van de 26 weerhouden sedimentmeetpunten.



Figuur 4: Overzicht van de ligging van alle beschikbare sedimentmeetpunten ten opzicht van de VHA-waterlopen met aanduiding van de toestroomgebieden van de voor de herkalibratie weerhouden sedimentmeetpunten

Tabel 11 geeft een overzicht van de meetperiode(n), het gekozen referentiejaar voor de inputdata, het toestroomgebied (ha), de sedimentlading (ton/jaar) en de specifieke sedimentlading (ton/ha.jaar). De kalibratieberekeningen gebeurden voor een jaar dat centraal in de meetperiode ligt, het referentiejaar, of, indien geen landgebruiksgegevens voor dat jaar beschikbaar zijn, het eerste jaar waar wel gegevens voor beschikbaar zijn (1999). De volledige kalibratiedataset wordt in detail beschreven in bijlage 3 van het addendum.

Tabel 11: Weerhouden sedimentmeetpunten voor de herkalibratie

| Naam                             | Meet-<br>periode(n) | Referentie-<br>jaar* | Toestroom-<br>gebied<br>(ha) | Sedimentlading<br>(ton/jaar) | Specifieke<br>sedimentlading<br>(ton/ha.jaar) |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Broenbeek</b>                 | 1986-1989           | 1999                 | 2338                         | 1381                         | 0,6                                           |
| <b>Douvebeek</b>                 | 1993-1996           | 1999                 | 2653                         | 5514                         | 2,1                                           |
| <b>Etikhove = Mariaborrebeek</b> | 1991-1995           | 2009                 | 267                          | 440                          | 1,6                                           |
|                                  | 2003-2009           |                      |                              |                              |                                               |
|                                  | 2015-2016           |                      |                              |                              |                                               |
| <b>Ganspoel</b>                  | 1989-1992           | 1999                 | 112                          | 420                          | 3,8                                           |
|                                  | 1996-1999           |                      |                              |                              |                                               |
| <b>Heulegracht</b>               | 2006-2017           | 2011                 | 196                          | 166                          | 0,8                                           |
| <b>Huise-opwaarts</b>            | 2003-2008           | 2005                 | 510                          | 909                          | 1,8                                           |
| <b>Kemmelbeek</b>                | 1936-1982           | 1999                 | 1181                         | 3005                         | 2,5                                           |
| <b>Kerniel</b>                   | 2007-2009           | 2008                 | 177                          | 737                          | 4,2                                           |
| <b>Kinderveld</b>                | 1989-1992           | 1999                 | 257                          | 862                          | 3,4                                           |
|                                  | 1996-1999           |                      |                              |                              |                                               |

|                                |                        |      |      |      |     |
|--------------------------------|------------------------|------|------|------|-----|
| <b>Maarke-Kerkem-Broekbeek</b> | 2003-2009<br>2015-2016 | 2009 | 218  | 263  | 1,2 |
| <b>Maarke-Kerkem-Molenbeek</b> | 2003-2009<br>2015-2016 | 2009 | 2811 | 6600 | 2,3 |
| <b>Miele-Boven-Aalst</b>       | 2006-2008<br>2014-2016 | 2011 | 861  | 421  | 0,5 |
| <b>Muizen</b>                  | 2006-2007<br>2015-2016 | 2011 | 1617 | 421  | 0,3 |
| <b>Munkbosbeek</b>             | 1993-1999              | 1999 | 1193 | 1289 | 1,1 |
| <b>Nukerke</b>                 | 2003-2009<br>2015-2016 | 2009 | 401  | 918  | 2,3 |
| <b>Piringen</b>                | 2006-2009<br>2014-2016 | 2011 | 718  | 397  | 0,6 |
| <b>Ronebeek</b>                | 1993-1995<br>2000-2016 | 1999 | 820  | 666  | 0,8 |
| <b>Rooigembeek</b>             | 1996-1999              | 1999 | 1484 | 3123 | 2,1 |
| <b>Sint-Jansbeek</b>           | 1991-1995              | 1999 | 4757 | 1852 | 0,4 |
| <b>Steenbeek</b>               | 1993-1995<br>2000-2016 | 1999 | 1879 | 1049 | 0,6 |
| <b>Sterrebeek</b>              | 1996-1998              | 1999 | 21   | 55   | 2,6 |
| <b>Ter Erpenbeek</b>           | 1991-1995              | 1999 | 1161 | 785  | 0,7 |
| <b>Velm</b>                    | 2006-2008<br>2015      | 2011 | 2986 | 518  | 0,2 |
| <b>Wolvengracht</b>            | 1996-1999              | 1999 | 164  | 473  | 2,9 |
| <b>Zouwbeek</b>                | 1994-1996              | 1999 | 1373 | 1988 | 1,4 |
| <b>Zwedebeek</b>               | 1991-1995              | 1999 | 166  | 282  | 1,7 |

\*Het referentiejaar is het jaar waarvoor de kalibratieberekeningen zijn uitgevoerd.

Tabel 12: Niet-weerhouden sedimentmeetpunten voor de herkalibratie

| <b>Naam</b>            | <b>Meet-<br/>periode(n)</b> | <b>Toestroom-<br/>gebied<br/>(ha)</b> | <b>Sedimentlading<br/>(ton/jaar)</b> | <b>Specifieke<br/>sedimentlading<br/>(ton/ha.jaar)</b> |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Bellewaerdebeek</b> | 1992-1995                   | 1050                                  | 2384                                 | 2,3                                                    |
| <b>Ciplet</b>          | 1996-1999                   | 151                                   | 301                                  | 2,0                                                    |
| <b>Hammeveld 1</b>     | 1988-1999                   | 30                                    | 171                                  | 5,7                                                    |
| <b>Hammeveld 2</b>     | 1989-1992                   | 30                                    | 277                                  | 9,4                                                    |
| <b>Hannut</b>          | 1996-1999                   | 73                                    | 177                                  | 2,4                                                    |
| <b>Heks</b>            | 2006-2008                   | 860                                   | 384                                  | 0,5                                                    |
| <b>Holsbeek</b>        | 1988-1999                   | 226                                   | 1053                                 | 4,7                                                    |
| <b>Huise-afwaarts</b>  | 2003-2008                   | 538                                   | 515                                  | 1,0                                                    |
| <b>Leupegem</b>        | 2003-2009<br>2013-2016      | 4987                                  | 7469                                 | 1,5                                                    |
| <b>Montenaken</b>      | 2008                        | 293                                   | 165                                  | 0,6                                                    |

|                         |                        |       |      |      |
|-------------------------|------------------------|-------|------|------|
| <b>Neerwinden</b>       | 2006-2008              | 304   | 4    | 0,0  |
| <b>Nerm</b>             | 1996-1999              | 18    | 411  | 23,1 |
| <b>Nossegem</b>         | 1996-1998              | 317   | 723  | 2,3  |
| <b>Vechmaal</b>         | 2006                   | 503   | 121  | 0,2  |
| <b>Ville-en-Hesbaye</b> | 1996-1999              | 103   | 234  | 2,3  |
| <b>Vleterbeek</b>       | 1992-1996              | 3235  | 4950 | 1,5  |
| <b>Wellen</b>           | 2007-2009<br>2014-2017 | 10717 | 861  | 0,1  |

Voor de weerhouden sedimentmeetpunten wordt in Tabel 13 het landgebruik en het voorkomen van bufferbekkens in het referentiejaar gegeven.

Tabel 13: Landgebruik en bufferbekkens in het toestroomgebied van de weerhouden sedimentmeetpunten in het referentiejaar voor de herkalibratie

| Naam                                 | Landgebruiksklasse (%) |          |            |     |                | Buffer-<br>bekkens<br>(#) |
|--------------------------------------|------------------------|----------|------------|-----|----------------|---------------------------|
|                                      | Akkerland              | Grasland | Grasstrook | Bos | Infrastructuur |                           |
| <b>Broenbeek</b>                     | 50,9                   | 16,9     | 0,0        | 0,2 | 29,1           | 0                         |
| <b>Douvebeek</b>                     | 58,2                   | 19,7     | 0,0        | 1,3 | 17,8           | 0                         |
| <b>Etikhove =<br/>Mariaborrebeek</b> | 40,6                   | 25,0     | 0,0        | 1,7 | 28,0           | 0                         |
| <b>Ganspoel</b>                      | 76,7                   | 7,0      | 0,0        | 0,2 | 13,8           | 0                         |
| <b>Heulegracht</b>                   | 82,3                   | 0,1      | 5,7        | 0,5 | 11,4           | 1                         |
| <b>Huise-opwaarts</b>                | 64,2                   | 14,7     | 0,0        | 0,1 | 18,1           | 0                         |
| <b>Kemmelbeek</b>                    | 48,8                   | 23,6     | 0,0        | 2,4 | 21,0           | 0                         |
| <b>Kerniel</b>                       | 63,5                   | 14,0     | 0,3        | 0,5 | 19,7           | 0                         |
| <b>Kinderveld</b>                    | 73,3                   | 10,3     | 0,2        | 2,8 | 11,1           | 2                         |
| <b>Maarke-Kerkem-<br/>broekbeek</b>  | 37,6                   | 27,9     | 0,3        | 4,1 | 26,8           | 0                         |
| <b>Maarke-Kerkem-<br/>Molenbeek</b>  | 40,8                   | 28,4     | 0,3        | 5,2 | 21,7           | 0                         |
| <b>Miele-Boven-<br/>Aalst</b>        | 70,3                   | 7,6      | 1,0        | 0,5 | 19,0           | 5                         |
| <b>Muizen</b>                        | 66,0                   | 7,2      | 2,3        | 1,2 | 21,4           | 4                         |
| <b>Munkbosbeek</b>                   | 50,0                   | 17,1     | 0,0        | 4,9 | 24,3           | 0                         |
| <b>Nukerke</b>                       | 52,0                   | 21,6     | 0,0        | 0,3 | 21,8           | 0                         |
| <b>Piringen</b>                      | 34,5                   | 21,2     | 0,7        | 8,6 | 32,5           | 0                         |
| <b>Ronebeek</b>                      | 50,1                   | 21,9     | 0,0        | 0,1 | 23,3           | 0                         |
| <b>Rooigembeek</b>                   | 55,4                   | 16,6     | 0,0        | 1,1 | 24,4           | 0                         |
| <b>Sint-Jansbeek</b>                 | 48,1                   | 23,4     | 0,0        | 0,5 | 25,3           | 0                         |
| <b>Steenbeek</b>                     | 39,6                   | 17,8     | 0,1        | 6,9 | 31,6           | 3                         |
| <b>Sterrebeek</b>                    | 61,4                   | 0,9      | 0,0        | 2,6 | 30,5           | 0                         |

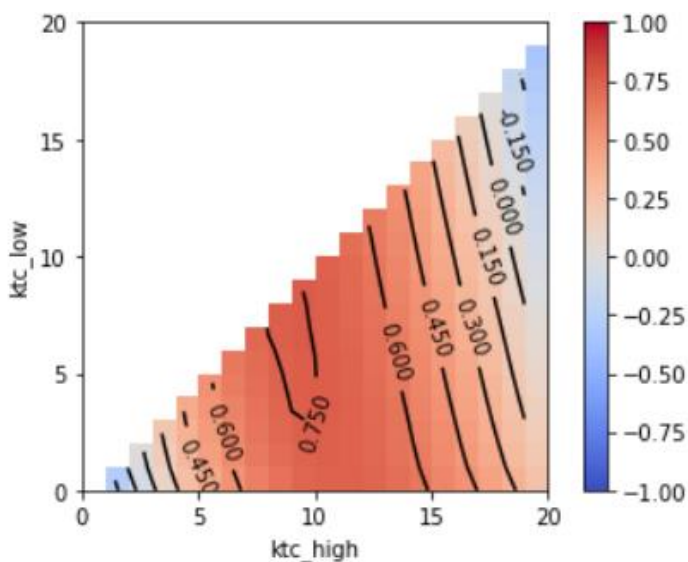
|                      |      |      |     |     |      |    |
|----------------------|------|------|-----|-----|------|----|
| <b>Ter Erpenbeek</b> | 38,3 | 32,4 | 0,0 | 2,6 | 25,1 | 0  |
| <b>Velm</b>          | 63,6 | 8,1  | 4,6 | 1,8 | 20,3 | 20 |
| <b>Wolvengracht</b>  | 84,2 | 3,5  | 0,0 | 0,2 | 9,0  | 0  |
| <b>Zouwbeek</b>      | 34,1 | 33,1 | 0,0 | 1,9 | 27,6 | 0  |
| <b>Zwedebeek</b>     | 33,7 | 31,8 | 0,0 | 0,5 | 31,0 | 0  |

## 7 KALIBRATIE BIJ EEN MODELRESOLUTIE VAN 20 METER

### 7.1 MODELEFFICIËNTIES VOOR TRANSPORTCOËFFICIËNTEN

Voor de kalibratie van WaTEM/SEDEM bij een resolutie van 20m werden de transportcoëfficiënten  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  gevarieerd tussen 0 en 20, met stappen van 1. Aangezien enkel de combinaties van transportcoëfficiënten waar  $kTC_{high}$  groter is dan  $kTC_{low}$  gemodelleerd werden, werden er 442 modelberekeningen per kalibratiegebied uitgevoerd.

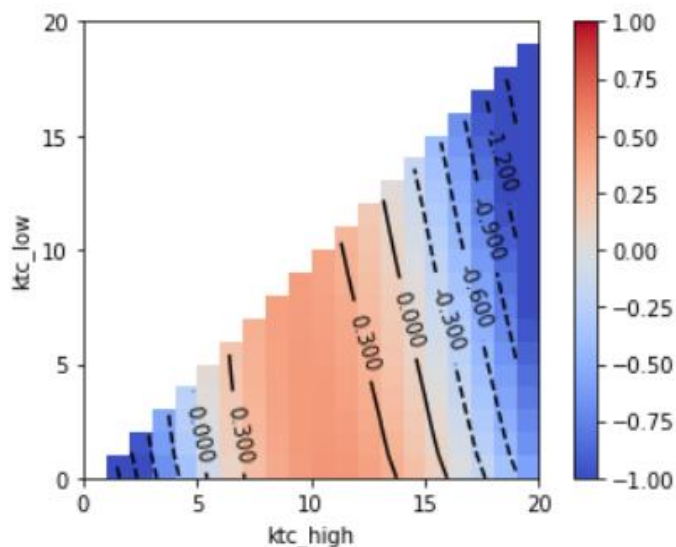
In Figuur 5 worden de modefficiënties (ME) voor alle berekende combinaties van  $kTC$ -factoren weergegeven. Deze modefficiënties geven weer hoe goed het model in staat is de totale sedimentvracht (ton/jaar), die geobserveerd is in de meetpunten, te voorspellen. Er worden hoge modefficiënties waargenomen met een maximum van 0,76. Deze hoge waarde geeft aan dat het WaTEM/SEDEM model met DHMVII (20m) als hoogtemodel goed in staat is de totale sedimentvracht te voorspellen.



Figuur 5: Modefficiënties van WaTEM/SEDEM voor de totale sedimentvracht (ton/jaar) bij een resolutie van 20m

Opvallend is dat de berekende modefficiënties voor een bepaalde  $kTC_{high}$  slechts weinig variëren in functie van  $kTC_{low}$ .

Het WaTEM/SEDEM model wordt niet enkel gebruikt om de totale sedimentvracht te berekenen, maar ook om de specifieke sedimentvracht (ton/ha/jaar) te berekenen. De berekende modefficiënties voor deze specifieke sedimentvracht worden gegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Modelefficiënties van WaTEM/SEDEM voor de specifieke sedimentvracht (ton/ha/jaar) bij een resolutie van 20m

Deze modelefficiënties liggen lager dan de modelefficiënties voor de totale sedimentvracht, maar zijn nog steeds voldoende hoog (tot maximaal 0,51) om van een goede modelvoorspelling te kunnen spreken. Een lagere waarde voor de modelefficiëntie bij de voorspelling van de specifieke sedimentvracht is te verwachten omdat de modelefficiëntie gevoelig is voor een goede voorspelling van hogere waarden (zie hoger paragraaf 3.2. herkalibratiemethodiek).

## 7.2 SELECTIE VAN TRANSPORTCOËFFICIËNTEN

Uit de 442 doorgerekende combinaties van transportcoëfficiënten werd een combinatie gekozen volgens de onder 3.2 beschreven kalibratiecriteria:

- een zo hoog mogelijke modelefficiëntie;
- een ratio tussen  $kTC_{low}$  en  $kTC_{high}$  gelegen tussen 0,35 en 0,15 (bij voorkeur dichtbij 0,3);
- een lineair verband tussen de gemodelleerde en gemeten waarden zo dicht mogelijk bij  $x=y$  (i.e. een richtingscoëfficiënt tussen 0,95 en 1,05).

Deze criteria moeten uiteraard gelden voor zowel de totale als de specifieke sedimentvrachten.

Gebaseerd op bovenstaande criteria werden voor de totale sedimentvracht vier combinaties van transportcoëfficiënten weerhouden. Deze worden gegeven in Tabel 14. De geselecteerde combinaties van transportcoëfficiënten voor de specifieke sedimentvracht worden gegeven in Tabel 15. Van de vier combinaties in Tabel 14 komen er drie ook voor in Tabel 15.

Tabel 14: Combinaties van kTC-factoren die voldoen aan de vooropgestelde criteria voor de totale sedimentvrachten (ton/jaar) bij een modelresolutie van 20m

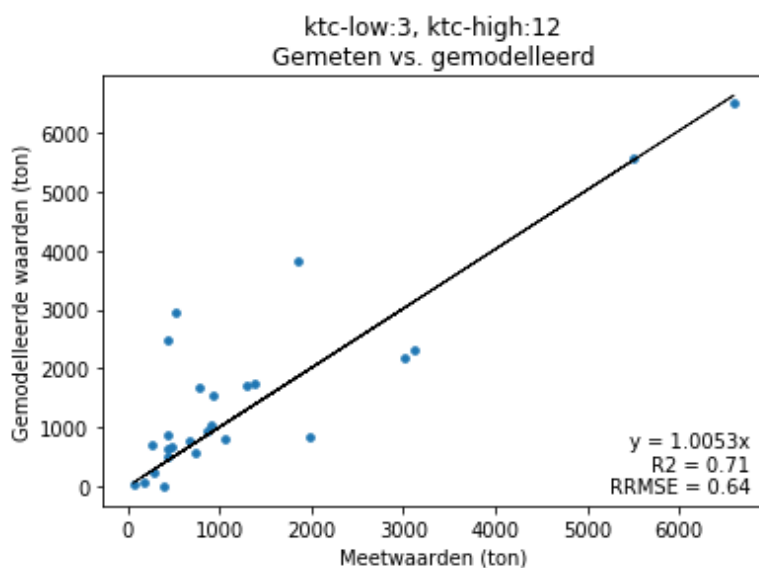
| kTC high  | kTC low  | Modefficiëntie (ME) | Richtingscoëfficiënt | R <sup>2</sup> | Ratio tussen kTC low en kTC high |
|-----------|----------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 12        | 2        | 0,71                | 0,99                 | 0,71           | 0,17                             |
| <b>12</b> | <b>3</b> | <b>0,70</b>         | <b>1,01</b>          | <b>0,71</b>    | <b>0,25</b>                      |
| 12        | 4        | 0,70                | 1,02                 | 0,71           | 0,33                             |
| 13        | 2        | 0,67                | 1,05                 | 0,70           | 0,15                             |

Tabel 15: Combinaties van kTC-factoren die voldoen aan de vooropgestelde criteria voor de specifieke sedimentvrachten (ton/jaar) bij een modelresolutie van 20m

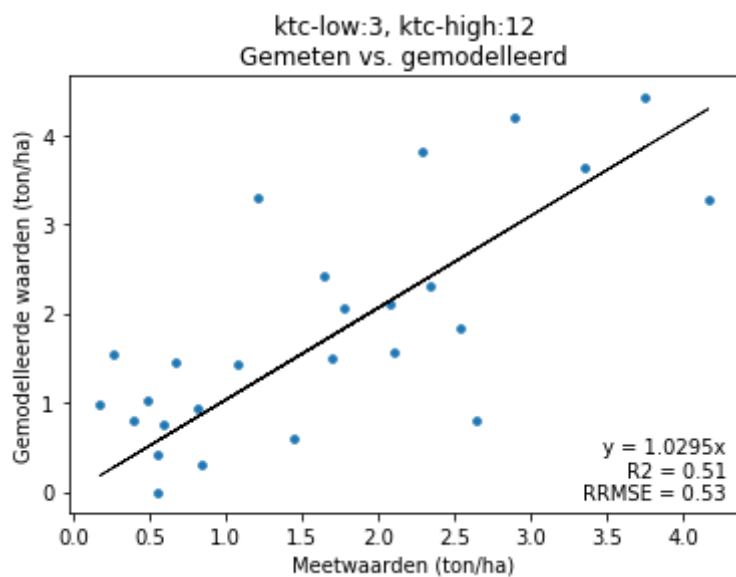
| kTC high  | kTC low  | Modefficiëntie (ME) | Richtingscoëfficiënt | R <sup>2</sup> | Ratio tussen kTC low en kTC high |
|-----------|----------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 11        | 3        | 0,46                | 0,96                 | 0,51           | 0,27                             |
| 11        | 4        | 0,45                | 0,97                 | 0,50           | 0,36                             |
| 12        | 2        | 0,41                | 1,02                 | 0,52           | 0,17                             |
| <b>12</b> | <b>3</b> | <b>0,39</b>         | <b>1,03</b>          | <b>0,51</b>    | <b>0,25</b>                      |
| 12        | 4        | 0,37                | 1,04                 | 0,51           | 0,33                             |

Er werd gekozen voor een kTC<sub>high</sub> van 12 en een kTC<sub>low</sub> van 3. Deze combinatie heeft voor zowel de totale als voor de specifieke sedimentvracht een hoge modefficiëntie, het lineaire verband tussen de gemeten en gemodelleerde waarden heeft een richtingscoëfficiënt dicht bij 1 en de verhouding tussen kTC<sub>low</sub> en kTC<sub>high</sub> bedraagt 0,25.

In Figuur 7 en Figuur 8 wordt het verband tussen de gemeten en gemodelleerde waarden gegeven voor de geselecteerde combinatie van kTC<sub>high</sub> en kTC<sub>low</sub>, alsook de RRMS (Relative Root Mean Square Error).



Figuur 7: Verband tussen de gemeten en gemodelleerde sedimentvrachten voor de combinatie van transportcoëfficiënten die het beste aan alle voorwaarden voldoet ( $k_{TC_{high}} = 12$ ;  $k_{TC_{low}} = 3$ ) bij een modelresolutie van 20m



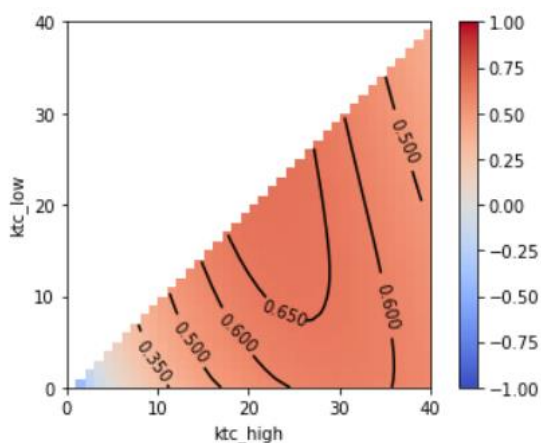
Figuur 8: Verband tussen de gemeten en gemodelleerde specifieke sedimentvrachten voor de combinatie van transportcoëfficiënten die het beste aan alle voorwaarden voldoet ( $k_{TC_{high}} = 12$ ;  $k_{TC_{low}} = 3$ ) bij een modelresolutie van 20m

## 8 KALIBRATIE BIJ EEN MODELRESOLUTIE VAN 5 METER

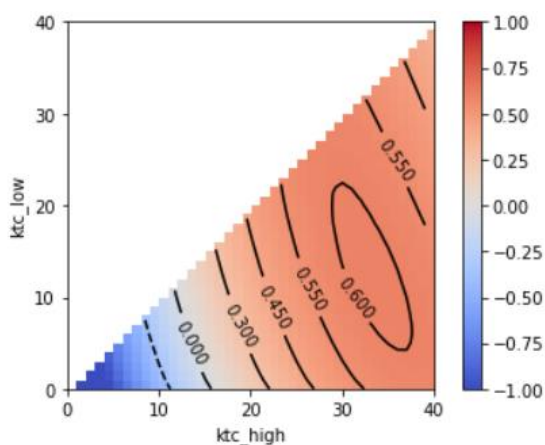
### 8.1 MODELEFFICIËNTIES VOOR TRANSPORTCOËFFICIËNTEN

Voor de kalibratie van WaTEM/SEDEM bij een resolutie van 5m werden de transportcoëfficiënten  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  gevarieerd tussen 0 en 40, met stappen van 1. Aangezien enkel de combinaties van transportcoëfficiënten waarbij  $kTC_{high}$  groter is dan  $kTC_{low}$  werden gemodelleerd, werden er 862 modelberekeningen per kalibratiegebied uitgevoerd.

De berekende modefficiënties (ME) voor de totale sedimentvrachten worden gegeven in Figuur 9. De modefficiënties voor de specifieke sedimentvrachten worden gegeven in Figuur 10.



Figuur 9: Modefficiënties van WaTEM/SEDEM voor de totale sedimentvracht (ton/jaar) bij een resolutie van 5m



Figuur 10: Modefficiënties van WaTEM/SEDEM voor de specifieke sedimentvracht (ton/ha/jaar) bij een resolutie van 5m

Het valt op dat de modefficiënties in een veel groter gebied hoog zijn, vergeleken met de modefficiënties bij een resolutie van 20 m (zie Figuur 5 en Figuur 6). Bovendien pieken de modefficiënties voor de specifieke

sedimentvracht niet in volledig hetzelfde bereik als de modefficiënties voor de totale sedimentvracht. Dit was wel het geval bij een resolutie van 20m.

## 8.2 SELECTIE VAN TRANSPORTCOËFFICIËNTEN

Gebaseerd op dezelfde criteria als bij de kalibratie bij een resolutie van 20m, werden Tabel 16 en Tabel 17 gemaakt. Zoals reeds opgemerkt in 8.1 zijn er veel meer combinaties van kTC-factoren die aan de gestelde voorwaarden voldoen.

Tabel 16: Combinaties van kTC-factoren die voldoen aan de vooropgestelde criteria voor de totale sedimentvrachten (ton/ha/jaar) bij een modelresolutie van 5m

| kTC high  | kTC low   | Modefficiëntie (ME) | Richtingscoëfficiënt | R <sup>2</sup> | Ratio tussen kTC low en kTC high |
|-----------|-----------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 34        | 10        | 0.61                | 0.95                 | 0.62           | 0.29                             |
| 34        | 11        | 0.61                | 0.96                 | 0.62           | 0.32                             |
| 35        | 9         | 0.60                | 0.96                 | 0.62           | 0.26                             |
| 35        | 10        | 0.60                | 0.97                 | 0.62           | 0.29                             |
| 35        | 11        | 0.60                | 0.97                 | 0.62           | 0.31                             |
| 35        | 12        | 0.60                | 0.98                 | 0.62           | 0.34                             |
| 36        | 10        | 0.59                | 0.98                 | 0.62           | 0.28                             |
| 36        | 11        | 0.59                | 0.99                 | 0.62           | 0.31                             |
| 36        | 12        | 0.58                | 1.00                 | 0.63           | 0.33                             |
| 37        | 10        | 0.58                | 1.00                 | 0.62           | 0.27                             |
| 37        | 11        | 0.57                | 1.01                 | 0.62           | 0.30                             |
| 37        | 12        | 0.57                | 1.01                 | 0.63           | 0.32                             |
| 38        | 10        | 0.56                | 1.01                 | 0.62           | 0.26                             |
| 38        | 11        | 0.56                | 1.02                 | 0.62           | 0.29                             |
| 38        | 12        | 0.56                | 1.03                 | 0.63           | 0.32                             |
| 38        | 13        | 0.55                | 1.04                 | 0.63           | 0.34                             |
| 39        | 10        | 0.55                | 1.03                 | 0.62           | 0.26                             |
| <b>39</b> | <b>11</b> | <b>0.55</b>         | <b>1.04</b>          | <b>0.62</b>    | <b>0.28</b>                      |
| 39        | 12        | 0.54                | 1.04                 | 0.63           | 0.31                             |

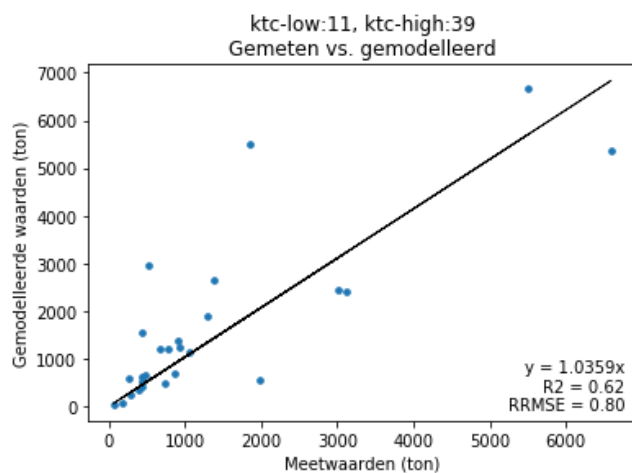
Tabel 17: Combinaties van kTC-factoren die voldoen aan de vooropgestelde criteria voor de specifieke sedimentvrachten (ton/ha/jaar) bij een modelresolutie van 5m

| kTC high  | kTC low   | Modelefficiëntie (ME) | Richtingscoëfficiënt | R <sup>2</sup> | Ratio tussen kTC low en kTC high |
|-----------|-----------|-----------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 38        | 13        | 0.59                  | 0.95                 | 0.49           | 0.34                             |
| <b>39</b> | <b>11</b> | <b>0.58</b>           | <b>0.96</b>          | <b>0.49</b>    | <b>0.28</b>                      |
| 39        | 12        | 0.58                  | 0.96                 | 0.49           | 0.31                             |
| 39        | 13        | 0.58                  | 0.97                 | 0.49           | 0.33                             |

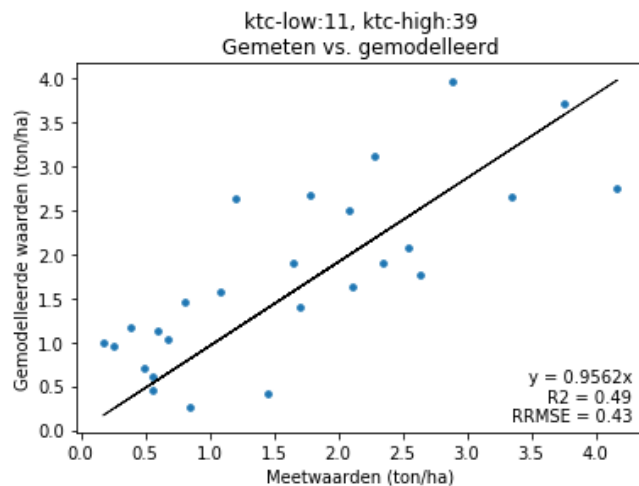
In tegenstelling tot de herkalibratie op een resolutie van 20m zijn de optimale waarden voor kTC verschillend voor de totale sedimentvracht en de specifieke sedimentvracht. Tevens valt op dat bij een maximale ME er steeds een bias optreedt, met name een onderschatting van de totale en van de specifieke sedimentvracht. De reden hiervoor is onduidelijk, maar heeft wellicht met het schaaleffect te maken. WaTEM/SEDEM bouwt verder op het RUSLE-model dat werd ontwikkeld op basis van erosiegegevens van plots met een gemiddelde lengte van 22m, wat beter aansluit bij een resolutie van 20m. Mogelijks zal bij de toepassing van het model op een fijnere resolutie de kalibratie van de kTC onrechtstreeks ook de gemodelleerde erosiewaarden bijsturen. Door te kiezen voor een set van kTC waarden waarbij de richtingscoëfficiënt 1 benadert, werd in ieder geval geopteerd voor een kalibratieset waarbij de sedimentfluxen zo correct mogelijk gesimuleerd werden. De lagere ME bij deze richtingscoëfficiënt heeft wellicht te maken met het feit dat de herschaling van enkele erosieparameters (zoals L en S, zie vergelijking 1) niet voor elk stroomgebied op eenzelfde manier gebeurt is. Bij de toepassing van de RUSLE op 5m resolutie werd eerder al iets gelijkaardigs vastgesteld en werd de LS-factor herschaald (Notebaert et al., 2006).

Er werd gekozen voor een kTC<sub>high</sub> van 39 en een kTC<sub>low</sub> van 11. Deze combinatie heeft voor zowel de totale als voor de specifieke sedimentvracht een gelijkaardige, hoge modelefficiëntie, het lineaire verband tussen de gemeten en gemodelleerde waarden heeft een richtingscoëfficiënt dicht bij 1 en de verhouding tussen kTC<sub>low</sub> en kTC<sub>high</sub> bedraagt 0,28.

In Figuur 11 en Figuur 12 wordt het verband tussen de gemeten en gemodelleerde waarden weergegeven voor de geselecteerde combinatie van kTC<sub>high</sub> en kTC<sub>low</sub>, alsook de RRMS (Relative Root Mean Square Error).



Figuur 11: Verband tussen de gemeten en gemodelleerde sedimentvrachten voor de combinatie van transportcoëfficiënten die het beste aan alle voorwaarden voldoet ( $k_{TC_{high}} = 39$ ;  $k_{TC_{low}} = 11$ ) bij een modelresolutie van 5m



Figuur 12: Verband tussen de gemeten en gemodelleerde specifieke sedimentvrachten voor de combinatie van transportcoëfficiënten die het beste aan alle voorwaarden voldoet ( $k_{TC_{high}} = 39$ ;  $k_{TC_{low}} = 11$ ) bij een modelresolutie van 5m

## 9 BESLUIT

Om bij het berekenen van watererosie en sedimenttransport via WaTEM/SEDEM het reliëf zo nauwkeurig mogelijk in rekening te brengen, werd ervoor geopteerd het recentste digitale hoogtemodel van Vlaanderen (DHMV-II) als inputbestand te gebruiken. Ook andere inputbestanden, zoals waterlopen, wegen, infrastructuur, landgebruik, landbouwpercelen en erosiebestrijdingsmaatregelen werden geactualiseerd. Bovendien werd de R-factor herrekend op basis van de meest recente neerslagdata en werd een verbeterde vertaling van de bodemkaart naar K-factoren gebruikt.

Naast de inputdata werden ook de gebruikte algoritmes en modelparameters doorgelicht en waar mogelijk verbeterd. Bij het DHMV-II op resolutie 5m werd ervoor geopteerd het hoogtemodel te filteren binnen de perceelsgrenzen. De berekening van de hellingsgraad werd niet enkel meer gebaseerd op het DHM, maar bij een gewijzigde afstromingsrichting (bvb. ter hoogte van perceelsgrenzen) berekend volgens de afstroomrichting. Tenslotte werd de routing tussen rivierpixels aangepast om een logische afstroming binnen de rivier te garanderen.

Voor de herkalibratie werd de oorspronkelijke dataset met sedimentmetingen, zoals verzameld door de KU Leuven (Verstraeten en Poesen, 2001), aangevuld met recentere sedimentmetingen, uitgevoerd door de VMM. Van de 43 beschikbare meetpunten werden er 26 weerhouden voor de kalibratie.

Bij het gebruik van het DHMV-II met resolutie 20m werden als optimale waarden voor  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  respectievelijk 12 en 3 weerhouden.

Bij het gebruik van het DHMV-II met resolutie 5m werden als optimale waarden voor  $kTC_{high}$  en  $kTC_{low}$  respectievelijk 39 en 11 weerhouden.

In de toekomst kunnen nog verdere verbeteringen aan de inputdata gebeuren. Zo wordt er momenteel in samenwerking met het AIV werk gemaakt van een hydrologisch gecorrigeerde versie van het DHMV-II. Ook nieuwe, nog verder te ontwikkelen datasets zouden het in de toekomst mogelijk kunnen maken dat er rekening gehouden wordt met het grachtennetwerk, kleine landschapselementen, holle wegen en/of sedimentafvoer naar de riolering. Het zal echter bij elke substantiële wijziging van de inputdata, algoritmes of parameterwaarden noodzakelijk zijn WaTEM/SEDEM opnieuw te kalibreren.

## 10 REFERENTIES

- Alatorre, L. C., Beguería, S., & García-Ruiz, J. M. (2010). Regional scale modeling of hillslope sediment delivery: A case study in the Barasona Reservoir watershed (Spain) using WATEM/SEDEM. *Journal of Hydrology*, 391(1-2), 109-123.
- Boix-Fayos, C., de Vente, J., Martínez-Mena, M., Barberá, G. G., & Castillo, V. (2008). The impact of land use change and check-dams on catchment sediment yield. *Hydrological Processes: An International Journal*, 22(25), 4922-4935.
- De Brue, H. (2016). Modelling the long-term evolution of anthropogenic land cover and environmental impact in the central Belgian Loess Belt. Integration of archaeological, geomorphological and palynological records. Non-published PhD thesis in Science, Geography, KU Leuven.
- Declercq, F., Poesen, J. (1991). Erosiekarakteristieken van de bodem in Laag- en Midden-België. *Tijdschrift van de Belg. Ver. Aardr. Studies*, BEVAS, 1: 29-46.
- Desmet, P.J.J., & Govers, G. (1996a). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of soil and water conservation*, 51(5), 427-433.
- Desmet, P.J.J., & Govers, G. (1996b). Comparison of routing algorithms for digital elevation models and their implications for predicting ephemeral gullies. *Int. J. Geographical Information Systems*, 10, 311-331.
- Gulinck, H., Janssens, K., Sanders, J. (1996). Digitale versie van de Bodemgebruikskaat Vlaanderen. OC-GIS Vlaanderen.
- Lieskovský, J., & Kenderessy, P. (2014). Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in vineyards: a case study in Vráble (Slovakia) using WATEM/SEDEM. *Land Degradation & Development*, 25(3), 288-296.
- Nearing, M.A. (1997). A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss, *Soil Science Society of America Journal*, 61: 917-919.
- Notebaert, B., Govers, G., Verstraeten, G., Van Oost, K., Ruyschaert, G., Poesen, J. & Van Rompaey, A. (2006). Verfijnde erosiekaart Vlaanderen: eindrapport, Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie, KU Leuven, 73 pp.
- Notebaert, B., Verstraeten, G., Ward, P., Renssen, H., & Van Rompaey, A. (2011). Modeling the sensitivity of sediment and water runoff dynamics to Holocene climate and land use changes at the catchment scale. *Geomorphology*, 126(1-2), 18-31.

Petric, K. (2013). Interregionale samenwerking rond het toepassen van een vernieuwde techniek bij de evaluatie van erosiebestrijding. Onderzoeksrapport, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse Overheid, 78 pp.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Vol. 703). Washington, DC: United States Department of Agriculture.

Shi, Z. H., Ai, L., Fang, N. F., & Zhu, H. D. (2012). Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area, China. *Journal of hydrology*, 438, 156-167.

Van Oost, K. (2003). Spatial modeling of soil redistribution processes in agricultural landscapes, unpublished PhD thesis, Faculty of Sciences, KU Leuven.

Van Oost, K., Govers, G., & Desmet, P.J.J. (2000). Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15 (6), 579-591.

Van Rompaey, A., Govers, G., Puttemans, C. (2002). Modelling land use changes and their impact on soil erosion and sediment supply to rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27(5): 481-494.

Van Rompaey, A., Govers, G., Waumans, T., Van Oost, K., Poesen, J. & Desmet, J. (2000). Een regionale bodemerosiekaart voor Vlaanderen. @WEL, 3, 6 pp.

Van Rompaey, A., Krasa, J. and Dostal, T. (2007). Modelling the impact of land cover changes in the Czech Republic on sediment delivery. *Land Use Policy*, 24(3), pp.576-583.

Van Rompaey, A., Verstraeten, G., Van Oost, K., Govers, G. & Poesen, J. (2001). Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surface Processes and Landforms* 26 (11), 1221-1236.

Verstraeten, G. (2006). Regional scale modelling of hillslope sediment delivery with SRTM elevation data. *Geomorphology*, 81(1-2), 128-140.

Verstraeten, G., & Poesen, J. (1999). The nature of small-scale flooding, muddy floods and retention pond sedimentation in central Belgium. *Geomorphology*, 29(3-4), 275-292.

Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. *Geomorphology*, 40(1-2), 123-144.

Verstraeten, G., Poesen, J., Demarée, G., & Salles, C. (2006a). Long-term (105 years) variability in rain erosivity as derived from 10-min rainfall depth data for Ukkel (Brussels, Belgium): Implications for assessing soil erosion rates. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D22).

Verstraeten, G., Poesen, J., Gillijns, K., & Govers, G. (2006b). The use of riparian vegetated filter strips to reduce river sediment loads: an overestimated control measure?. *Hydrological Processes: An International Journal*, 20(20), 4259-4267.

Verstraeten, G., & Prosser, I. P. (2008). Modelling the impact of land-use change and farm dam construction on hillslope sediment delivery to rivers at the regional scale. *Geomorphology*, 98(3-4), 199-212.

Verstraeten, G., Prosser, I. P., & Fogarty, P. (2007). Predicting the spatial patterns of hillslope sediment delivery to river channels in the Murrumbidgee catchment, Australia. *Journal of Hydrology*, 334(3-4), 440-454.

Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J. & Govers, G. (2001). Integraal land- en waterbeheer in landelijke gebieden met het oog op het beperken van bodemverlies en modderoverlast (proefproject gemeente Gingelom) – eindrapport juli 2001. In opdracht van: Ministerie van de Vlaamse gemeenschap – afdeling Land, 67 pp.

Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J. & Govers, G. (2002). Evaluating an integrated approach to catchment management to reduce soil loss and sediment pollution through modelling. *Soil Use and Management*, 18, 386-394.

Zevenbergen, L. W., & Thorne, C. R. (1987). Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surf. Process. Landforms*, 12: 47-56. doi:10.1002/esp.3290120107.



Koning Albert II laan 20/8  
1000 Brussel  
**omgevingvlaanderen.be**



**Vlaanderen**  
is omgeving

# Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogte- model

 **Addendum**

DEPARTEMENT  
OMGEVING

[omgevingvlaanderen.be](http://omgevingvlaanderen.be)

## **Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogtemodel: addendum**

De beschikbaarheid van nieuwe inputdata en aanpassingen aan de modelcode maakten de herkalibratie van het WaTEM/SEDEM model noodzakelijk. De kalibratiedataset werd hierbij aangevuld met recente sedimentmetingen in de waterlopen. Het resultaat van deze studie zijn nieuwe transportcoëfficiënten voor het berekenen van erosie en sedimenttransport in Vlaanderen. Voorliggend addendum hoort als bijlage bij het gelijknamige eindrapport van deze studie.

---

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

---

## **COLOFON**

### **Verantwoordelijke uitgever**

Peter Cabus  
Departement Omgeving  
Vlaams Planbureau voor Omgeving  
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel  
vpo.omgeving@vlaanderen.be  
www.omgevingvlaanderen.be

### **Auteurs**

Petra Deproost - Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving  
Daan Renders en Johan Van de Wauw – Fluves  
Nele Van Ransbeeck - VMM, Afdeling Operationeel Waterbeheer  
Gert Verstraeten - KU Leuven, Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, Afdeling Geografie en Toerisme

### **Wijze van citeren**

Deproost, P., Renders, D., Van de Wauw, J., Van Ransbeeck, N. & Verstraeten, G. (2018). Herkalibratie van WaTEM/SEDEM met het DHMV-II als hoogtemodel: addendum. Departement Omgeving, Brussel, 90 pp.

## **PARTNERS**

FLUVES

VLAAMSE  
MILIEUMAATSCHAPPIJ

KU LEUVEN

## INHOUD

|            |                                                                            |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| BIJLAGE 1: | Omzetting van beheerovereenkomsten naar grasstroken en bufferbekkens ..... | 4  |
| 1.1        | Omzetting van beheerovereenkomsten naar grasstroken                        | 4  |
| 1.2        | Omzetting van beheerovereenkomsten naar erosiebestrijdingsmaatregelen      | 5  |
| BIJLAGE 2: | Omzetting van gewascode naar landgebruiksklassen .....                     | 6  |
| BIJLAGE 3: | Sedimentmeetpunten weerhouden voor kalibratie.....                         | 15 |
| 3.1        | Broenbeek                                                                  | 15 |
| 3.2        | Douvebeek                                                                  | 17 |
| 3.3        | Etikhove = Mariaborrebeek                                                  | 19 |
| 3.4        | Ganspoel                                                                   | 22 |
| 3.5        | Heulegracht                                                                | 24 |
| 3.6        | Huise_opwaarts                                                             | 26 |
| 3.7        | Kemmelbeek                                                                 | 28 |
| 3.8        | Kerniel                                                                    | 30 |
| 3.9        | Kinderveld                                                                 | 32 |
| 3.10       | Maarke-Kerkem-Broekbeek                                                    | 34 |
| 3.11       | Maarke-Kerkem-Molenbeek                                                    | 36 |
| 3.12       | Miele-Boven-aalst                                                          | 38 |
| 3.13       | Muizen                                                                     | 40 |
| 3.14       | Munkbosbeek                                                                | 42 |
| 3.15       | Nukerke                                                                    | 43 |
| 3.16       | Piringen                                                                   | 45 |
| 3.17       | Ronebeek                                                                   | 47 |
| 3.18       | Rooigembeek                                                                | 49 |
| 3.19       | Sint-Jansbeek                                                              | 51 |
| 3.20       | Steenbeek                                                                  | 53 |
| 3.21       | Sterrebeek                                                                 | 55 |
| 3.22       | Ter Erpenbeek                                                              | 57 |
| 3.23       | Velm                                                                       | 59 |
| 3.24       | Wolvengracht                                                               | 61 |
| 3.25       | Zouwbeek                                                                   | 63 |
| 3.26       | Zwedebeek                                                                  | 65 |
| BIJLAGE 4: | Sedimentmeetpunten niet weerhouden voor kalibratie .....                   | 67 |
| 4.1        | Bellewaerdebeek                                                            | 67 |
| 4.2        | Ciplet                                                                     | 69 |
| 4.3        | Hammeveld 1                                                                | 70 |
| 4.4        | Hammeveld 2                                                                | 71 |
| 4.5        | Hannut                                                                     | 72 |
| 4.6        | Heks                                                                       | 73 |
| 4.7        | Holsbeek                                                                   | 74 |
| 4.8        | Huise_afwaarts                                                             | 76 |
| 4.9        | Leupegem                                                                   | 78 |
| 4.10       | Montenaken                                                                 | 81 |
| 4.11       | Neerwinden                                                                 | 82 |
| 4.12       | Nerm                                                                       | 84 |
| 4.13       | Nossegem                                                                   | 85 |
| 4.14       | Vechmaal                                                                   | 87 |
| 4.15       | Ville-en-Hesbaye                                                           | 88 |
| 4.16       | Vleterbeek                                                                 | 89 |
| 4.17       | Wellen                                                                     | 90 |

# BIJLAGE 1: OMZETTING VAN BEHEEROVEREENKOMSTEN NAAR GRASSTROKEN EN BUFFERBEKKENS

## 1.1 OMZETTING VAN BEHEEROVEREENKOMSTEN NAAR GRASSTROKEN

| Beheerpakket                                                | Landgebruiksklasse |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|
| Aanleg en onderhoud bloemenstrook (MB2015)                  | -6                 |
| Aanleg en onderhoud gemengde grasstrook (MB2015)            | -6                 |
| Aanleg en onderhoud gemengde grasstrook plus (MB2015)       | -6                 |
| Aanleg en onderhoud gemengde grasstrook vogelakker (MB2017) | -6                 |
| Aanleg en onderhoud grasstrook (MB2015)                     | -6                 |
| Aanleg en onderhoud grasstrook 15 juni (MB2015)             | -6                 |
| Aanleg en onderhoud luzernestrook hamster (MB2017)          | -6                 |
| Aanleg en onderhoud luzernestrook vogelakker (MB2017)       | -6                 |
| AKV gemengde grasstrook duorand (MB2011)                    | -6                 |
| AKV gemengde grasstrook triorand (MB2011)                   | -6                 |
| AKV opgeploegde grasstrook duorand (MB2011)                 | -6                 |
| AV gemengde grasstroken (MB 2008)                           | -6                 |
| AV opgeploegde gemengde grasstroken (MB 2008)               | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasbufferstrook                     | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasbufferstrook (MB 2008)           | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasbufferstrook (MB2011)            | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang                             | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang (=perceelsrand)             | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang (=rand) (MB 2008)           | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang (MB 2008)                   | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang (MB2011)                    | -6                 |
| ER aanleg en onderhoud grasgang = rand (MB2011)             | -6                 |
| ER grasbufferstrook met teeltbeperking (MB2011)             | -6                 |
| ER grasbufferstrook zonder teeltbeperking (MB2011)          | -6                 |
| HA luzernestroken                                           | -6                 |
| PR holle weg                                                | -6                 |
| PR houtige l.e./wegberm                                     | -6                 |
| PR milieu                                                   | -6                 |
| PR milieu (MB 2008)                                         | -6                 |
| PR natuur                                                   | -6                 |
| PR natuur (MB 2008)                                         | -6                 |
| PR waterloop - akker (gras)                                 | -6                 |
| PR waterloop - akker (s.e.)                                 | -6                 |
| PR waterloop - graasweide                                   | -6                 |
| PR waterloop - hooiweide/-land                              | -6                 |

| Beheerpakket                                | Landgebruiksklasse |
|---------------------------------------------|--------------------|
| PRB milieu (MB2011)                         | -6                 |
| PRB natuur 15 juli (MB2011)                 | -6                 |
| PRB natuur 15 juni (MB2011)                 | -6                 |
| PRB natuur duorand (MB2011)                 | -6                 |
| Onderhoud gemengde grasstrook (MB2015)      | -6                 |
| Onderhoud gemengde grasstrook plus (MB2015) | -6                 |

## 1.2 OMZETTING VAN BEHEEROVEREENKOMSTEN NAAR EROSIEBESTRIJDINGSMAATREGELEN

| Beheerpakket                                | Erosiebestrijdingsmaatregel |
|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Aanleg en onderhoud erosiedam (MB2015)      | bufferbekken                |
| ER aanleg dam + erosiepoel - akker (MB2011) | bufferbekken                |
| ER aanleg dam + erosiepoel - gras (MB2011)  | bufferbekken                |
| ER aanleg dam + erosiepoel (gras) (MB 2008) | bufferbekken                |

## BIJLAGE 2: OMZETTING VAN GEWASCODES NAAR LANDGEBRUIKSKLASSEN

Bijlage 2 geeft de omzetting van de gewascode van de landbouwpercelenkaarten van het Departement Landbouw en Visserij naar de landgebruiksklassen van WaTEM-SEDEM.

| Gewascode | Teeltomschrijving                                                     | Landgebruiksklasse |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1         | Stallen en gebouwen                                                   | -2                 |
| 2         | Andere gebouwen                                                       | -2                 |
| 3         | Poelen < 0,1 ha                                                       | -5                 |
| 4         | Houtkanten en houtwallen <= 10 m breed                                | -3                 |
| 5         | Tuin met hoogstam                                                     | -4                 |
| 6         | Begraasde niet-landbouwgrond met gebruiksovereenkomst                 | -4                 |
| 7         | Niet-begraasde natuurgrond                                            | -4                 |
| 8         | Volkstuinpark                                                         | > 0                |
| 9         | Onverharde landingsbaan of veiligheidszones op vliegvelden            | -4                 |
| 34        | Haver                                                                 | > 0                |
| 35        | Triticale                                                             | > 0                |
| 36        | Spelt                                                                 | > 0                |
| 37        | Boekweit                                                              | > 0                |
| 38        | Gierst, sorghum, kanariezaad of harde tarwe                           | > 0                |
| 39        | Andere granen (bv. Mengkoren)                                         | > 0                |
| 42        | Zonnebloempitten                                                      | > 0                |
| 43        | Sojabonen                                                             | > 0                |
| 44        | Andere oliehoudende zaden                                             | > 0                |
| 45        | Olievlas (geen vezelvas)                                              | > 0                |
| 51        | Erwten (droog geoogst)/Voedererwten (niet voor menselijke consumptie) | > 0                |
| 52        | Tuin- en veldbonen (niet voor menselijke consumptie/droog geoogst)    | > 0                |
| 53        | Niet-bittere lupinen                                                  | > 0                |
| 60        | Grasland                                                              | -4                 |
| 61        | Blijvend grasland                                                     | -4                 |
| 62        | Tijdelijk grasland                                                    | -4                 |
| 63        | Graskruiden mengsel                                                   | -4                 |
| 71        | Voederbieten                                                          | > 0                |
| 72        | Klavers                                                               | -4                 |
| 73        | Luzerne                                                               | -4                 |
| 81        | Spontane bedekking/Braakliggend land zonder minimale activiteit       | -4                 |
| 82        | Braakliggend land met minimale activiteit zonder EAG                  | -4                 |
| 83        | Vlinderbloemigen                                                      | -4                 |

| Gewascode | Teeltomschrijving                                                   | Landgebruiksklasse |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 84        | Mengsel van grassen en vlinderbloemigen                             | -4                 |
| 85        | Andere bedekking                                                    | > 0                |
| 88        | niet-landbouwkundig gebruik (bv. grondopslag)                       | > 0                |
| 89        | Braakliggend land met minimale activiteit met EAG                   | -4                 |
| 90        | Aardappelen                                                         | > 0                |
| 91        | Suikerbieten                                                        | > 0                |
| 92        | Hazelnoten en walnoten                                              | > 0                |
| 94        | Stambonen (bvb. bruine bonen) - vers                                | > 0                |
| 96        | Niet-eetbare tuinbouwgewassen                                       | > 0                |
| 98        | Faunamengsel                                                        | > 0                |
| 99        | Teelt niet vast te stellen                                          | > 0                |
| 100       | Niet ingezaaid akkerland                                            | > 0                |
| 201       | Silomaïs                                                            | > 0                |
| 202       | Korrelmaïs                                                          | > 0                |
| 311       | Wintertarwe                                                         | > 0                |
| 312       | Zomertarwe                                                          | > 0                |
| 321       | Wintergerst                                                         | > 0                |
| 322       | Zomergerst                                                          | > 0                |
| 323       | Brouwgerst                                                          | > 0                |
| 331       | Winterrogge                                                         | > 0                |
| 332       | Zomerrogge                                                          | > 0                |
| 341       | Winterhaver                                                         | > 0                |
| 342       | Zomerhaver                                                          | > 0                |
| 381       | Sorghum                                                             | > 0                |
| 382       | Quinoa                                                              | > 0                |
| 383       | Gierst                                                              | > 0                |
| 411       | Winterkool- en raapzaad                                             | > 0                |
| 412       | Zomerkool- en raapzaad                                              | > 0                |
| 611       | Permanent grasland minstens 1x begraasd                             | -4                 |
| 612       | Permanent grasland niet begraasd (uitsluitend gemaaid)              | -4                 |
| 613       | Grasland met een bijzonder statuut                                  | -4                 |
| 621       | Tijdelijk grasland minstens 1x begraasd                             | -4                 |
| 622       | Tijdelijk grasland uitsluitend bestemd om te maaien en/of te hooien | -4                 |
| 630       | Alexandrijnse klaver                                                | -4                 |
| 631       | Witte of rode klaver                                                | -4                 |
| 632       | Andere klavers                                                      | -4                 |
| 633       | Wikken                                                              | -4                 |
| 634       | Italiaans raaigras                                                  | -4                 |
| 635       | Westerwolds raaigras                                                | -4                 |
| 636       | Engels raaigras                                                     | -4                 |
| 637       | Hybride raaigras                                                    | -4                 |
| 638       | Festulolium                                                         | -4                 |

| Gewascode | Teeltomschrijving                                                                  | Landgebruiksklasse |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 639       | Snijrogge                                                                          | > 0                |
| 640       | Zomerhaver                                                                         | > 0                |
| 642       | Bladrammenas                                                                       | > 0                |
| 643       | Gele mosterd                                                                       | > 0                |
| 644       | Lupinen                                                                            | > 0                |
| 645       | Phacelia                                                                           | > 0                |
| 646       | Tagetes (Afrikaantje)                                                              | > 0                |
| 647       | Andere niet-vlinderbloemige groenbemester                                          | > 0                |
| 648       | Andere vlinderbloemige groenbedekker                                               | > 0                |
| 649       | Nyger                                                                              | > 0                |
| 650       | Japanse haver                                                                      | > 0                |
| 651       | Nootzoetraapzaad                                                                   | > 0                |
| 653       | Soedangras                                                                         | > 0                |
| 654       | Zwaardherik                                                                        | > 0                |
| 655       | Sareptamosterd                                                                     | > 0                |
| 656       | Bladrammenas                                                                       | > 0                |
| 657       | Gras in onderzaai                                                                  | > 0                |
| 658       | Mengsel met 1 of meer vlinderbloemige groenbedekkers                               | > 0                |
| 659       | Mengsel van niet-vlinderbloemige groenbedekkers                                    | > 0                |
| 660       | Grasluzerne                                                                        | -4                 |
| 700       | Grasklaver                                                                         | -4                 |
| 701       | Eenjarige grasklaver                                                               | -4                 |
| 702       | Meerjarige grasklaver                                                              | -4                 |
| 721       | Eenjarige klaver                                                                   | -4                 |
| 722       | Meerjarige klaver                                                                  | -4                 |
| 723       | Rode klaver                                                                        | -4                 |
| 731       | Eenjarige luzerne                                                                  | -4                 |
| 732       | Meerjarige luzerne                                                                 | -4                 |
| 741       | Voederkool (bladkool)                                                              | > 0                |
| 742       | Voederwortelen                                                                     | > 0                |
| 743       | Andere voedergewassen                                                              | > 0                |
| 744       | Mengsel van vlinderbloemigen                                                       | -4                 |
| 745       | Mengsel van gras en vlinderbloemigen (andere dan grasklaver)                       | -4                 |
| 746       | Voederrapen                                                                        | > 0                |
| 747       | Wikke                                                                              | > 0                |
| 751       | Wendakker                                                                          | > 0                |
| 831       | Erwten (andere dan droog geoogst) - industrie                                      | > 0                |
| 832       | Tuin- en veldbonen (andere dan droog geoogst) - industrie                          | > 0                |
| 851       | Andere bedekking waarvan gecertificeerd mengsel met tenminste 20% van elke familie | -4                 |
| 852       | Mengsel van andere groenbedekkers                                                  | > 0                |
| 856       | Andere kruiden - industriële verwerking                                            | > 0                |



| Gewascode | Teeltomschrijving                                | Landgebruiksklasse |
|-----------|--------------------------------------------------|--------------------|
| 974       | Meerjarige fruitteelten (andere dan appel, peer) | > 0                |
| 981       | Chicorei                                         | > 0                |
| 982       | Andere                                           | > 0                |
| 983       | Engelwortel - industriële verwerking             | > 0                |
| 999       | Niet nader omschreven gewas - kleine landbouwer  | > 0                |
| 4111      | Winterkoolzaad                                   | > 0                |
| 4112      | Winterraapzaad                                   | > 0                |
| 4121      | Zomerkoolzaad                                    | > 0                |
| 4122      | Zomerraapzaad                                    | > 0                |
| 6490      | Mengsel groenbedekkers, > 50 % grassen           | > 0                |
| 6491      | Mengsel groenbedekkers, > 50 % vlinderbloemigen  | > 0                |
| 6492      | Mengsel groenbedekkers, > 50 % andere            | > 0                |
| 8409      | Pastinaak - industrie                            | > 0                |
| 8410      | Stamslabonen - industrie                         | > 0                |
| 8411      | Snijbonen - industrie                            | > 0                |
| 8412      | Flageolets (voor de boon) - industrie            | > 0                |
| 8456      | Butternut-pompoen - industrie                    | > 0                |
| 8511      | Asperge - industrie                              | > 0                |
| 8512      | Spruitkool - industrie                           | > 0                |
| 8513      | Sjalotten - industrie                            | > 0                |
| 8514      | Ajuinen (niet-vroege) - industrie                | > 0                |
| 8515      | Witloof (voor het loof) - industrie              | > 0                |
| 8517      | Rabarber - industrie                             | > 0                |
| 8518      | Kropsla - industrie                              | > 0                |
| 8519      | Spinazie - industrie                             | > 0                |
| 8523      | Bloemkool - industrie                            | > 0                |
| 8524      | Boerenkool - industrie                           | > 0                |
| 8525      | Broccoli - industrie                             | > 0                |
| 8526      | Chinese kool - industrie                         | > 0                |
| 8527      | Rode kool - industrie                            | > 0                |
| 8528      | Koolraap - industrie                             | > 0                |
| 8529      | Koolrabi - industrie                             | > 0                |
| 8530      | Raap - industrie                                 | > 0                |
| 8531      | Radijs - industrie                               | > 0                |
| 8532      | Rode biet - industrie                            | > 0                |
| 8533      | Schorseneer - industrie                          | > 0                |
| 8534      | (Knol)venkel - industrie                         | > 0                |
| 8535      | Wortel (niet-vroege) (consumptie) - industrie    | > 0                |
| 8537      | Andijvie - industrie                             | > 0                |
| 8538      | Prei - industrie                                 | > 0                |
| 8539      | Bladselder - industrie                           | > 0                |
| 8540      | Witte kool - industrie                           | > 0                |
| 8541      | Courgettes - industrie                           | > 0                |



| Gewascode | Teeltomschrijving                        | Landgebruiksklasse |
|-----------|------------------------------------------|--------------------|
| 9522      | Meerjarige sierplanten                   | > 0                |
| 9523      | Bloemkool - vers                         | > 0                |
| 9524      | Boerenkool - vers                        | > 0                |
| 9525      | Broccoli - vers                          | > 0                |
| 9526      | Chinese kool - vers                      | > 0                |
| 9527      | Rode kool - vers                         | > 0                |
| 9528      | Koolraap - vers                          | > 0                |
| 9529      | Koolrabi - vers                          | > 0                |
| 9530      | Raap - vers                              | > 0                |
| 9531      | Radijs - vers                            | > 0                |
| 9532      | Rode biet - vers                         | > 0                |
| 9533      | Schorseneer - vers                       | > 0                |
| 9534      | (Knol)venkel - vers                      | > 0                |
| 9535      | Wortel (niet-vroege) (consumptie) - vers | > 0                |
| 9536      | Champignons (loods)                      | -2                 |
| 9537      | Andijvie - vers                          | > 0                |
| 9538      | Prei - vers                              | > 0                |
| 9539      | Bladselder - vers                        | > 0                |
| 9540      | Witte kool - vers                        | > 0                |
| 9541      | Courgettes - vers                        | > 0                |
| 9542      | Veldsla - vers                           | > 0                |
| 9543      | Knolselder - vers                        | > 0                |
| 9544      | Ijsbergsla - vers                        | > 0                |
| 9545      | Raketsla - Rucola - vers                 | > 0                |
| 9546      | Savooikool - vers                        | > 0                |
| 9547      | Chrysanten                               | > 0                |
| 9548      | Groene selder - vers                     | > 0                |
| 9550      | Rammenas - vers                          | > 0                |
| 9551      | Bleekselder - vers                       | > 0                |
| 9552      | Tomaten - vers                           | -2                 |
| 9553      | Paprika - vers                           | -2                 |
| 9554      | Komkommers - vers                        | -2                 |
| 9555      | Aubergines - vers                        | -2                 |
| 9556      | Pompoenen - vers                         | > 0                |
| 9557      | Andere alternatieve slasoorten - vers    | > 0                |
| 9558      | Vroege bladgroenten - vers               | > 0                |
| 9559      | Groentezaden                             | > 0                |
| 9560      | Boomkweek - bosplanten                   | > 0                |
| 9561      | Witloof (voor de wortel) - vers          | > 0                |
| 9563      | Ajuinen (vroege) - vers                  | > 0                |
| 9564      | Wortel (vroege) (consumptie) - vers      | > 0                |
| 9565      | Jongplanten voor de sierteelt            | -2                 |
| 9566      | Zaden voor de sierteelt                  | > 0                |

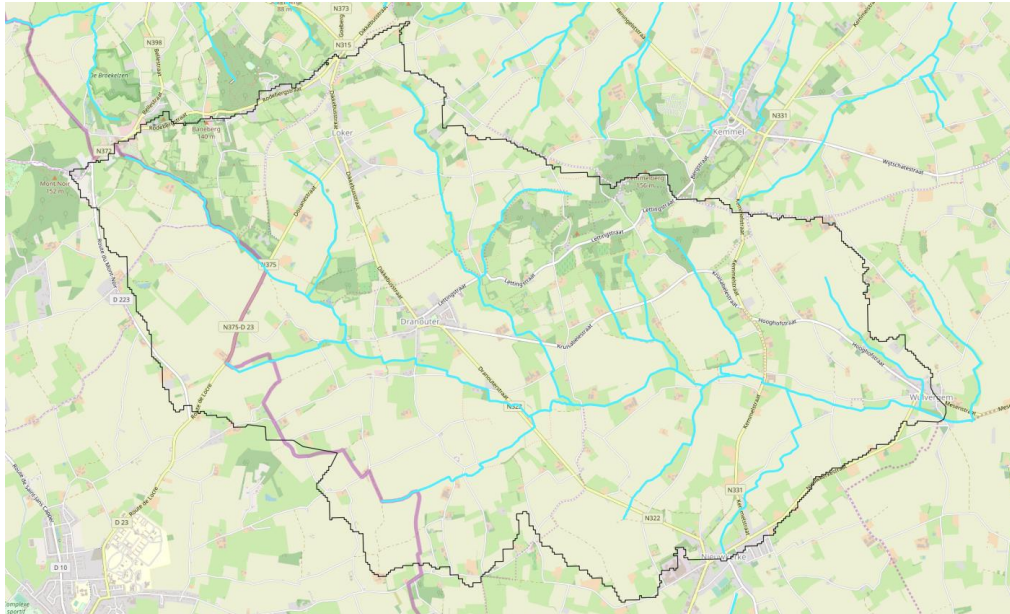


| Gewascode | Teeltomschrijving                                     | Landgebruiksklasse |
|-----------|-------------------------------------------------------|--------------------|
| 9729      | Kiwibes                                               | > 0                |
| 9730      | Meerjarige fruitteelten hoogstam (appel)              | > 0                |
| 9731      | Meerjarige fruitteelten hoogstam (peer)               | > 0                |
| 9811      | Cichorei (inuline)                                    | > 0                |
| 9812      | Cichorei (koffiesurrogaat)                            | > 0                |
| 9821      | Tabak                                                 | > 0                |
| 9822      | Hop                                                   | > 0                |
| 9823      | Weiland met niet-oogstbare bomen (> 100 bomen per ha) | -4                 |
| 9824      | Grassen in natuurbeheer                               | -4                 |
| 9825      | Heide in natuurbeheer                                 | -4                 |
| 9826      | Houtkanten en houtwallen                              | -3                 |
| 9827      | Weiland met oogstbare hoogstam bomen (> 100 bomen/ha) | -4                 |
| 9828      | Natuurlijk grasland met minimumactiviteit             | -4                 |
| 9829      | Natuurlijk grasland zonder minimumactiviteit          | -4                 |
| 9831      | Bloemenmengsel                                        | > 0                |
| 9832      | Bloemenmengsel voor EAG Braak                         | > 0                |
| 9999      | Blanco gewascode                                      | > 0                |

### 3.1 BROENBEEK

|                       |                                                                                                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Niet gekend                                                                                                                    |
| Andere bijzonderheden | -                                                                                                                              |
| Opmerkingen           | Het afstromingsgebied loopt in het noorden niet verder dan de N8.<br>Ook de grens bepaald door de N454, moet behouden blijven. |

### 3.2 DOUVEBEEK

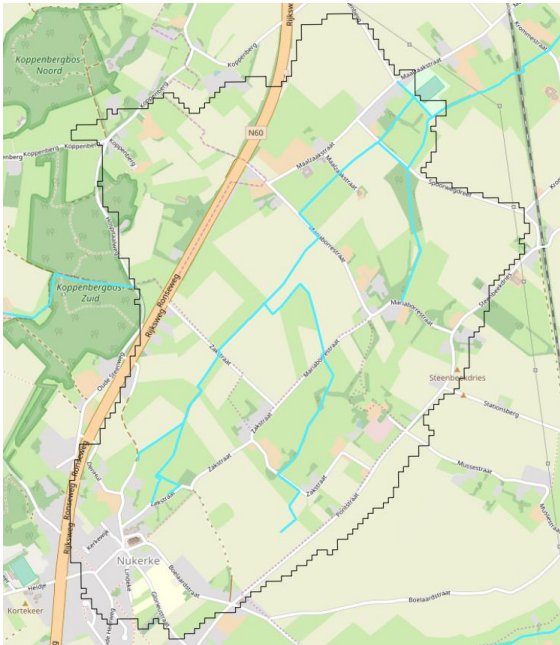
|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten<br>(Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot<br>op 50 m) | X: 43225<br>Y:169100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Waterloop                                                  | Douvebeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Meetperiode(n)                                             | 1993-1996                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte<br>toestroomgebied<br>(ha)                         | 2.653                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sedimentlading<br>(ton/jaar)                               | 5.514                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke<br>sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)              | 2,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                                | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                       | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening<br>toestroomgebied                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                        |                                                                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                                                                 |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                                                                 |
| Andere bijzonderheden  | Opwaarts deel van het bekken ligt in Frankrijk, wat overeenkomt met ongeveer 15% van de totale oppervlakte. |
| Opmerkingen            | Een deel van het toestroomgebied van de Douvebeek ligt in Frankrijk, maar deze oppervlakte is beperkt.      |

### 3.3 ETIKHOVE = MARIABORREBEEK

Het oude meetpunt 'Mariaborrebeek' en het nieuwe meetpunt 'Etikhove' betreffen dezelfde meetlocatie. Beide datasets werden daarom samengevoegd. De gemeten sedimentladingen waren nagenoeg identiek.

#### OUD MEETPUNT

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 200 m) | X: 96815<br>Y: 167200                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Waterloop                                             | Mariaborrebeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Meetperiode(n)                                        | 1991-1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                          | 267                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)                             | 444                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)            | 1,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                           | Meting sedimentlast via continue debietsmetingen en sedimentconcentratievergelijkingen.                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                  | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Voet, M., 1997. Sedimentafvoeren in kleine stroomgebieden. Water, 92: 10-14. |
| Afbakening toestroomgebied                            |                                                                                                                                                                                                                                  |

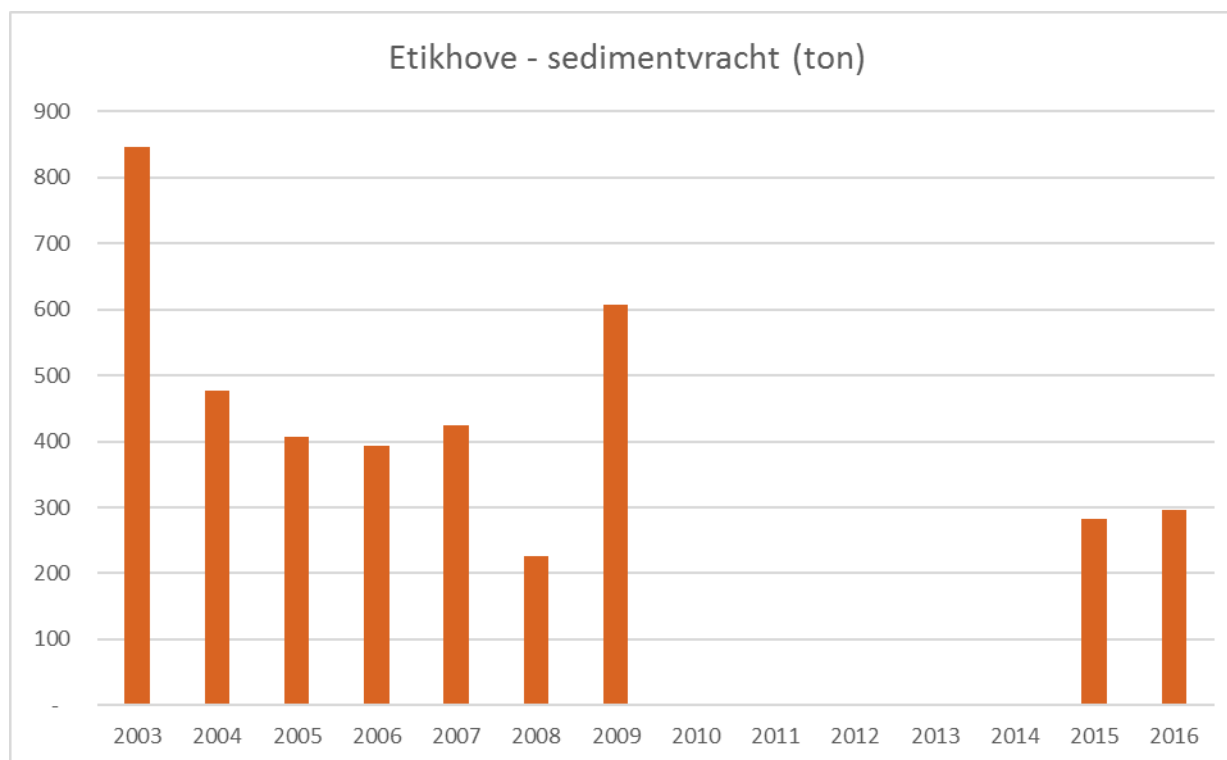
|                        |                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                           |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                           |
| Andere bijzonderheden  | Sedimentlast enkel berekend voor periodes met hoogwaterafvoer.<br>De totale sedimentvracht kan dus iets hoger liggen.<br>Staat verkeerd aangegeven in doctoraat Verstraeten onder de naam Nederaalbeek (maar ligt niet op deze beek). |

#### NIEUW MEETPUNT

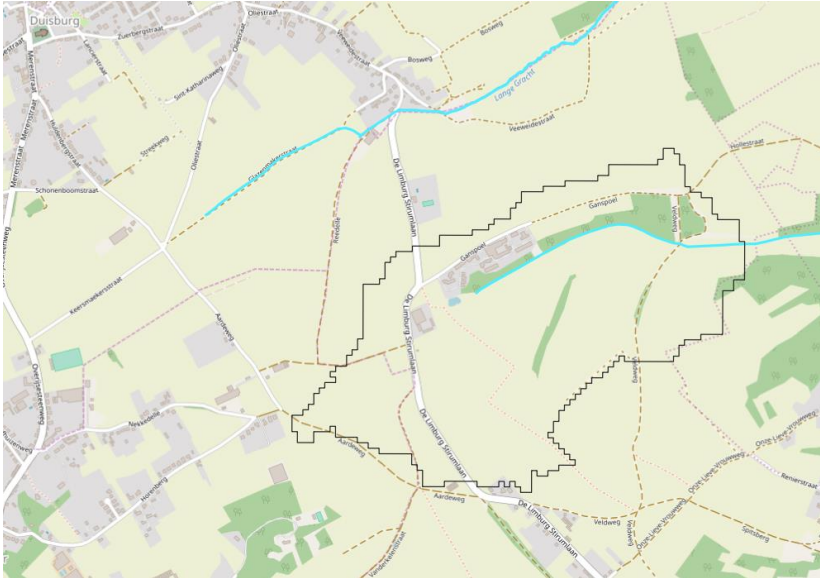
|                                         |                                                                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 96714                                                                      |
|                                         | Y: 167158                                                                     |
| Waterloop                               | Mariaborrebeek                                                                |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2009<br>2015-2016                                                        |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 267                                                                           |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 440                                                                           |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 1,6                                                                           |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop |
| Bron                                    | VMM meetpunt nr. LS06_348                                                     |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                             |
| Extra sedimentbronnen                   | Eén industriële lozing sinds 1999                                             |
| Andere bijzonderheden                   | -                                                                             |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2003 | 846                       | 3,2                                     |
| 2004 | 477                       | 1,8                                     |
| 2005 | 407                       | 1,5                                     |
| 2006 | 394                       | 1,5                                     |
| 2007 | 424                       | 1,6                                     |
| 2008 | 227                       | 0,9                                     |
| 2009 | 607                       | 2,3                                     |
| 2010 | -                         | -                                       |
| 2011 | -                         | -                                       |
| 2012 | -                         | -                                       |

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 2013 | -   | -   |
| 2014 | -   | -   |
| 2015 | 282 | 1,1 |
| 2016 | 297 | 1,1 |



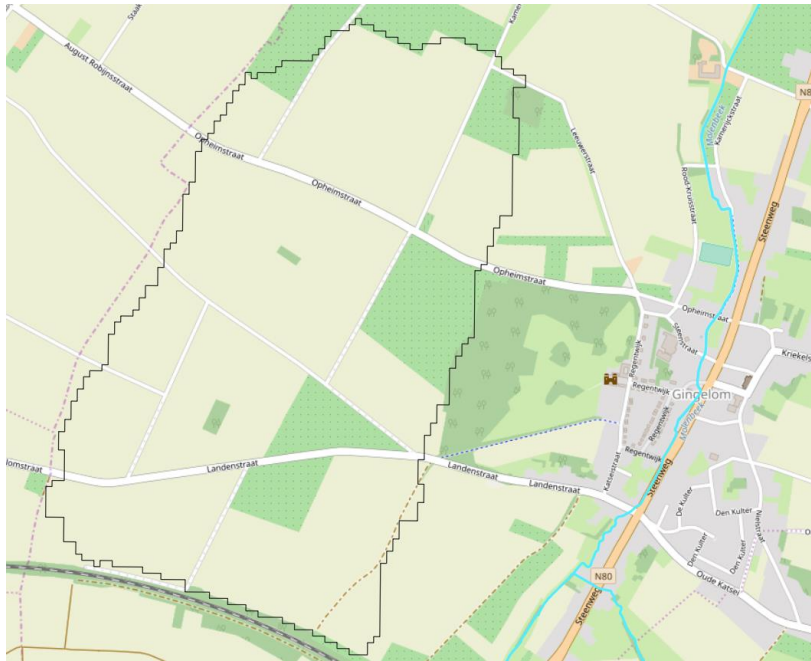
### 3.4 GANSPOEL

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 165490                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| (nauwkeurig tot op 50 m)                | Y: 166530                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Waterloop                               | onbenoemd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetperiode(n)                          | 1989-1992<br>1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 112                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 420                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 3,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Meetmethode                             | Begroting van de totale erosievolumes min sedimentatievolumes in het stroomgebied voor eerste meetperiode<br>Meting sedimentlast via continue debietsmetingen en sedimentconcentratievergelijkingen voor tweede meetperiode.<br>Gewogen gemiddelde van 6 meetjaren.                                                                                                                                                        |
| Bron                                    | Steege, A., 2001. Sediment deposition in and export from small agricultural catchments. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br>Vandaele, K., 1997. Temporele en ruimtelijke dynamiek van bodemerosieprocessen in landelijke stroomgebieden (Midden-België). Een terreinstudie. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie. |
| Afbakening toestroomgebied              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hydrologische ingrepen                  | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen                   | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andere bijzonderheden | De tweede meetperiode werd gekenmerkt door de afwezigheid van intense regenbuien in tegenstelling tot de eerste periode. Dit verklaart wellicht het grote verschil in sedimentexport. De waarde is licht verschillend van deze in Verstraeten (2000) en Verstraeten et al (2001), omdat in deze publicaties de tweede meetperiode nog niet compleet was. |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

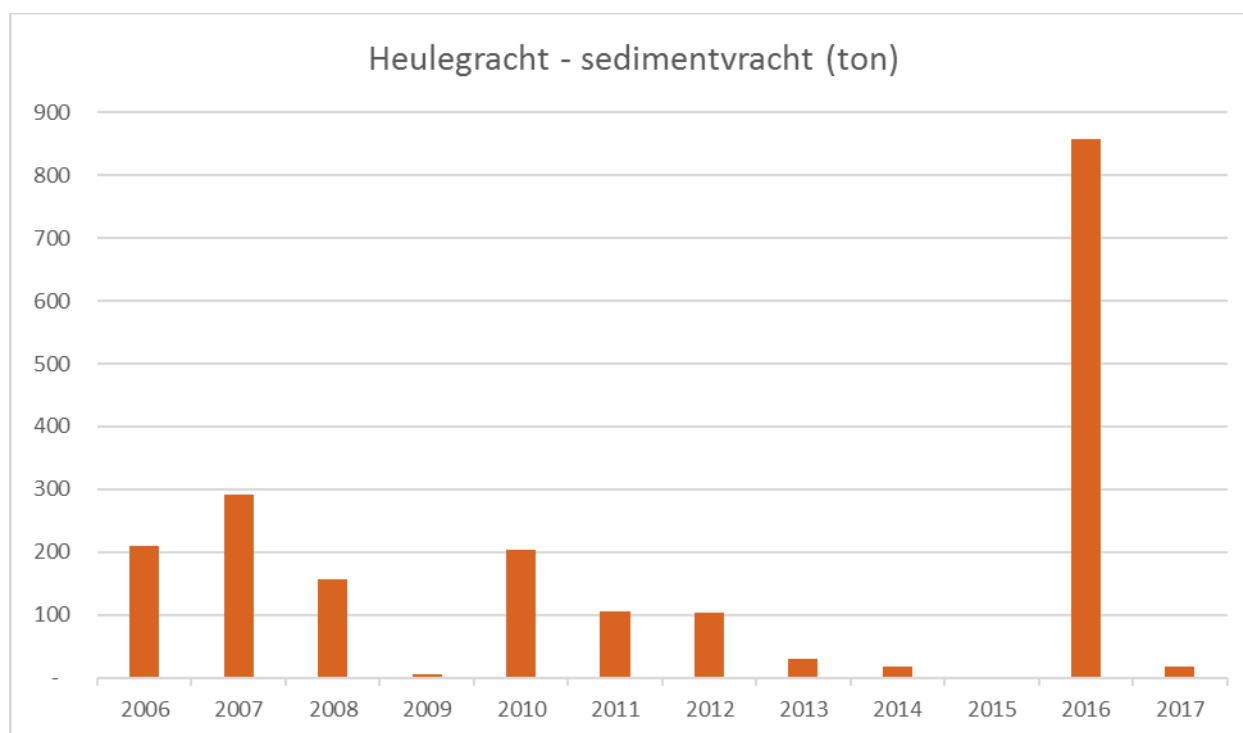
| Jaar      | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|-----------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 1989-1992 | 660                       | 5,8                                     |
| 1996-1999 | 180                       | 1,6                                     |

### 3.5 HEULEGRACHT

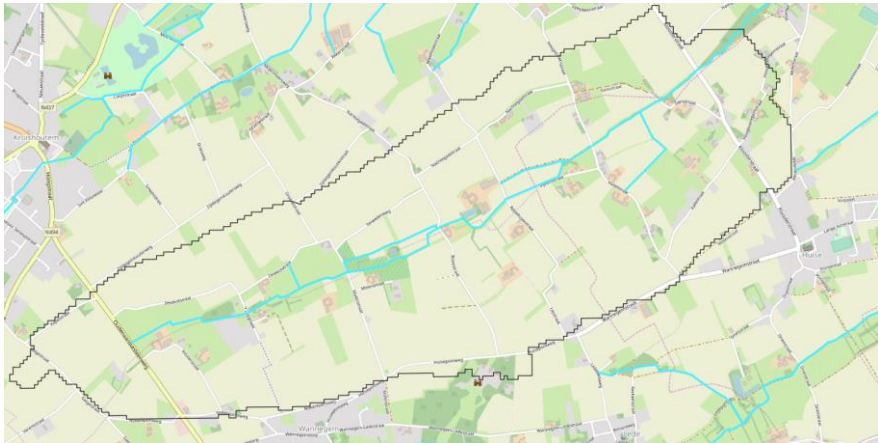
|                                         |                                                                                                                |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 203377                                                                                                      |
|                                         | Y: 161244                                                                                                      |
| Waterloop                               | geen                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2017                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 196                                                                                                            |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 166                                                                                                            |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,8                                                                                                            |
| Meetmethode                             | Staalnames zwevende stof en debietsmeting mbv meetgoot                                                         |
| Bron                                    | UCL (2006-2008); KULeuven (2008-2013); VMM (2014-2017)                                                         |
| Afbakening toestroomgebied              |                             |
| Hydrologische ingrepen                  | Toestroomgebied met veel erosiebestrijdingswerken.                                                             |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                                              |
| Andere bijzonderheden                   | Het meetpunt is gelegen in een droge vallei. In 2016 werd het grootste neerslagevent ooit gemeten in de regio. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 209                       | 1,1                                     |
| 2007 | 291                       | 1,5                                     |

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 2008 | 157 | 0,8 |
| 2009 | 5   | 0,0 |
| 2010 | 203 | 1,0 |
| 2011 | 106 | 0,5 |
| 2012 | 103 | 0,5 |
| 2013 | 30  | 0,2 |
| 2014 | 17  | 0,1 |
| 2015 | 2   | 0,0 |
| 2016 | 857 | 4,4 |
| 2017 | 18  | 0,1 |

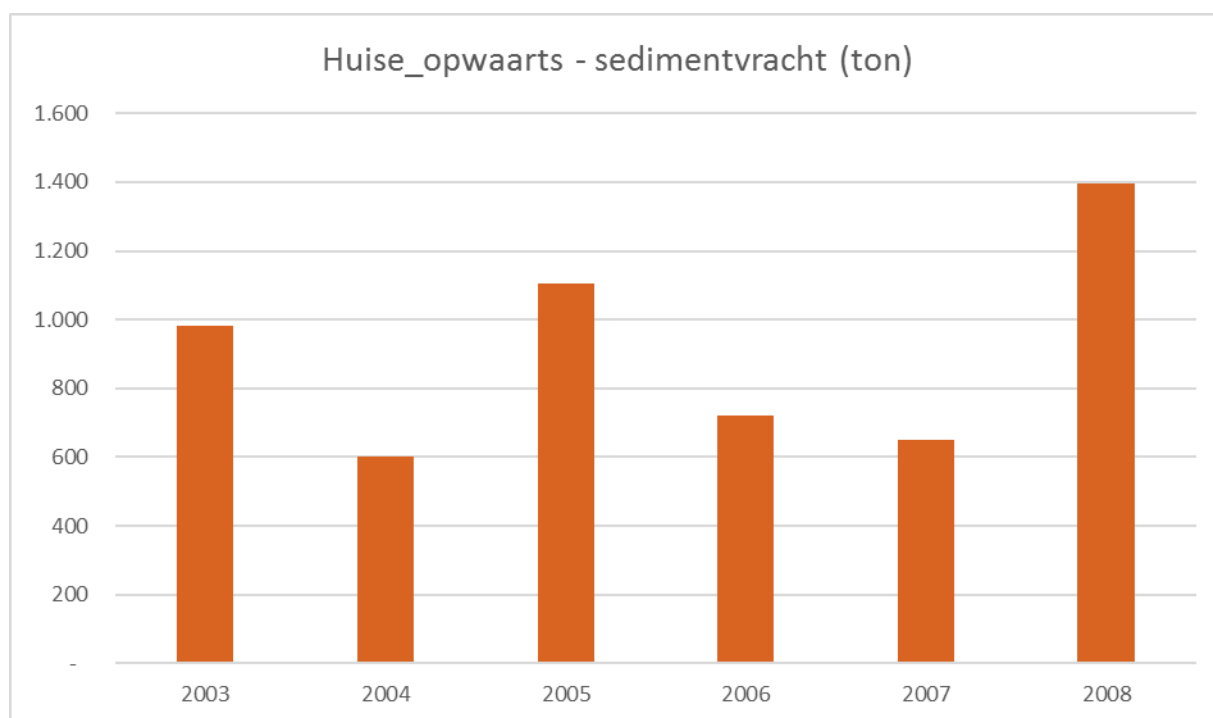


### 3.6 HUISE\_OPWAARTS

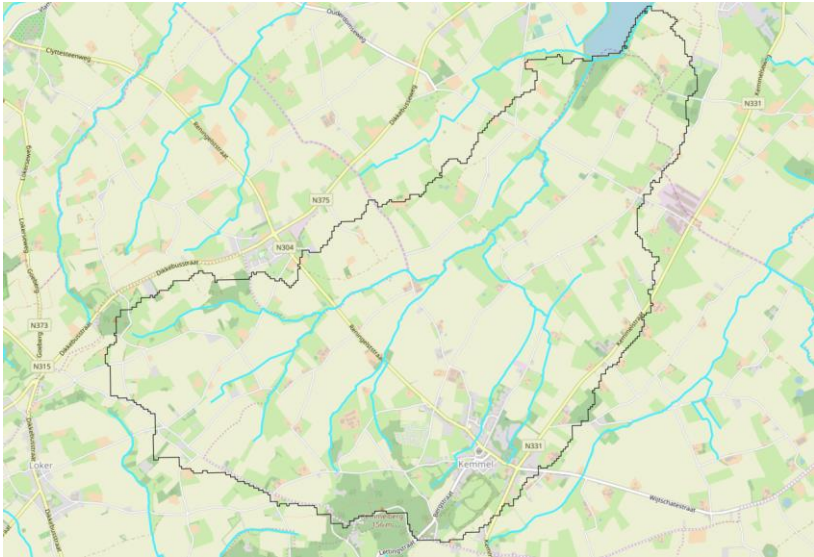
|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 94553<br>Y: 177767                                                               |
| Waterloop                               | Plankbeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2008                                                                           |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 510                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 909                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 1,8                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS06_34L                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                   |
| Andere bijzonderheden                   | Ook nog meetpunt Huise_afwaarts, maar enkel Huise_opwaarts meenemen in kalibratie.  |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2003 | 981                       | 1,9                                     |
| 2004 | 601                       | 1,2                                     |
| 2005 | 1.105                     | 2,2                                     |
| 2006 | 721                       | 1,4                                     |

|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 2007 | 651   | 1,3 |
| 2008 | 1.395 | 2,7 |

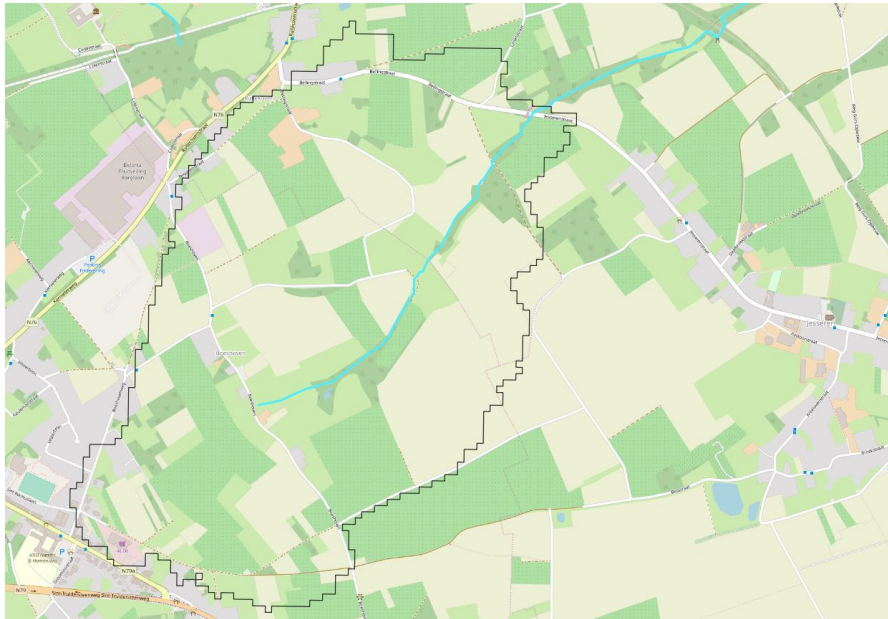


### 3.7 KEMMELBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 42300<br>Y: 168190                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Waterloop                                            | Kemmelbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Meetperiode(n)                                       | 1936-1982                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Grootte toestroomgebied<br>(ha)                      | 1.181                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 3.005                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/vijver met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> <p>Gabriëls, D. et al., 1985. Erosie en verontreiniging. <i>Water</i>, 23: 139-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



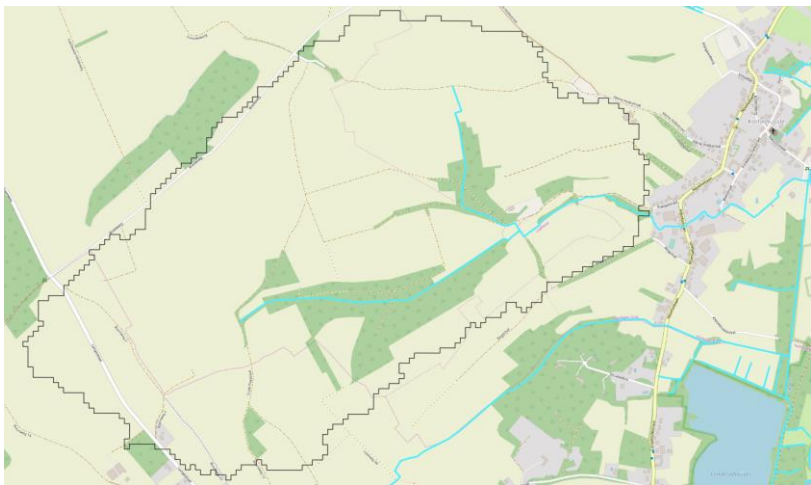
### 3.8 KERNIEL

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 221108<br>Y: 167309                                                              |
| Waterloop                               | St-Annabeek                                                                         |
| Meetperiode(n)                          | 2007-2009                                                                           |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 177                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 737                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 4,2                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_16C                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                   |
| Andere bijzonderheden                   | Grote piek in 2008. Geen validatie in 2009, maar kwaliteit voldoende betrouwbaar.   |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
|------|---------------------------|-----------------------------------------|

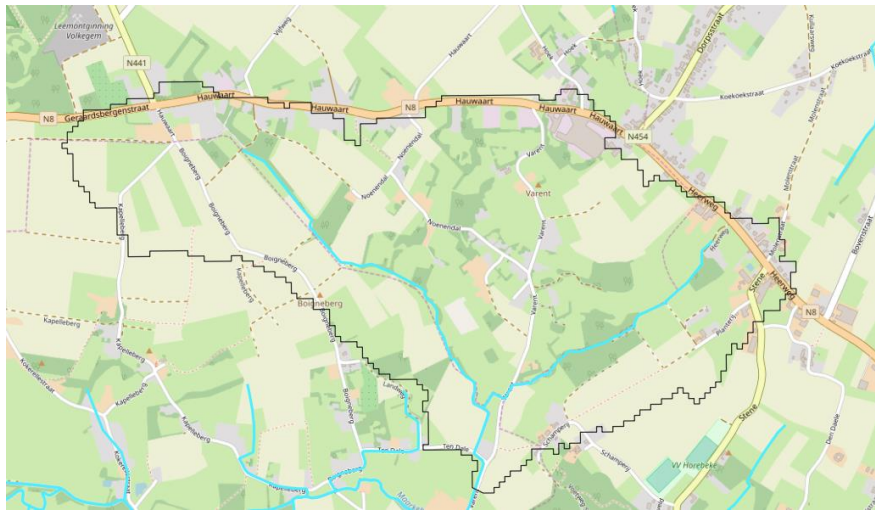
|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 2007 | 116   | 0,7 |
| 2008 | 1.749 | 9,9 |
| 2009 | 347   | 2,0 |

### 3.9 KINDERVELD

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 168690                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                      | Y: 169591                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Waterloop                                            | Ruwaal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Meetperiode(n)                                       | 1989-1992<br>1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 257                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 862                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 3,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Meetmethode                                          | Begroting van de totale erosievolumes min sedimentatievolumes in het stroomgebied voor de eerste meetperiode.<br>Meting sedimentlast via continue debietsmetingen en sedimentconcentratievergelijkingen voor de tweede meetperiode.<br>Gewogen gemiddelde van 6 meetjaren.                                                                                                                                                 |
| Bron                                                 | Steege, A., 2001. Sediment deposition in and export from small agricultural catchments. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br>Vandaele, K., 1997. Temporele en ruimtelijke dynamiek van bodemerosieprocessen in landelijke stroomgebieden (Midden-België). Een terreinstudie. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



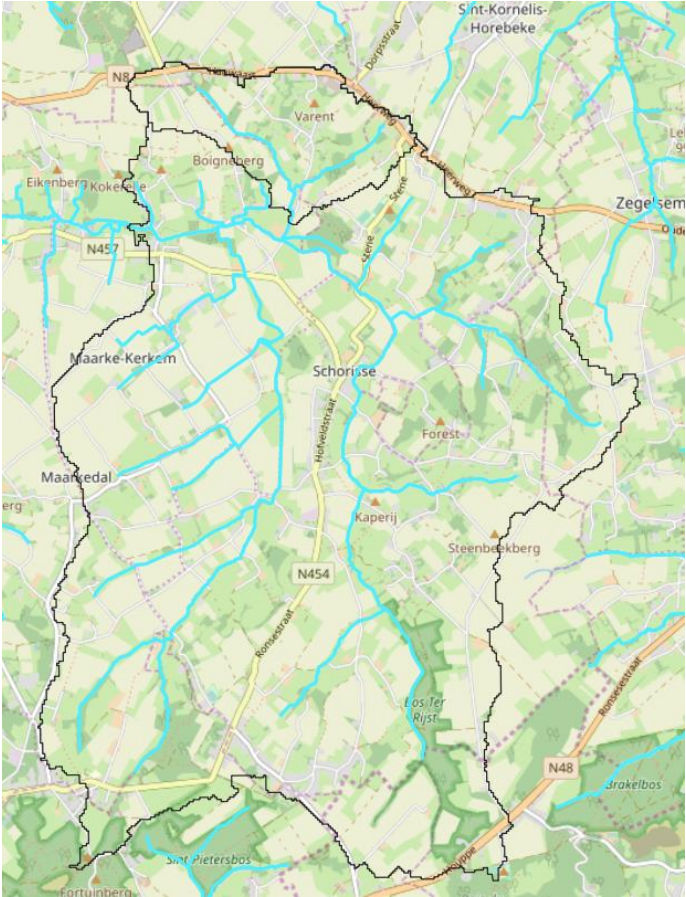
### 3.10 MAARKE-KERKEM-BROEKBEEK

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 100842<br>Y: 167851                                                              |
| Waterloop                               | Broekbeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2009<br>2015-2016                                                              |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 218                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 263                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 1,2                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS06_34E                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | Eén lozingspunt reeds geregistreerd sinds 1970                                      |
| Andere bijzonderheden                   | Stroomgebied gaat niet over N8                                                      |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2003 | 358                       | 1,6                                     |
| 2004 | 334                       | 1,5                                     |

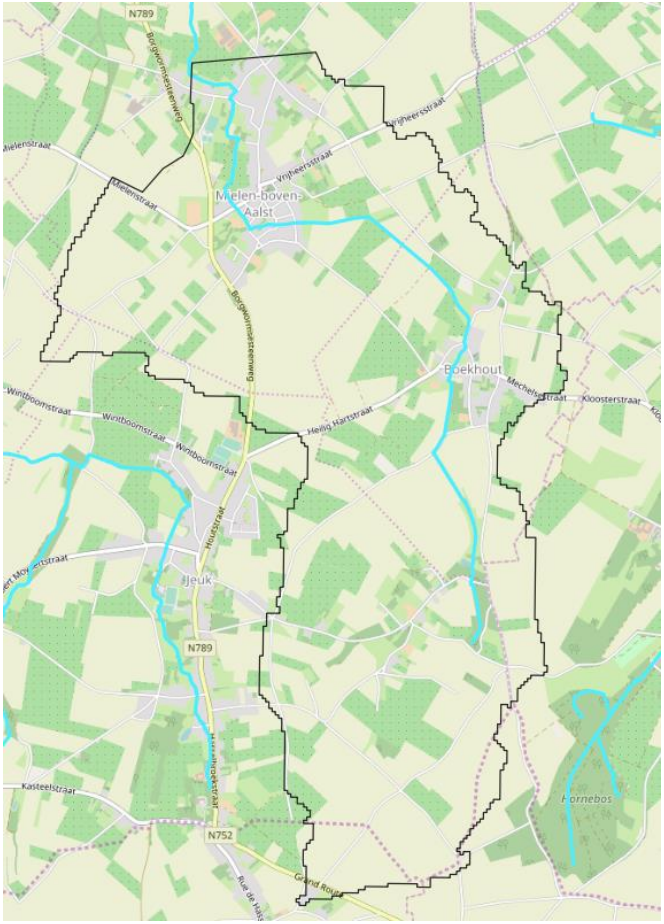


### 3.11 MAARKE-KERKEM-MOLENBEEK

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 99642                                                                            |
|                                         | Y: 167637                                                                           |
| Waterloop                               | Molenbeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2009<br>2015-2016                                                              |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 2.811                                                                               |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 6.600                                                                               |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 2,3                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM meetpunt LS06_34C                                                               |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | Wachtbekken Rattenpoel. Aanpassing riolering.                                       |



### 3.12 MIELE-BOVEN-AALST

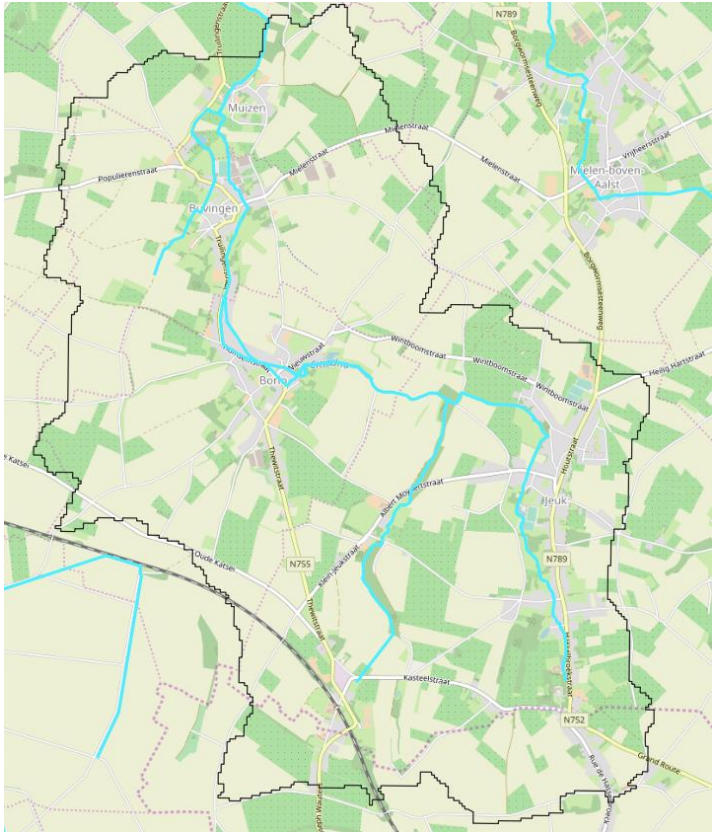
|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 209339<br>Y: 161565                                                              |
| Waterloop                               | Melsterbeek                                                                         |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2008<br>2014-2016                                                              |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 861                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 421                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,5                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_15E                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | Aanleg rioleringsinfrastructuur met vermoedelijk grote impact in 2013-14 en 2016    |

|                       |                                                                  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | -                                                                |
| Andere bijzonderheden | 2008 en 2014 hogere vrachten als gevolg van veel neerslagevents. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 165                       | 0,2                                     |
| 2007 | 235                       | 0,3                                     |
| 2008 | 970                       | 1,1                                     |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2014 | 766                       | 0,9                                     |
| 2015 | 202                       | 0,2                                     |
| 2016 | 188                       | 0,2                                     |

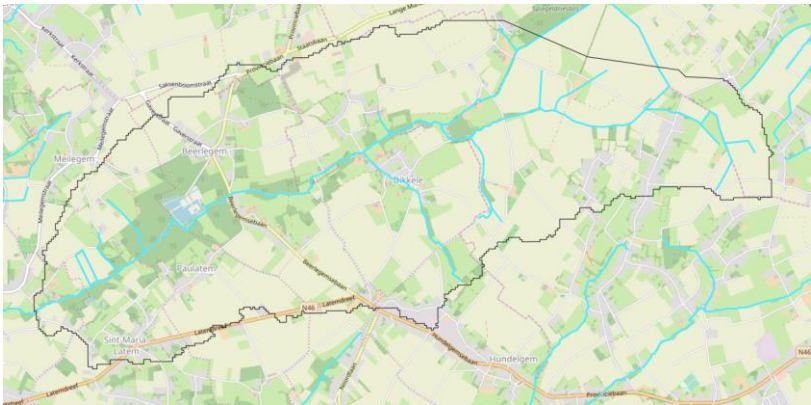
### 3.13 MUIZEN

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 207194                                                                           |
|                                         | Y: 161591                                                                           |
| Waterloop                               | Cicindria                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2007<br>2015-2016                                                              |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 1.617                                                                               |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 421                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,3                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_15D                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | Eén industriële lozing (sinds 1970 geregistreerd)                                   |
| Andere bijzonderheden                   | Aanleg riolering 2010 (beperkt)                                                     |

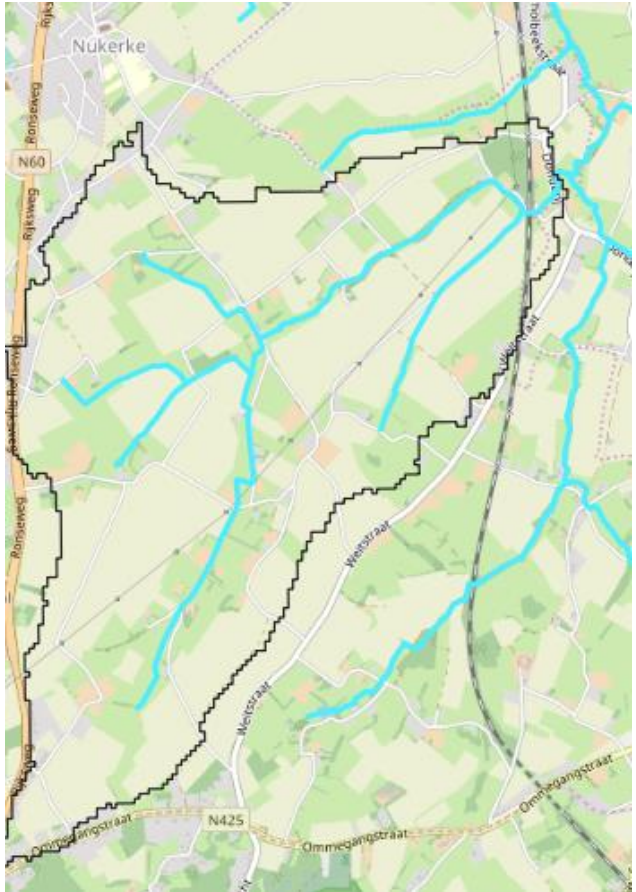
| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 296                       | 0,2                                     |
| 2007 | 395                       | 0,2                                     |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2015 | 499                       | 0,3                                     |
| 2016 | 495                       | 0,3                                     |

### 3.14 MUNKBOSBEEK

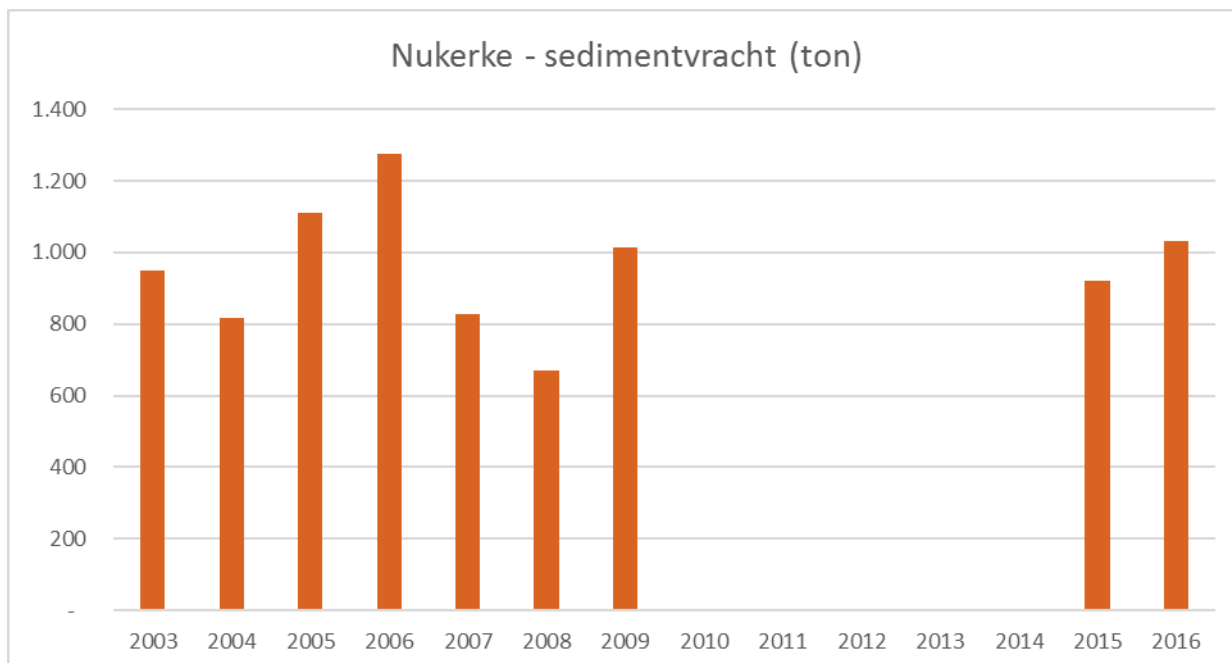
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 102880                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                      | Y: 176195                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Waterloop                                            | Munkbosbeek/Stampkotbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Meetperiode(n)                                       | 1993-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 1.102                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 1.289                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 1,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Andere bijzonderheden                                | Stroomopwaarts te Dikkele ligt nog een wachtbekken, maar wellicht was dit nog niet actief tijdens meetperiode (provincie Oost-Vlaanderen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Opmerkingen                                          | Een aantal grachten lopen over de kam. Deze moeten doorgesneden worden op de kam.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 3.15 NUKERKE

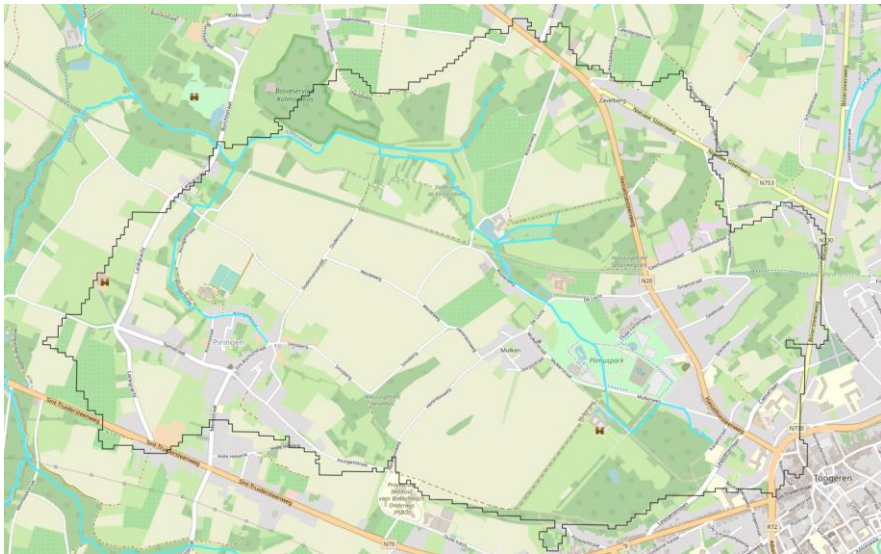
|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 97389<br>Y: 164829                                                               |
| Waterloop                               | Molenbeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2009<br>2015-2016                                                              |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 401                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 918                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 2,3                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS06_34D                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | Eén industriële lozing sinds 1999                                                   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Andere bijzonderheden | - |
|-----------------------|---|

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2003 | 951                       | 2,4                                     |
| 2004 | 817                       | 2,0                                     |
| 2005 | 1.111                     | 2,8                                     |
| 2006 | 1.275                     | 3,2                                     |
| 2007 | 828                       | 2,1                                     |
| 2008 | 671                       | 1,7                                     |
| 2009 | 1.015                     | 2,5                                     |
| 2010 | -                         | -                                       |
| 2011 | -                         | -                                       |
| 2012 | -                         | -                                       |
| 2013 | -                         | -                                       |
| 2014 | -                         | -                                       |
| 2015 | 920                       | 2,3                                     |
| 2016 | 1.033                     | 2,6                                     |



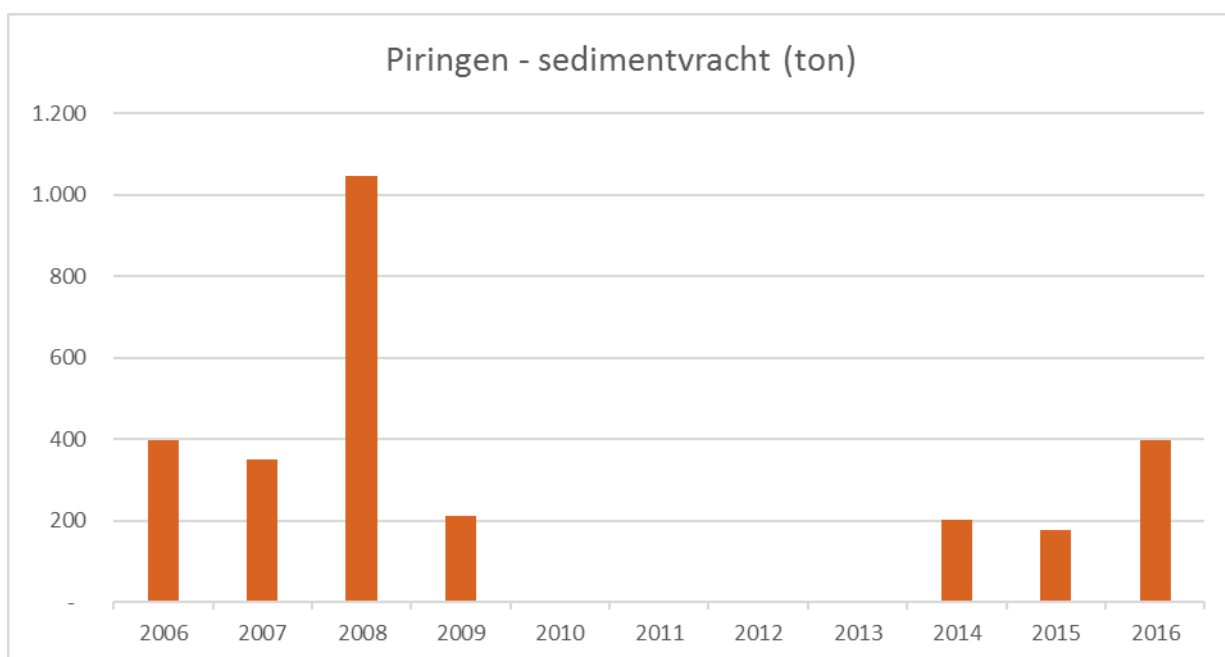
### 3.16 PIRINGEN

|                                         |                                                                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 224051<br>Y: 165662                                                               |
| Waterloop                               | Fonteinbeek                                                                          |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2009<br>2014-2016                                                               |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 718                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 397                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,6                                                                                  |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop        |
| Bron                                    | VMM meetpunt LS09_16D                                                                |
| Afbakening toestroomgebied              |   |
| Hydrologische ingrepen                  | Aanleg riolering 2012-13 en 2015 met mogelijk relevante impact.                      |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                    |
| Andere bijzonderheden                   | Sedimentmetingen 2009: niet gevalideerd, maar alsnog in lijn met de andere metingen. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 398                       | 0,6                                     |

|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 2007 | 349   | 0,5 |
| 2008 | 1.046 | 1,5 |
| 2009 | 211   | 0,3 |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2014 | 202                       | 0,3                                     |
| 2015 | 178                       | 0,2                                     |
| 2016 | 396                       | 0,6                                     |

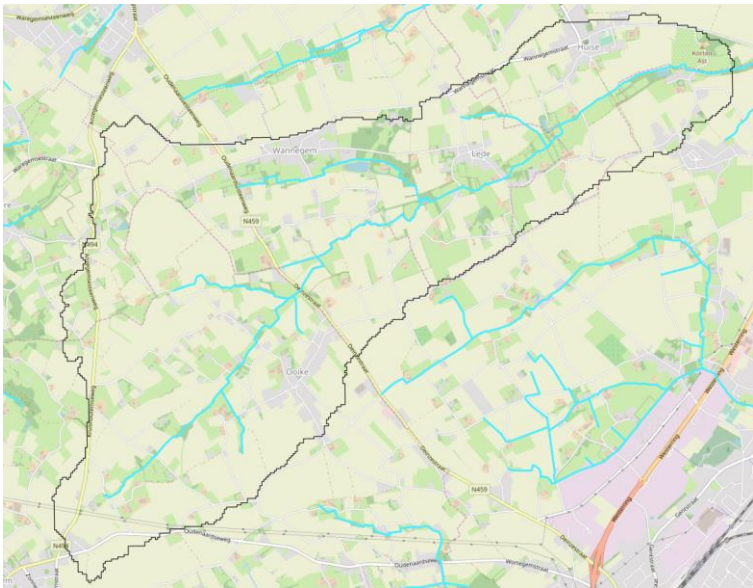


### 3.17 RONEBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 44920<br>Y: 186530                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Waterloop                                            | Ronebeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Meetperiode(n)                                       | 1993-1995<br>2000-2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Grootte toestroomgebied<br>(ha)                      | 820                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 666                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 0,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                                | Voor de periode 1993-1995 werd een zeer hoge sedimentlading gerapporteerd door lokale instanties. De onzekerheid op deze schatting was echter groot. Recentere data van sedimentruiming in de periode                                                                                                                                                                                                                                |

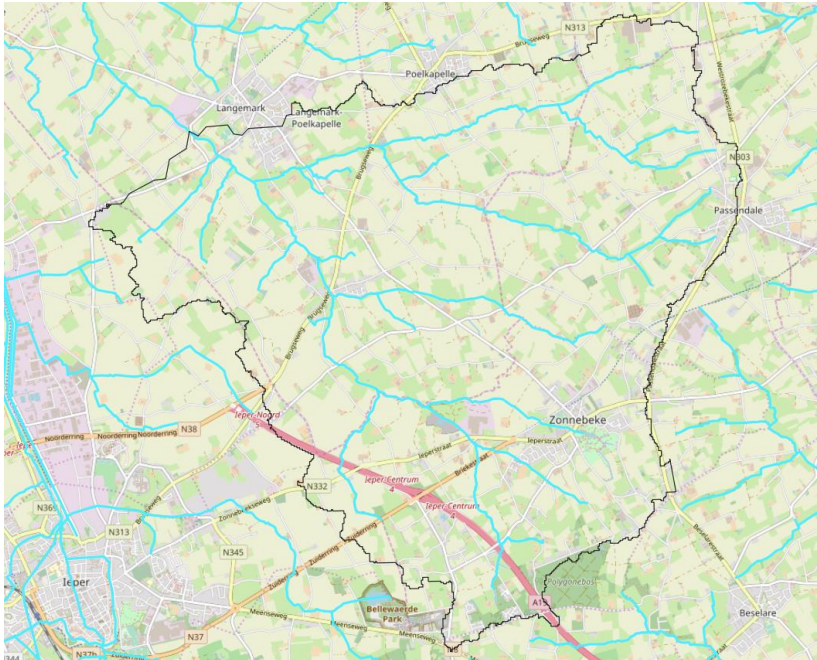
|             |                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 2000-2016 geven aanzienlijk lager waarden. Een gewogen gemiddelde werd berekend op basis van beide meetperioden.                                                                                           |
| Opmerkingen | De slibvangen liggen net ten oosten van de N369. Het westelijk deel mag geschrapt worden. De gracht loopt over de kam en moet daarom opgedeeld worden. Het noordelijk gelegen deel mag meegerekend worden. |

### 3.18 ROOIGEMBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 69035<br>Y: 176585                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Waterloop                                            | Rooigembeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Meetperiode(n)                                       | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 1.484                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 3.123                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

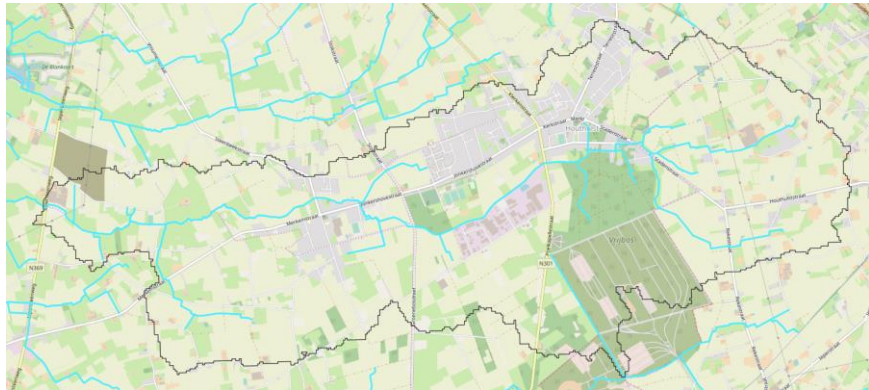
|                       |                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Andere bijzonderheden | Er ligt een (kleiner) wachtbekken te Wannegem-Lede stroomopwaarts |
| Opmerkingen           | Het sediment komt terecht in de vijver langs de rivier.           |

### 3.19 SINT-JANSBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 47060<br>Y: 178960                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Waterloop                                            | St-Jansbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Meetperiode(n)                                       | 1991-1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied<br>(ha)                      | 4.757                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 1.852                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 0,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

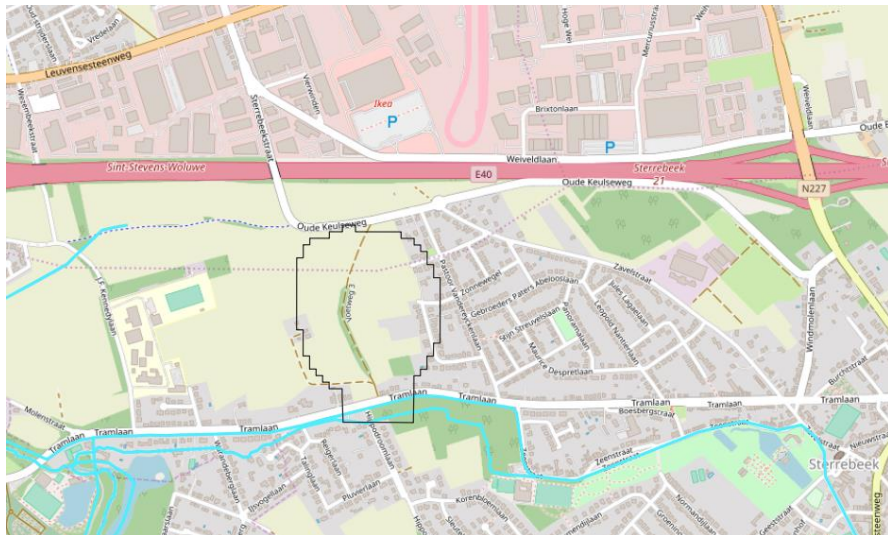
|                       |                                                                                                                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Niet gekend                                                                                                                                    |
| Andere bijzonderheden |                                                                                                                                                |
| Opmerkingen           | Het sedimentmeetpunt moet ingetekend worden aan de inlaat ipv aan de uitlaat. Het vlak gebied aan de uitlaat watert niet af naar het meetpunt. |

### 3.20 STEENBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 44715<br>Y: 185475                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Waterloop                                            | Steenbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetperiode(n)                                       | 1993-1995<br>2000-2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 1.879                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 1.049                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar)              | 0,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                                | Voor de periode 1993-1995 werd een zeer hoge sedimentlading gerapporteerd door lokale instanties. De onzekerheid op deze schatting was echter groot. Recentere data van sedimentruiming in de periode                                                                                                                                                                                                                                |

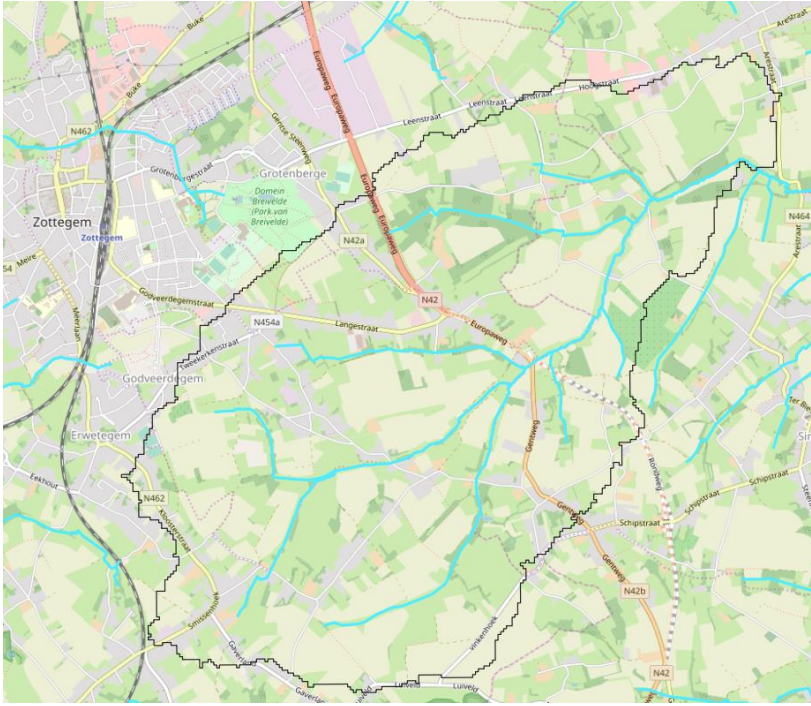
|             |                                                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 2000-2016 geven aanzienlijk lager waarden. Een gewogen gemiddelde werd berekend op basis van beide meetperioden. |
| Opmerkingen | De slibvang ligt net ten oosten van de N369. Het westelijk deel mag geschrapt worden.                            |

### 3.21 STERREBEEK

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72) (nauwkeurig tot op 50 m) | X: 158690<br>Y: 172520                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Waterloop                                         | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetperiode(n)                                    | 1996-1998                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                      | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sedimentlading (ton/jaar)                         | 55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar)           | 2,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                       | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                              | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                            | Zeer klein wachtbekken. Wellicht komt de aanvoer niet voor 100% in het wachtbekken terecht en verdwijnt een deel van het sediment via weg in de riolering.                                                                                                                                                                                                                                                                           |

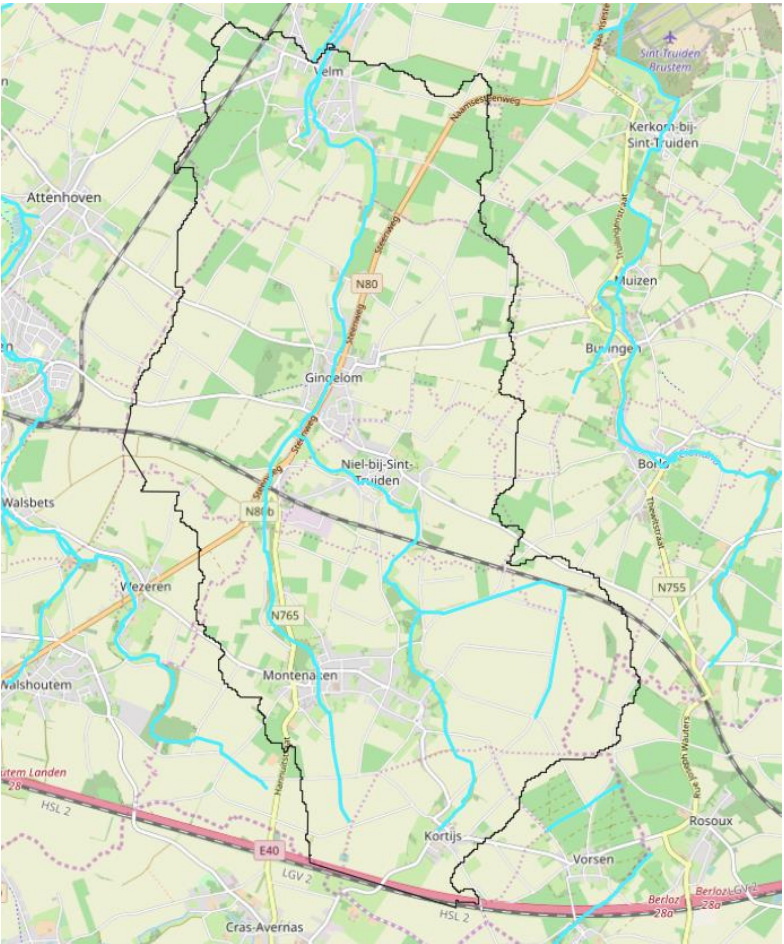
|                       |                                                                                                                                    |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Niet gekend                                                                                                                        |
| Andere bijzonderheden | Het stroomgebied moet afgebakend worden vanaf de roosters in de holle weg die het water en sediment afvoeren naar het wachtbekken. |
| Opmerkingen           | Afstroming gaat via dwarsweg naar het kruispunt. Aan de andere kant van de weg moet een gracht ingetekend worden.                  |

### 3.22 TER ERPENBEEK

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 200 m) | X: 115325<br>Y: 173675                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Waterloop                                             | Ter Erpenbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Meetperiode(n)                                        | 1991-1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                          | 1.161                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)                             | 785                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)            | 0,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                           | Meting sedimentlast via continue debietsmetingen en sedimentconcentratievergelijkingen.                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                  | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Voet, M., 1997. Sedimentafvoeren in kleine stroomgebieden. Water, 92: 10-14. |
| Afbakening toestroomgebied                            |                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                       |                                                                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Niet gekend                                                                                                                |
| Andere bijzonderheden | De sedimentlast werd enkel berekend voor periodes met hoogwaterafvoer. De totale sedimentvracht kan dus iets hoger liggen. |

### 3.23 VELM

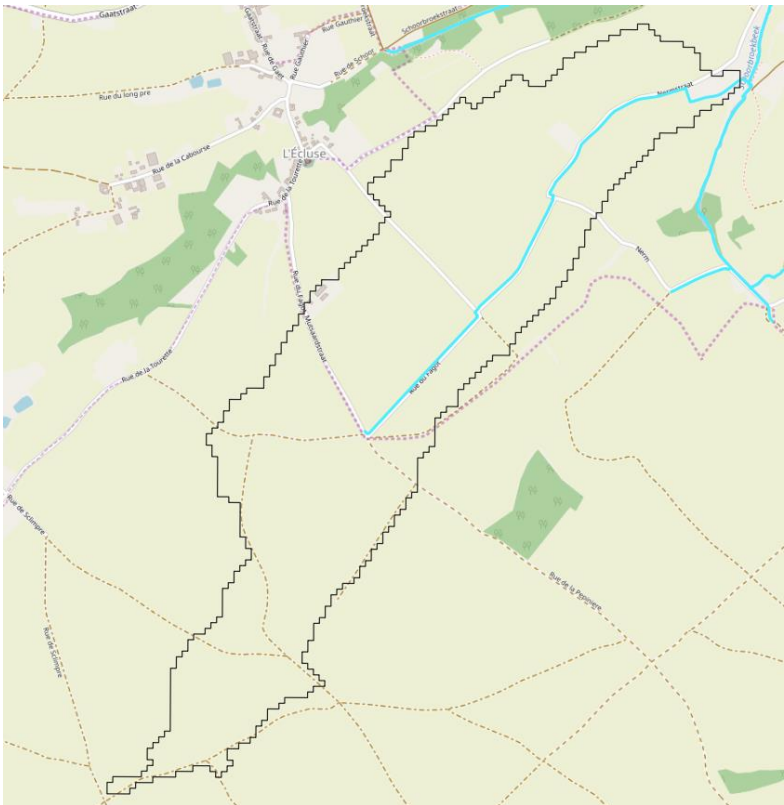
|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 203795                                                                           |
|                                         | Y: 163538                                                                           |
| Waterloop                               | Molenbeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2008<br>2015                                                                   |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 2.986                                                                               |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 518                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,2                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_15B                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | Aanleg riolering beperkt.                                                           |

|                       |                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Eén lozingspunt (geregistreerd sinds 1970)                                    |
| Andere bijzonderheden | E40 vormt grens voor afstroming. Spoorweg heeft wel doorsteek, maar E40 niet. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 310                       | 0,1                                     |
| 2007 | 661                       | 0,2                                     |
| 2008 | 746                       | 0,2                                     |

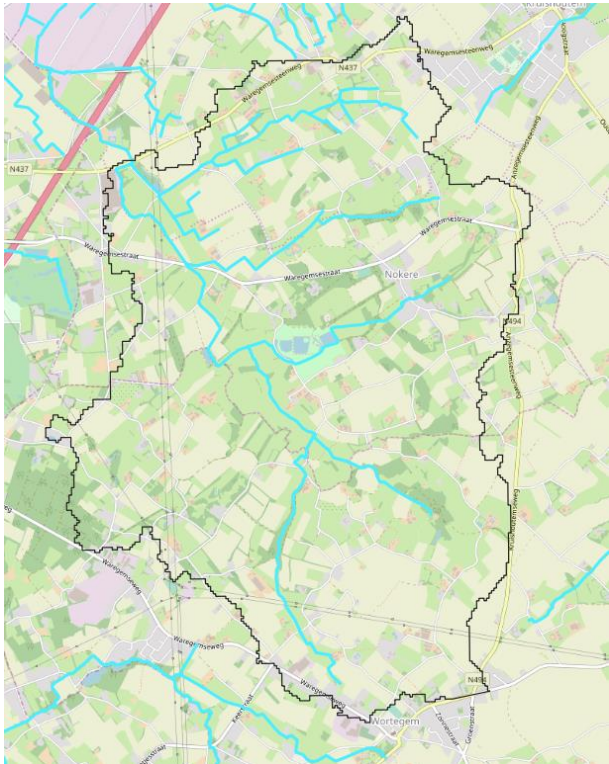
| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 355                       | 0,1                                     |

### 3.24 WOLVENGRACHT

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 184075                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| (nauwkeurig tot op 50 m)                | Y: 162680                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Waterloop                               | Blotenbergbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Meetperiode(n)                          | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 164                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 473                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 2,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Meetmethode                             | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bron                                    | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p>                                                                                               |
| Afbakening toestroomgebied              |  <p>The map shows a catchment area bounded by a thick black line. The area is primarily agricultural, with green fields and some forested areas. A network of roads is visible, including 'Rue du long pré', 'Rue de la Calonne', 'Rue de la Courbe', and 'Rue de la Calonne'. A blue line represents the Blotenbergbeek river, which flows through the catchment area. The map also shows some buildings and a small settlement labeled 'L'Écluse'.</p> |

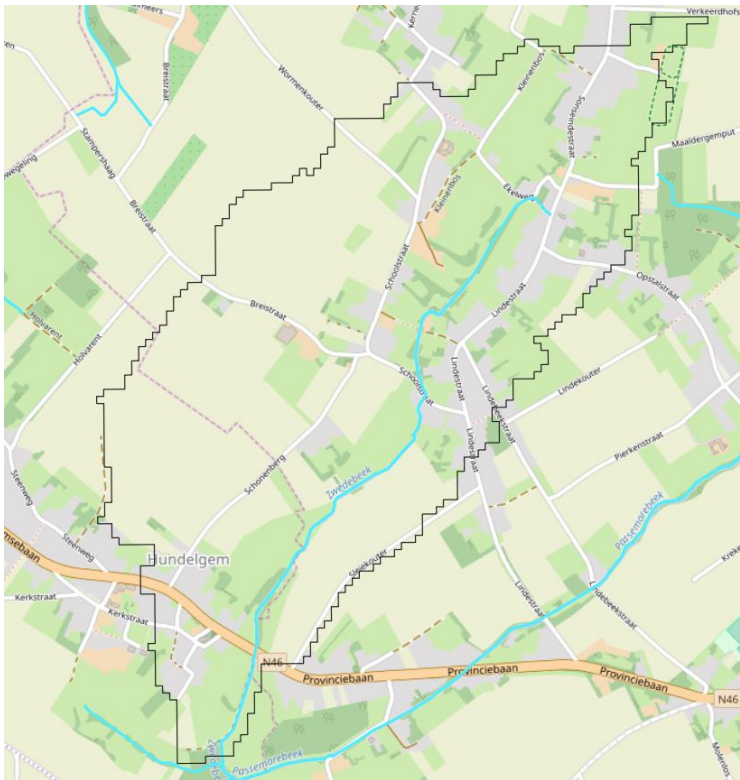
|                        |                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                         |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                         |
| Andere bijzonderheden  | Opwaarts deel van het stroomgebied ligt in Wallonië ( $\pm 40\%$ ). |

### 3.25 ZOUIWBEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 87575<br>Y: 176180                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Waterloop                                            | Zouwbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Meetperiode(n)                                       | 1994-1996                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 1.373                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 1.988                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 1,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                        |                                                                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                                                            |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                                                            |
| Andere bijzonderheden  | -                                                                                                      |
| Opmerkingen            | Een ontbrekend stukje gracht in de VHA zorgt voor de afleiding van de afstroming naar het wachtbekken. |

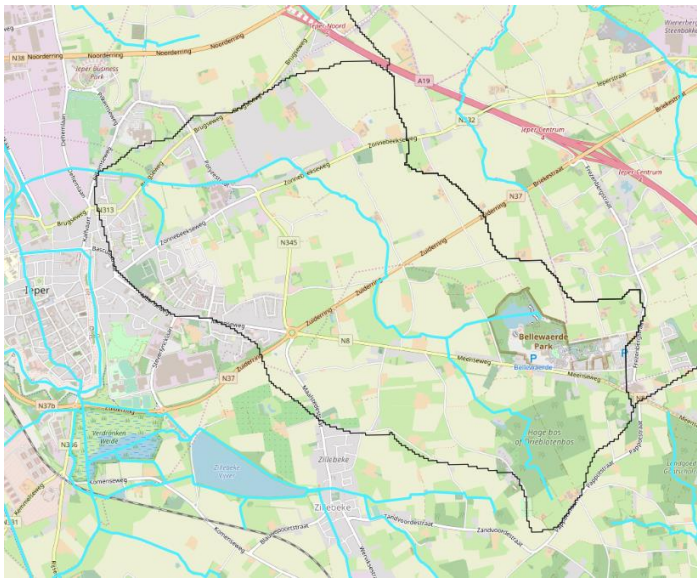
### 3.26 ZWEDEBEEK

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 200 m) | X: 106925<br>Y: 175040                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Waterloop                                             | Zwedebeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                                        | 1991-1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Grootte toestroomgebied (ha)                          | 166                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)                             | 282                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)            | 1,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetmethode                                           | Meting sedimentlast via continue debietsmetingen en<br>sedimentconcentratievergelijkingen.                                                                                                                                                                                                                                          |
| Bron                                                  | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in<br>wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar<br>waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd<br>doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen,<br>Geografie.<br><br>Voet, M., 1997. Sedimentafvoeren in kleine stroomgebieden.<br>Water, 92: 10-14. |
| Afbakening toestroomgebied                            |                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                        |                                                                                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                                                                                |
| Andere bijzonderheden  | De sedimentlast werd enkel berekend voor periodes met hoogwaterafvoer. De totale sedimentvracht kan dus iets hoger liggen. |

## BIJLAGE 4: SEDIMENTMEETPUNTEN NIET WEERHOUDEN VOOR KALIBRATIE

### 4.1 BELLEWAERDEBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 46115<br>Y:173400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Waterloop                                            | Bellewaerdebeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Meetperiode(n)                                       | 1992-1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 1.050                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 2.384                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                        |                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologische ingrepen | Niet gekend                                                                                                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen  | Niet gekend                                                                                                                                                                                |
| Andere bijzonderheden  | Aanzienlijk deel van het stroomgebied is sinds de meetperiode geürbaniseerd/verdicht. Rapportering sedimentruiming en zandvang door lokale instanties – onzekerheid op schatting is groot. |
| Opmerkingen            | Het sedimentmeetpunt wordt niet weerhouden, omdat de kwaliteit van de data onvoldoende is.                                                                                                 |

## 4.2 CIPLET

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 201630<br>Y: 144440                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Waterloop                                            | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetperiode(n)                                       | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 151                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 301                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           | Niet beschikbaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hydrologische ingrepen                               | Wachtbekken in ruilverkavelingsgebied waarbij de afvoer langs een ruilverkavelingsweg plaatsvindt. Ter hoogte van het wachtbekken is er een drempel in de weg zodat het water in het wachtbekken stroomt. Bij hoge afvoer is het niet zeker dat alles naar het wachtbekken gaat. Er liggen andere kleine wachtbekkens stroomopwaarts.                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                                | Volledig gesitueerd in Wallonië – uitgestrekt landbouwgebied (RVK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Opmerking                                            | Het meetpunt wordt niet weerhouden omdat het DTM het toestroomgebied in Wallonië niet volledig dekt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 4.3 HAMMEVELD 1

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 163990<br>Y: 171145                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Waterloop                                            | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                                       | 1988-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 171                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 5,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hydrologische ingrepen                               | Ringgracht rond wijk Hammeveld die het water draineert naar het wachtbekken afwaarts de wijk.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Andere bijzonderheden                                | Zuidelijk bekken op de kaart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Opmerkingen                                          | Langs de wijk ligt een gracht, die bijkomend moet ingetekend worden. De afstroming wordt best ondergronds doorgetrokken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 4.4 HAMMEVELD 2

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 164010<br>Y: 171265                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Waterloop:                                           | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Meetperiode(n):                                      | 1989-1992                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 277                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 9,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetmethode                                          | Begroting van de totale erosievolumes min sedimentatievolumes in het stroomgebied                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Vandaele, K., Poesen, J, 1995. Spatial and temporal patterns of soil erosion rates in an agricultural catchment, central Belgium. Catena, 25:213-226. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Andere bijzonderheden                                | Totale export is niet rechtstreeks gemeten, maar berekend als het verschil tussen erosie en sedimentatie. Sedimentvolumes worden vaak onderschat bij dit type opnames. De geschatte sedimentexport is daarom eerder aan de hoge kant.                                                                                                                                                         |

## 4.5 HANNUT

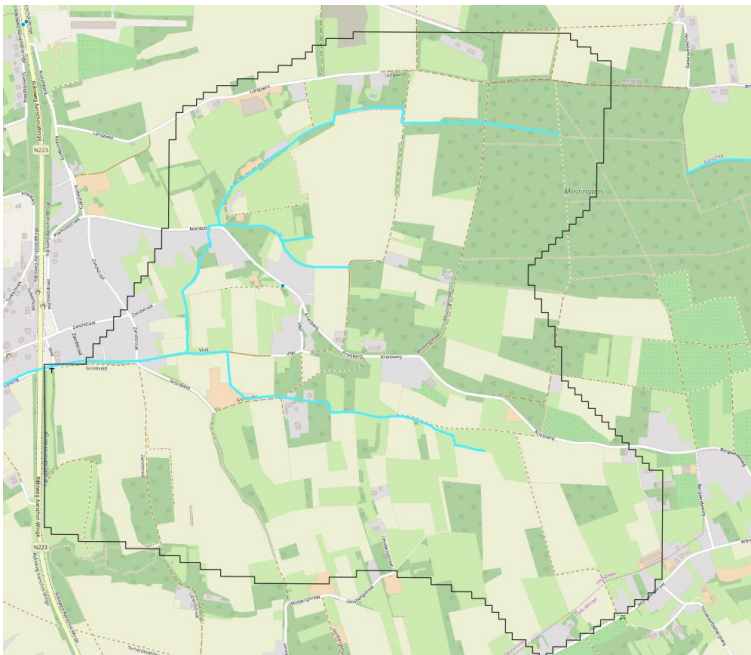
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 200330                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                      | Y: 143690                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Waterloop                                            | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetperiode(n)                                       | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 177                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           | Niet beschikbaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hydrologische ingrepen                               | Wachtbekken in ruilverkavelingsgebied waarbij de afvoer langs een ruilverkavelingsweg plaatsvindt. Ter hoogte van het wachtbekken is er een drempel in de weg zodat het water in het wachtbekken stroomt. Bij hoge afvoer is het niet zeker dat alles naar het wachtbekken gaat.                                                                                                                                                     |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                                | Volledig gesitueerd in Wallonië – uitgestrekt landbouwgebied (RVK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Opmerkingen                                          | Het meetpunt wordt niet weerhouden omdat het DTM het toestroomgebied in Wallonië niet volledig dekt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 4.6 HEKS

|                                         |                                                                                                 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 219746                                                                                       |
|                                         | Y: 162375                                                                                       |
| Waterloop                               | Herkebeek                                                                                       |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2008                                                                                       |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 860                                                                                             |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 384                                                                                             |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,5                                                                                             |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop                   |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_16A                                                                        |
| Afbakening toestroomgebied              | Niet beschikbaar                                                                                |
| Hydrologische ingrepen                  | Geen nieuw aangelegde riolering sinds 1970.                                                     |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                               |
| Andere bijzonderheden                   | Opwaarts het meetstations ligt een overstromingsgebiedje. Vermoedelijk operationeel sinds 2010. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 219                       | 0,3                                     |
| 2007 | 194                       | 0,2                                     |
| 2008 | 738                       | 0,9                                     |

## 4.7 HOLSBEEK

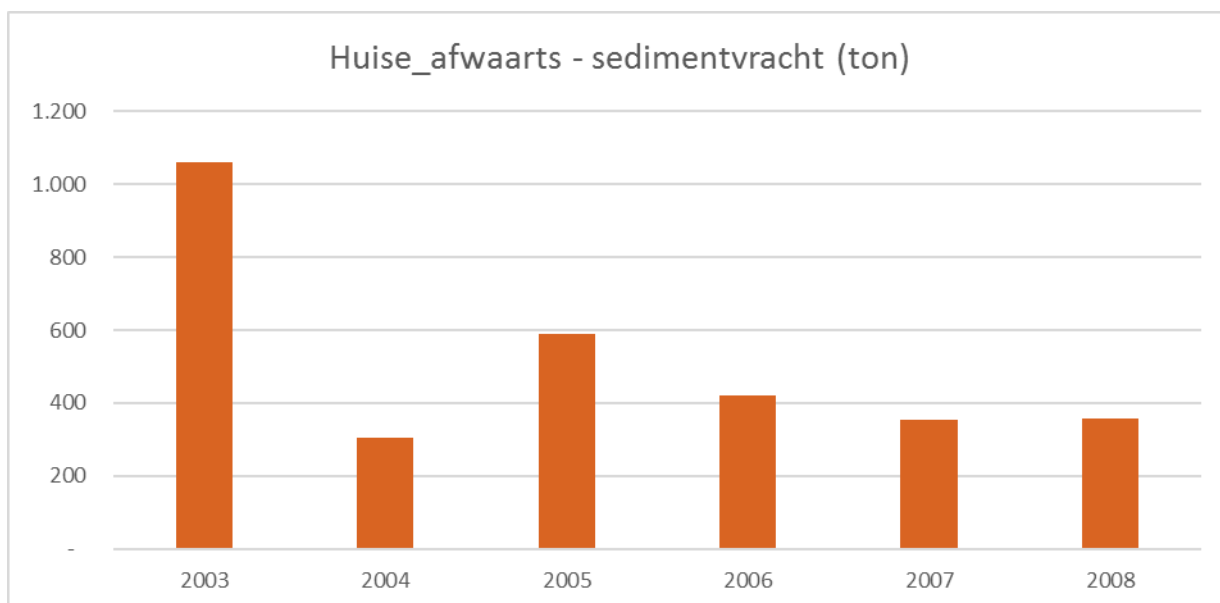
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 183044<br>Y: 182372                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Waterloop:                                           | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                                       | 1988-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 226                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 1.053                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 4,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hydrologische ingrepen                               | Wachtbekken ligt niet perfect in de lijn van de afstroming. Gans het noordelijke deel van het bekken komt in het wachtbekken via                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



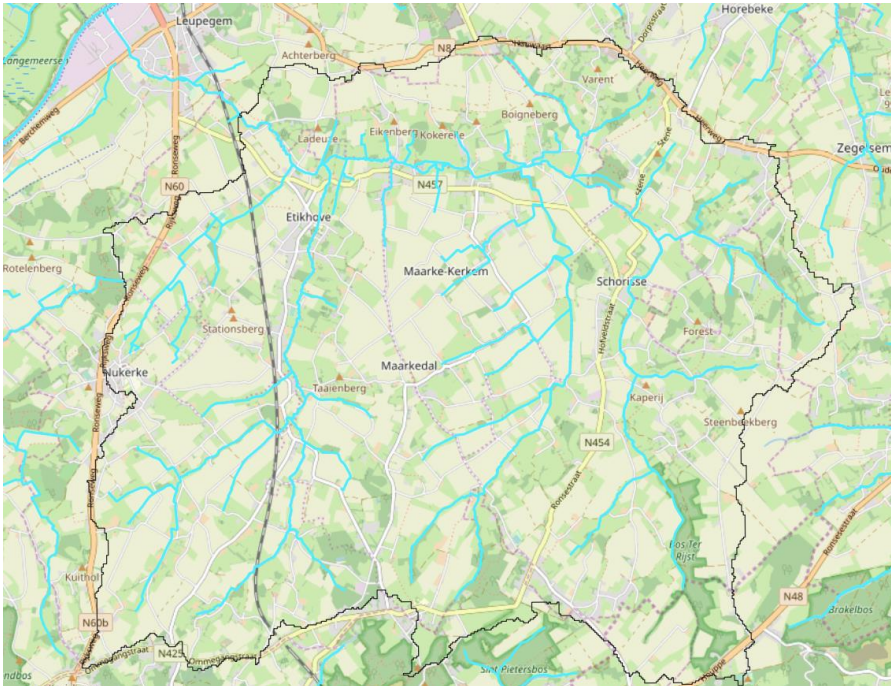
## 4.8 HUISE\_AFWAARTS

|                                         |                                                                                    |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 94981                                                                           |
|                                         | Y: 178155                                                                          |
| Waterloop                               | Plankbeek                                                                          |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2008                                                                          |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 538                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 515                                                                                |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 1,0                                                                                |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop      |
| Bron                                    | VMM station nr. LS06_34M                                                           |
| Afbakening toestroomgebied              | zie Huise opwaarts                                                                 |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                  |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                  |
| Andere bijzonderheden                   | Ook nog meetpunt Huise_opwaarts, maar enkel Huise_opwaarts meenemen in kalibratie. |

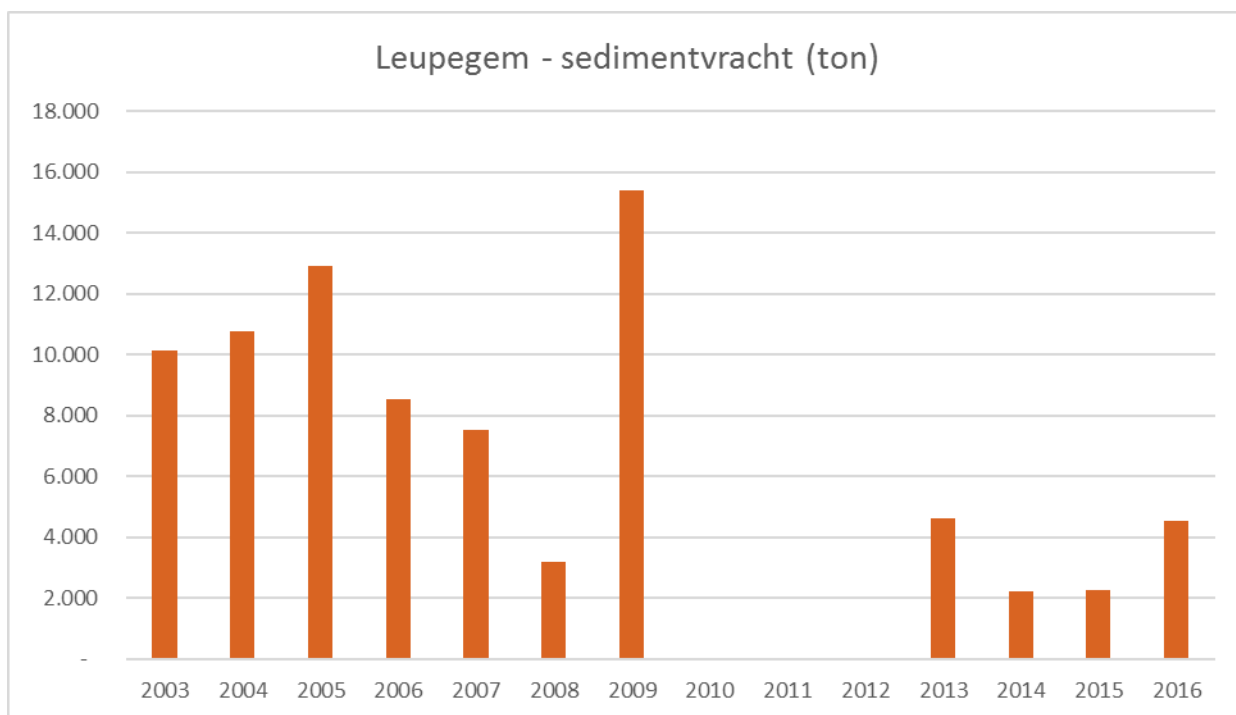
| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2003 | 1.062                     | 2,0                                     |
| 2004 | 304                       | 0,6                                     |
| 2005 | 589                       | 1,1                                     |
| 2006 | 421                       | 0,8                                     |
| 2007 | 354                       | 0,7                                     |
| 2008 | 358                       | 0,7                                     |



## 4.9 LEUPEGEM

|                                         |                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 96655<br>Y: 168670                                                                                                                                                                                   |
| Waterloop:                              | Maarkebeek                                                                                                                                                                                              |
| Meetperiode(n)                          | 2003-2009<br>2013-2016                                                                                                                                                                                  |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 4.987                                                                                                                                                                                                   |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 7.469                                                                                                                                                                                                   |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 1,5                                                                                                                                                                                                     |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop                                                                                                                           |
| Bron                                    | VMM, station LS06_347                                                                                                                                                                                   |
| Afbakening toestroomgebied              |                                                                                                                      |
| Hydrologische ingrepen                  | GOG Nederaalbeek (van 2008-2018 15.000m <sup>3</sup> sediment afgezet), wachtbekken Rattenpoel (ruiming 2017 622 ton, geen info over jaarlijkse afzetting), aanleg riolering (incl lozingspunten RWZI). |
| Extra sedimentbronnen                   | Twee bijkomende gezuiverde RWZI lozingspunten in 2010 en 2016.                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                   | -                                                                                                                                                                                                       |

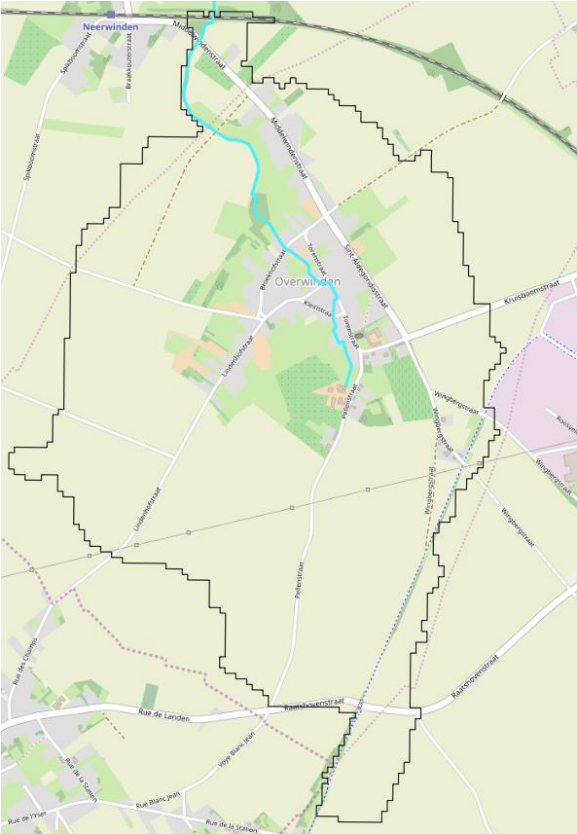




## 4.10 MONTENAKEN

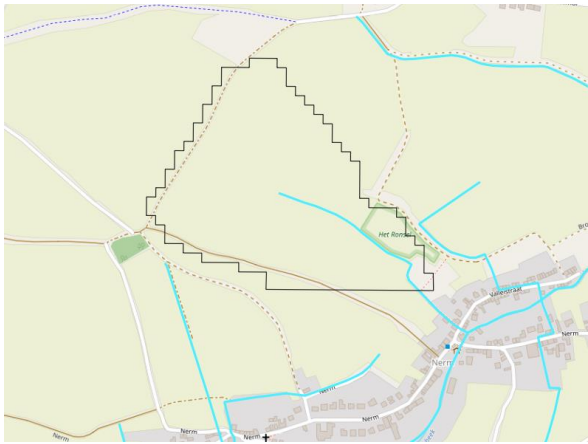
|                                         |                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 197417<br>Y: 161592                                                                                                |
| Waterloop:                              | gracht Borlo                                                                                                          |
| Meetperiode(n)                          | 2008                                                                                                                  |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 293                                                                                                                   |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 165                                                                                                                   |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,6                                                                                                                   |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop                                         |
| Bron                                    | VMM, station nummer LS09_15C                                                                                          |
| Afbakening toestroomgebied              |                                    |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                                                     |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                                                     |
| Andere bijzonderheden                   | Beperkt aantal metingen in 2006-2007. Enkel de metingen van 2008 zijn bruikbaar, maar kwalitatief weinig betrouwbaar. |

## 4.11 NEERWINDEN

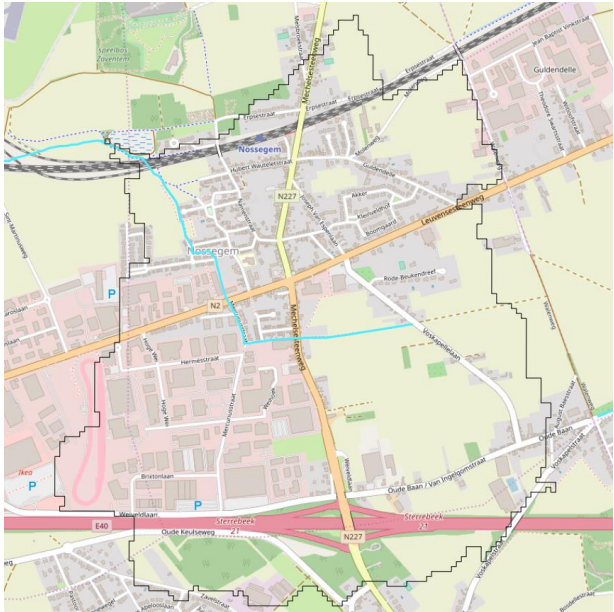
|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 197417                                                                           |
|                                         | Y: 161592                                                                           |
| Waterloop                               | Waarbeek                                                                            |
| Meetperiode(n)                          | 2006-2008                                                                           |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 304                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 4                                                                                   |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,0                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_15A                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                   |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                   |
| Andere bijzonderheden                   | -                                                                                   |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2006 | 5                         | 0,0                                     |
| 2007 | 2                         | 0,0                                     |
| 2008 | 4                         | 0,0                                     |

## 4.12 NERM

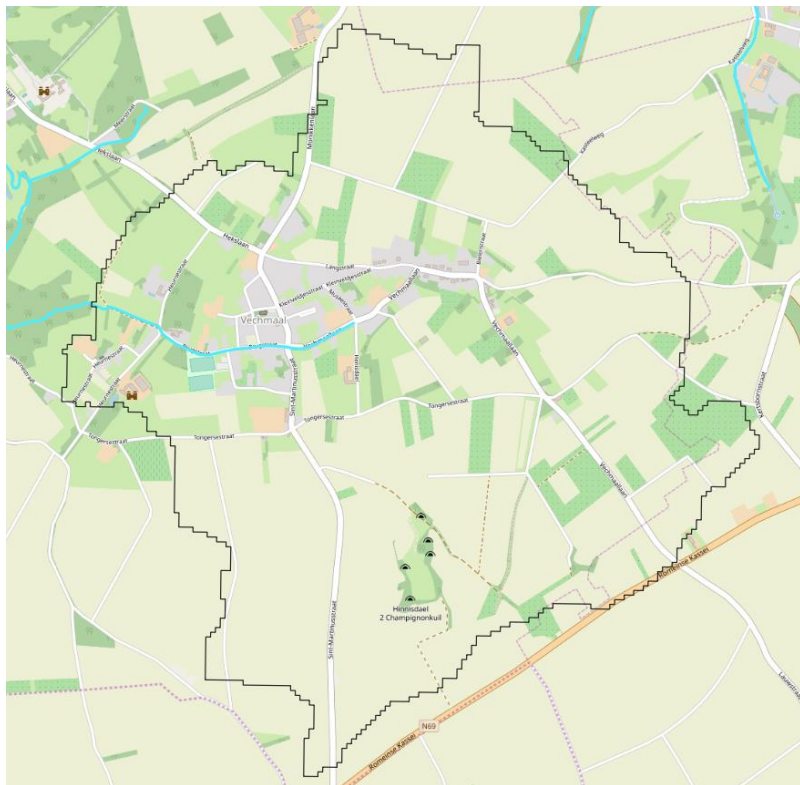
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 185420<br>Y: 162635                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Waterloop                                            | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                                       | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 411                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 23,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bron                                                 | <p>Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.</p> <p>Verstraeten, G., &amp; Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i>, 40(1-2), 123-144.</p> |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Andere bijzonderheden                                | <p>Zeer hoge sedimentwaarde als gevolg van een extreme bui in het voorjaar van 1999 met grote modderoverlast in Hoegaarden tot gevolg. Het wachtbekken werd toen getroffen door een zware modderstroom. De waarde is vermoedelijk onvoldoende representatief.</p>                                                                                                                                                                              |

## 4.13 NOSSEGEM

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 159200<br>Y: 174675                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Waterloop                                            | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetperiode(n)                                       | 1996-1998                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 317                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 723                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 2,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Hydrologische ingrepen                               | Grootste deel stroomgebied ligt opwaarts spoorweg, terwijl wachtbekken afwaarts ligt; bij piekafvoeren is er opstuwning en daling sedimentlast door sedimentatie vóór de spoorweg.                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                       |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Extra sedimentbronnen | Hoge meetwaarden kunnen ook deels komen door sterke bodemverstoring t.g.v. werken in het stroomgebied net na de aanleg. Nu is dit gebied sterk verstedelijkt (industrieterrein). |
| Andere bijzonderheden | -                                                                                                                                                                                |
| Opmerkingen           | Het betreft een toestroomgebied met veel onzekerheden, zodat het meetpunt niet weerhouden werd.                                                                                  |

#### 4.14 VECHMAAL

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 220285<br>Y: 161686                                                              |
| Waterloop                               | Herkebeek                                                                           |
| Meetperiode(n)                          | 2006                                                                                |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 503                                                                                 |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 121                                                                                 |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,2                                                                                 |
| Meetmethode                             | Turbiditeitsmeting, staalnames zwevende stof en debietsmeting in de waterloop       |
| Bron                                    | VMM station nr. LS09_16B                                                            |
| Afbakening toestroomgebied              |  |
| Hydrologische ingrepen                  | geen nieuw aangelegde riolering sinds 1970                                          |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                   |
| Andere bijzonderheden                   | Slechts één meetjaar. Zwakke kwaliteit staalname.                                   |

## 4.15 VILLE-EN-HESBAYE

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 202830                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| (nauwkeurig tot op 50 m)                | Y: 144100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Waterloop                               | geen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Meetperiode(n)                          | 1996-1999                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 103                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 234                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 2,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                             | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                    | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied              | Niet beschikbaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hydrologische ingrepen                  | Wachtbekken in ruilverkavelingsgebied waarbij de afvoer langs een ruilverkavelingsweg plaatsvindt. Ter hoogte van het wachtbekken is er een drempel in de weg zodat het water in het wachtbekken stroomt. Bij hoge afvoer is het niet zeker dat alles naar het wachtbekken gaat. Er liggen andere kleine wachtbekkens stroomopwaarts.                                                                                                |
| Extra sedimentbronnen                   | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                   | Volledig gesitueerd in Wallonië – uitgestrekt landbouwgebied (RVK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Opmerkingen                             | Het meetpunt wordt niet weerhouden omdat het DTM het toestroomgebied in Wallonië niet volledig dekt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 4.16 VLETERBEEK

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)<br>(nauwkeurig tot op 50 m) | X: 33675<br>Y:171175                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Waterloop                                            | Vleterbeek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Meetperiode(n)                                       | 1992-1996                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Grootte toestroomgebied (ha)                         | 3.235                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sedimentlading (ton/jaar)                            | 4.950                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Specifieke sedimentlading<br>(ton/ha/jaar)           | 1,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Meetmethode                                          | Sedimentatie in wachtbekken/zandvang met correctie voor vangefficiëntie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bron                                                 | Verstraeten, G., 2000. Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geografie.<br><br>Verstraeten, G., & Poesen, J. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. <i>Geomorphology</i> , 40(1-2), 123-144. |
| Afbakening toestroomgebied                           | Niet beschikbaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hydrologische ingrepen                               | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Extra sedimentbronnen                                | Niet gekend                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Andere bijzonderheden                                | Opwaarts deel van het bekken ligt in Frankrijk, wat overeenkomt met meer dan 50% van de totale oppervlakte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Opmerkingen                                          | Het sedimentmeetpunt wordt niet weerhouden, omdat het toestroomgebied van de Vleterbeek voor een te groot deel in Frankrijk ligt. Voor dit deel is een landgebruikskaart beschikbaar, maar geen gegevens over waterlopen en landbouwpercelen.                                                                                                                                                                                        |

## 4.17 WELLEN

|                                         |                                                                                                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coördinaten (Lambert 72)                | X: 217387                                                                                               |
|                                         | Y: 171520                                                                                               |
| Waterloop:                              | Herk                                                                                                    |
| Meetperiode(n)                          | 2007-2009<br>2014-2017                                                                                  |
| Grootte toestroomgebied (ha)            | 10.717                                                                                                  |
| Sedimentlading (ton/jaar)               | 861                                                                                                     |
| Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) | 0,1                                                                                                     |
| Meetmethode                             | Staalnames zwevende stof en debietsmeting mbv meetgoot                                                  |
| Bron                                    | VMM station nummer LS09_165                                                                             |
| Afbakening toestroomgebied              | Niet beschikbaar                                                                                        |
| Hydrologische ingrepen                  | -                                                                                                       |
| Extra sedimentbronnen                   | -                                                                                                       |
| Andere bijzonderheden                   | Metingen vanaf 2014 t.e.m. 2017 minder betrouwbaar.                                                     |
| Opmerkingen                             | Gebied is te groot. Te grote kans op sedimentatie in de waterloop vooraleer het meetpunt wordt bereikt. |

| Jaar | Sedimentlading (ton/jaar) | Specifieke sedimentlading (ton/ha/jaar) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 2007 | 116                       | 0,0                                     |
| 2008 | 1.749                     | 0,2                                     |
| 2009 | 347                       | 0,0                                     |
| 2010 | -                         | -                                       |
| 2011 | -                         | -                                       |
| 2012 | -                         | -                                       |
| 2013 | -                         | -                                       |
| 2014 | 625                       | 0,1                                     |
| 2015 | 941                       | 0,1                                     |
| 2016 | 2.018                     | 0,2                                     |
| 2017 | 233                       | 0,0                                     |



Koning Albert II laan 20/8  
1000 Brussel  
**omgevingvlaanderen.be**