

# Bepaling van deelstroomgebieden uit het hydrologisch gecorrigeerd Digitaal HoogteModel voor Vlaanderen in het kader van de OBM-Centrale

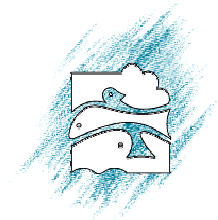
Pieter Cabus

Nota Instituut voor Natuurbehoud  
IN.A.2005.117

*Onderzoek uitgevoerd aan het Instituut voor Natuurbehoud  
in opdracht van de Afdeling Water van AMINAL*



Instituut voor Natuurbehoud  
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel



## Inleiding

De Afdeling Water zal in 2006 een opdracht gunnen voor de aanmaak van een OBM-Centrale. Dit Operationeel systeem moet instaan voor een online waarschuwing en voorspelling van hydrologische afvoeren over heel Vlaanderen. Om een zo relevant mogelijk systeem te bekomen dient het aantal deelstroomgebieden een evenwicht te zijn tussen de mate van detail (zo groot mogelijk aantal deelstroomgebieden) en de relevantie van dit detail (in het kader van voorspellingsfouten) en anderzijds de benodigde snelheid en functionaliteit (PC-geheugen, rekensnelheden, ...)

Aan de Onderzoeksgroep Landelijk Waterbeheer werd voorbereidend werk verricht om de afbakening zo accuraat en snel mogelijk te maken voor heel Vlaanderen. Daarbij werd een test-case voor het bekken van de Bovenschelde uitgewerkt.

## Verwerking van het HyDHM.

Tot heden was het HyDHM enkel beschikbaar in hoge resolutie (5\*5m ) en kaartblad per kaartblad. In eerste instantie werden de individuele kaartbladen aan elkaar verbonden tot 1 DHM. Een nieuwe hydrologische correctie was nu nodig, om de lokale depressies ter hoogte van de vroegere kaartranden te verwijderen. Tengevolge geheugenproblemen bij de gebruikte PC bleek dit echter onmogelijk.

Omdat de resolutie van 5\*5 voor de bepaling van stroomgebiedsoppervlakten ook weinig relevant is werd het bekomen DHM geherinterpoleerd tot een resolutie van 50\*50m. Dit DHM werd opnieuw hydrologisch gecorrigeerd. Het is op basis van dit 50\*50m-bestand dat verder gewerkt werd.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat het DHM niet verder reikt dan de Vlaamse Grens. Men kan er van uit gaan dat ELK automatisch afgebakend deelstroomgebied dat grenst aan een buurland of buurgewest FOUT is. Deze deelstroomgebieden moeten manueel nog aangepast worden.

## Bepaling 'lozingspunten' deelstroomgebieden

Voor het automatisch bepalen van deelstroomgebieden is een set van 'lozingspunten' nodig. Deze bepalen de plaatsen waarheen het water uit de betreffende deelstroomgebieden loost. Op basis van deze punten kan de GIS-software de deelstroomgebieden berekenen.

In eerste instantie werd gewerkt op basis van de VHA-bestanden. Elk knooppunt van een waterloop met een waterloop van een andere categorie werd bepaald. Daarbij dienen twee belangrijke opmerkingen geformuleerd:

- ook snijpunten ter hoogte van sifonerings en by-passen worden bepaald. Deze zijn echter niet relevant voor de afbakening van deelstroomgebieden
- In de vlakke gebieden met een wijd vertakt waterloppennetwerk zijn ontzettend veel knooppunten. Ook deze zijn niet relevant.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van het aantal knooppunten dat bekomen werd.

Gezien de hoge aantallen moet hier zeker nog manueel in gefilterd worden, en kunnen maximaal de stroomgebieden van 2<sup>e</sup> categorie beschouwd worden. Deze worden gedefinieerd met een oppervlakte van meer dan 500 ha, of bij overschrijding van een gemeentegrens.

Overgang van categorie	Aantal punten
van 1 <sup>e</sup> naar 0 <sup>e</sup>	178
van 2 <sup>e</sup> naar 0 <sup>e</sup>	958
van 2 <sup>e</sup> naar 1 <sup>e</sup>	1897
van 3 <sup>e</sup> naar 0 <sup>e</sup>	2421
van 3 <sup>e</sup> naar 1 <sup>e</sup>	3159
van 3 <sup>e</sup> naar 2 <sup>e</sup>	8394
van hogere naar 0 <sup>e</sup>	8893
van hogere naar 1 <sup>e</sup>	9951
van hogere naar 2 <sup>e</sup>	15532
van hogere naar 3 <sup>e</sup>	21488

## Automatische bepaling deelstroomgebieden\_theorie

Het automatisch bepalen van deelstroomgebieden bestaat uit een aantal stappen.

### 1. De afstroomrichting van een cel wordt bepaald

De afstroomrichting van een cel wordt bepaald als de richting welke het water zal stromen als het vanuit die cel de grenzen overschrijdt. Deze richting wordt gedefinieerd door een getal dat verwijst naar één van de acht buurcellen. Figuur 1 illustreert dit.

64	128	1
32	X	2
16	8	4

Tabel 2: Waarde van cel x voor de verschillende afstroomrichtingen. Elke software gebruikt een analoog systeem, maar soms wel met de getallen enigszins verschoven rond de centrale cel (bvb. getal 1 links van x bij Arcview)

### 2. Bepaling van de cumulatieve afstroming

De tweede voorbereidende procedure maakt gebruik van de afstroomrichting om de cumulatieve afstroming te berekenen. Elke cel krijgt dan de waarde van het aantal cellen dat via deze cel draineert. Cellen die een waarde hebben van nul corresponderen met de topografische waterscheidingen.

### 3. Afbakening van de stroomgebiedsgrenzen

Uiteindelijk kan op basis van de hierboven beschreven kaarten een stroomgebied afgebakend worden. Aflijning van een stroomgebied vereist enerzijds een afstromingsrichtingsgrid en anderzijds een “bron”-kaart. Dit bron-grid bestaat uit een grid van achtergrondwaarden met minimaal 1 cel met een andere waarde. De lokatie van deze starterpunten moet zodanig zijn dat ze de “uitlaat” van het te bepalen stroomgebied vormen. Het programma berekent welke cellen allemaal draineren via die “starter”-cellen.

## 4. Lokalisatie van de 'thalweg'

Op basis van de cumulatieve afstromingskaart kan eenvoudig een kaart gemaakt worden waarop de verwachte afstromingskanalen getekend worden. Het volstaat van te veronderstellen dat vanaf een bepaald afstromingsoppervlak (X cellen) een irrigatiekanaal gevormd wordt. Door alle cellen in de cumulatieve afstromingskaart met een waarde kleiner dan X in waarde "NULL" om te zetten, en alle cellen met een waarde groter dan (of gelijk aan) X in waarde 1 krijg je zo'n kaart met afstromingskanalen.

## 5. Ordening van de irrigatiekanalen

Zo'n netwerk van kanalen kan geordend worden volgens verschillende principes, bvb. volgens Strahler. Hierbij zijn er vele kanaalsegmenten met een zelfde nummer.

## 6. Identificatie van de verschillende onderdelen van het kanalen-netwerk

Het netwerk van kanalen kan ook uitgesplitst worden waarbij aan elkaar kanaalsegment een uniek nummer toegekend wordt.

## Automatische bepaling deelstroomgebieden\_praktijk

Met behulp van het 50\*50m HyDHM voor Vlaanderen werden de verschillende stappen hierboven doorlopen. Afstroomrichting en Cumulatieve afstroom werden berekend.

In de volgende stap werd getracht met behulp van de hierboven bekomen punten (VHA-knopen) stroomgebieden af te bakenen. Dit bleek niet mogelijk. Verschillende optie's werden uitgetest: Omzetten van de punten in polygonen (1-maal van 100\*100m, 1-maal zelfs extreem van 1\*1 km), "snappen" van de punten aan de punten met hoge cumulatieve afstroming, manueel afbakenen van de "startpunten", ... Dit bracht geen aarde aan de dijk. Online support van ESRI meldde inderdaad ook verschillende gevallen waarbij mensen problemen hebben om ArcGIS deze laatste stap te laten uitvoeren. Om 1 of andere reden heeft ArcGIS het moeilijk om op basis van 1 punt een stroomgebied te berekenen, ook al ligt dat punt midden in de rastercel met de hoogste cumulatieve afstroming. Enkel wanneer je ArcGIS zelf laat vertrekken vanuit z'n berekende cumulatieve cellen (meer dan 1 cel) lukt het om een stroomgebied degelijk af te bakenen.

Er waren twee alternatieven:

- verandering van software: Ook andere GIS-software biedt deze functionaliteit en ook Infoworks kan op basis van een hyDHM stroomgebieden afbakenen. Weliswaar dient in deze laatste met de hand geklikt te worden op elk gewenst punt.
- Verandering van strategie, waarbij niet de VHA-knooppunten gehanteerd worden als startpunten, maar andere criteria

Alternatief 1 werd kort uitgetest in Infoworks. Ook Infoworks blijkt gevoelig aan hetzelfde probleem. De exacte locatie waar je klikt blijkt cruciaal, ook al stel je bvb. een zoekradius in van enkele honderden meter. De afbakening van de deelstroomgebieden gebeurt analoog als

in Arcview, waarbij een groot deel van de deelstroomgebieden niet voldoende nauwkeurig afgebakend wordt. Dit is een werkbaar alternatief, maar er kruipt veel tijd in manuele controle en dubbelcheck.

Daarom werd gedacht aan een alternatieve benadering van de startpunten. In theorie gebeurt de toewijzing van categorieën aan beken op basis van de volgende criteria:

- stroomgebied groter dan 100 ha: 3<sup>e</sup> categorie
- stroomgebied groter dan 500 ha: 2<sup>e</sup> categorie
- stroomgebied groter dan 5000 ha: 1<sup>e</sup> categorie

Op basis van de cumulatieve afstromingskaart kunnen de waterlopen bepaald worden die vanaf die respectievelijke oppervlaktes “bestaan”. De beginknopen van dat waterloppennetwerk kunnen dan beschouwd worden als ‘startpunten’ voor de stroomgebieden van die bepaalde categorie. Met behulp van de tools die hierboven geschetst werden, kon aan elk waterloopsegment in Vlaanderen op die manier een identiek nummer toegekend worden. Voor elk identiek nummer kon eenvoudig een stroomgebied bepaald worden.

Zo kon de cumulatieve afstroming groter dan 400 cellen ( $400 \cdot 50 \cdot 50 \text{ m}^2 = 100 \text{ ha}$ ) resulteren in een “stream\_100”-netwerk met 8521 verschillende netwerksegmenten die elk een minimale toeleverende stroomgebiedsoppervlakte hebben van ongeveer 100 ha. Tussenliggende segmenten hebben vanzelfsprekend een afwijkende oppervlakte.

Op dezelfde manier werd een “stream\_500”- (meer dan 2000 cellen) en een “stream\_5000”-netwerk (meer dan 20000 cellen) bekomen. Het aantal segmenten bedroeg respectievelijk 1804 en 168.

Voor deze drie kaarten werden per segment door ArcGIS een stroomgebied afgebakend. Het aantal stroomgebieden is gelijk aan het aantal segmenten. Op basis van deze getallen lijkt een combinatie van de kaarten “wshed\_5000” en “wshed\_500” aangewezen voor het bepalen van de deelstroomgebieden voor de OBM-Centrale.

## Opmaak deelstroomgebieden Bovenscheldebekken

Als test werden de deelstroomgebieden voor de OBM-Centrale voor het Bovenscheldebekken gegroepeerd. Op basis van de “wshed\_5000” en “wshed\_500”-kaarten werd met behulp van knippen en plakken een “OBM\_Bosch”-shapefile aangemaakt. Belangrijk om op te merken is dat het Bovenscheldebekken een gebied is met relatief veel helling, waar topografisch afgelijnde stroomgebieden ook hydrografisch zinvol zijn.

Er werden twee technieken toegepast:

1. semi-automatisch op basis van VHA-Zone’s. Wanneer veronderstelt wordt dat een VHA-zone een representatief oppervlak voorstelt, dan kan men vertrekken vanuit de VHA-zone’s. Via een algoritme kan dan de aflijning van die VHA-zone bijgestuurd worden zodat ze de topografische waterscheiding benadert. Dit kan door
  - i. een VHA-zone te selecteren
  - ii. de VHA-waterloopassen te selecteren die in deze VHA-zone liggen

- iii. de “wshed\_500” (of evt. de “wshed\_100”)-deelstroomgebieden samen te voegen die gekruist worden door 1 of meerdere van de geselecteerde waterlopen.

Dit verloopt relatief makkelijk, maar er neigen opnieuw fouten te sluipen in de automatische verwerking, waardoor sommige deelstroomgebieden teveel of te weinig toegewezen worden. Manuele aanpassing dringt zich dan weer op.

2. Een volledig manuele oplossing waarbij met knippen en plakken die deelstroomgebieden geselecteerd worden die relevant lijken voor de hydroloog. Sommige kunnen hierbij samengevoegd worden, andere gewoon niet meegenomen, ... Met behulp van de “wshed\_500” en “wshed\_5000”-kaarten gaat dit relatief snel.

Het lijkt erop dat het manueel kopiëren van deelstroomgebieden uit de beide deelstroomgebiedkaarten relatief het eenvoudigst en de meest zinvolle manier is om de deelstroomgebieden voor de OBM-Centrale te bepalen. Voor het bekken van de Bovenschelde werd een “klad”-versie van deze OBM-Centrale kaart bijeengeplakt op een uur tijd. Deze kaart moet wel nog verder verwerkt worden zodat er bvb. geen lege vlekken meer zijn, de stroomgebieden aan de grens met Wallonië en Frankrijk op een relevante manier bestreken worden, ...