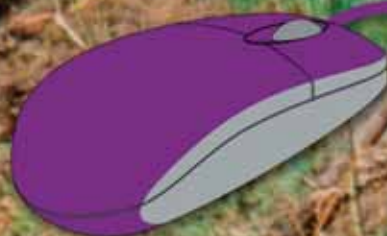


# De Maarkebeek

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



# De Maarkebeek

Computermodellering  
als methode,  
hoogwaterbeheer  
als doel

# Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Het stroomgebied van de Maarkebeek	8
2. De ecologische waarde van de Maarkebeek	14
3. Wateroverlast in het bekken van de Maarkebeek	17
4. De kracht van modelleringen	20
5. Welke maatregelen hebben effect?	32
6. Wat brengt de toekomst?	38
Achterflap: overzichtskaart van het stroomgebied	

## Samenstelling en eindredactie

Haecon nv  
Deinsesteenweg 110  
9031 Drongen  
Tel: 09-216 63 63 • Fax: 09-227 61 05  
E-mail: haecon@haecon.be

## Redactieadvies

Willy Van Hecke, Ivo Terrens (AMINAL - afdeling Water)

## Fotografie

Haecon  
Regionaal Landschap Vlaamse Ardennen  
Gemeentebestuur Maarkedal

## Vormgeving

www.tabeoka.be  
Cover naar een idee van Lieven Jacobs  
Stijl naar een idee van Luk Guillaume

## Depotnummer

D/2003/3241/074

## Verantwoordelijke uitgever

Paul Thomas, afdelingshoofd  
AMINAL - afdeling Water  
Alhambragebouw  
Emile Jacqmainlaan 20, bus 5  
1000 Brussel  
Tel: 02-553 21 11 • Fax: 02-553 21 05  
E-mail: water@lin.vlaanderen.be

Het volledig rapport alsook de overzichtskaarten zijn in te kijken bij de afdeling Water.

Bij de afdeling Water kunnen ook publicaties bekomen worden die handelen over modelleringstechnieken en hedendaags hoogwaterbeheer. Of bel ons voor een mondelinge toelichting over de problematiek van de Maarkebeek.

## Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Maarkebeek behoort tot een reeks van 22 brochures die vanaf 2002 gemaakt werden of worden. Ze behandelen de modelleringsstudies van de stroomgebieden die deel uitmaken van het meerjarenprogramma van de afdeling Water, fase 3 (bestek 1999). Deze stroomgebieden zijn: het stroomgebied van de Poperingevaart, de Handzamevaart, de Kerkebeek, de Mandel, de Molenbeek te Wetteren, de Ledebeek afwaterend naar Lokeren, de Maarkebeek, de Wallebeek, de Kalkenvaart, de Benedenvliet, de Benedenschijn, de Mark, de Bollaak, de Kleine Nete en Aa, de Wimp, de Zuunbeek, de Winge, de Begijnebeek, de Gete en Melsterbeek, de Herk, de Voer en de Grote Laakbeek.

# Voorwoord

De afdeling Water van de Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL) die deel uitmaakt van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap is samen met andere instanties verantwoordelijk voor het waterbeheer in Vlaanderen. Zij beheert zelf de grotere onbevaarbare waterlopen. Deze waterlopen zorgen geregeld voor overstromingen, waarvan augustus 1996, september 1998 en december 1999 het meest bekend zijn. Het jaar 2002 spande niettemin de kroon met drie kritieke perioden, namelijk januari-februari 2002, augustus 2002, en zopas de jaarovergang 2002-2003.

Het bedwingen van waterlopen is een oud streven van de mens. Maatregelen die in het verleden genomen werden om wateroverlast te vermijden, hadden vaak heel wat negatieve effecten. Ze gaven aanleiding tot een versnelde afvoer van de neerslag naar stroomafwaarts gelegen gebieden. Het overstromingsgevaar werd alleen maar verplaatst, niet opgelost.

Vandaag de dag wordt echter gestreefd naar integraal waterbeheer: het duurzaam beheren van het aanwezige water rekening houdend met de huidige en toekomstige noden van mens en natuur. Een onderdeel van integraal waterbeheer is de waterhuishouding, die zich vooral op de kwantitatieve aspecten van het waterbeheer richt. Integraal waterbeheer impliceert ook een andere visie op hoogwater. Het uitgangspunt daarbij is dat overstromingen een natuurlijk verschijnsel zijn die altijd zullen blijven voorkomen. Door het bouwen in overstromingsgebieden ontstaat er schade. De betrachting van de waterbeheerder was en is nog altijd om deze schade te beperken. Het verleden heeft geleerd dat de natuur nooit helemaal door de mens kan bedwongen worden.

## Ongewenste overstromingen

We moeten dus respect opbrengen voor het gedrag van het natuurlijk systeem. Meer zelfs, het kan ons de middelen aanreiken om onze huidige problemen aan te pakken. Overstromingen zijn maar al te vaak een gevolg van het in een eng keurslijf dwingen van de waterloop. Door de natuurlijke functie van de valleigebieden als overstromingsgebied in ere te herstellen of te vrijwaren op plaatsen waar dit nog kan, kunnen we overstromingen op ongewenste plaatsen aanpakken. Alleen daar waar dit niet volstaat, moeten aanvullende infrastructuurwerken voorzien worden.

Dit principe is in verstedelijkt Vlaanderen niet altijd evident, maar het kan. Het herwaarderen van natuurlijke overstromingsgebieden heeft consequenties op de ruimtelijke bestemming en het huidige landgebruik. Ook de bevolking moet hierin haar verantwoordelijkheid opnemen.

Het binnen dit kader nemen van maatregelen, vergt een zorgvuldig handelen. Er is een grondig inzicht nodig in de af te voeren waterhoeveelheden, de stromingen van water binnen een

stroomgebied en de buffermogelijkheden in de valleigebieden. Bovendien moeten de verschillende aanspraken op het aanwezige water in het stroomgebied mee in rekening gebracht worden. Belangen moeten dus worden afgewogen, meerdere alternatieven met elkaar vergeleken, eventueel negatieve effecten ondervangen.

## Wateroverlast aanpakken

Om deze principes in de praktijk om te zetten heeft de afdeling Water een aanpak ontwikkeld die bestaat uit studies, overlegstructuren en beleidsplanning. Deze aanpak wordt via een meerjarenprogramma toegepast voor alle waterlopen en hun stroomgebied die onder de bevoegdheid van de afdeling Water vallen.

Infrastructuurwerken aan waterlopen worden voorafgegaan door studies, uitgevoerd door externe studiebureaus. Men noemt dit modelleringsstudies, omdat er gebruik gemaakt wordt van computermodellen die de werkelijkheid nabootsen. Ze laten toe om de effecten van mogelijke ingrepen te voorspellen. Bovendien wordt steeds uitgegaan van het volledig stroomgebied. Elke studie is opgebouwd uit 3 luiken: (i) een inventarisatieluik waarin alle watergerelateerde gegevens worden bijeengebracht en geïnterpreteerd naar hun invloed op het watersysteem; (ii) een hydrologisch luik waarin de karakteristieken van de neerslag en de afvoer ervan over het land naar de waterloop worden geanalyseerd en (iii) een hydraulisch luik waarin de stroming in de waterloop wordt gesimuleerd en de effecten van verschillende alternatieve oplossingen voor de bestaande knelpunten worden voorspeld en vergeleken.



Foto's links: Idyllische plaatjes van het landschap. Het stroomgebied van de Maarkebeek maakt deel uit van de befaamde Vlaamse Ardennen.

### Lokaal overleg belangrijk

De studies worden begeleid door een lokaal wateroverleg: een groep van specialisten die als waterbeheerder of als vertegenwoordiger van een bepaald maatschappelijk belang de plaatselijke problemen kennen en die aan de oplossing kunnen meewerken. Op deze manier ontstaat door het samenbrengen van verschillende disciplines en bevoegdheden een ruim draagvlak voor de te nemen maatregelen.

De resultaten van de studies en het overleg daarrond worden vervolgens neergeschreven in beleidsplannen, die het integraal waterbeheer in Vlaanderen moeten omzetten naar de praktijk. Het is de bedoeling dat alle waterbeheerders daarbij samenwerken, en eenieder zijn verantwoordelijkheid opneemt. Momenteel is men gestart met de opmaak van de bekkenbeheerplannen. Dit zijn geïntegreerde plannen op bekenniveau die de aspecten waterkwantiteit, waterkwaliteit en natuurlijk milieu gezamenlijk behandelen. Op lokaal niveau (deelbekkens) zullen de DuLo-waterplannen vorm geven aan het kleinschalig waterbeheer. De waterhuishoudingsplannen van polders en wateringen zullen de kwantiteitsaspecten meer in detail uitwerken met het oog op een geïntegreerd beheer van de kleinere waterlopen.

### Het stroomgebied van de Maarkebeek ter studie

Deze brochure stelt de resultaten voor van één van dergelijke studies, nl. voor het stroomgebied van de Maarkebeek. Het stroomgebied van de

Maarkebeek vormt een onderdeel van het hydrografisch bekken van de Bovenschelde.

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau Haecon. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de afdeling Bovenschelde van AWZ, de administratie van Ruimtelijke Ordening AROHM, de provincie Oost-Vlaanderen, de lokale gemeenten, de watering van Melden, de Vlaamse Milieumaatschappij, de NV Aquafin, de Vlaamse Landmaatschappij, waren vertegenwoordigd in het lokale wateroverleg.

Met deze brochure wenst de afdeling Water de betrokkenen in te lichten over de gevolgde methode en de geplande maatregelen die de komende jaren in het stroomgebied van de Maarkebeek zullen worden uitgevoerd. Zij moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen aanpakken. Het ontwerp van deze werken steunt op de resultaten van deze studie. Later zal de verzamelde informatie verder opgenomen worden in het op te stellen bekkenbeheerplan voor het Bovenscheldebekken.

### AMINAL - afdeling Water Mei 2003

*Het waterglas hiernaast symboliseert het nieuwe concept van integraal waterbeheer, zoals opgenomen in de missie en strategie van de afdeling Water.*

# De afdeling Water

*De afdeling Water maakt deel uit van de Vlaamse leefmilieu-administratie AMINAL. Zij is actief op verschillende fronten.*

*Eerst en vooral concentreert de afdeling Water zich op de oprichting van een duidelijk rivierbekkenbeleid. Een goede overlegstructuur en organisatie per stroomgebied is immers nodig om aan 'integraal' waterbeheer te doen. Daarbij worden oppervlaktewater, grondwater, waterloopstructuur en oevers met de bijhorende levensgemeenschappen, als één samenhangend watersysteem beschouwd en beheerd. Verschillende aspecten waaronder milieu, ruimtelijke ordening, landschap, recreatie en economische sectoren worden bij dit beheer betrokken.*

*De afdeling Water zet zich ook in voor het behoud van een kwantitatief evenwicht in de watersystemen. Hierbij moet een duurzame balans tussen de onttrekking van water en de hervoeding van de watersystemen worden nagestreefd. Grondwatertekorten worden vermeden door onder meer het verminderen van waterverspilling en door meer regenwater, oppervlaktewater en gezuiverd afvalwater te gebruiken. Gevallen van wateroverstrooming (bvb. overstromingen) worden aangepakt door de uitvoering van infrastructuurwerken en door richtlijnen op de ruimtelijke ordening en het landgebruik.*

*Verder besteedt de afdeling Water heel wat aandacht aan het herstellen van de biodiversiteit van watergebonden ecosystemen. Waterlopen en valleien moeten in deze visie de ruggengraat worden van natuurgebieden door de heraanleg van de bedding en de omgeving op een natuurlijke manier. Ook de verontreiniging van grond- en oppervlaktewater door puntlozingen en diffuse lozingen (pesticiden, meststoffen) krijgt de nodige aandacht door nieuwe wetgeving en voorlichting van bevolking, landbouw en industrie.*

*Concreet vertalen deze verschillende aandachtspunten in de werking van de afdeling Water zich in allerhande activiteiten:*

*het opstellen en uitbouwen van meetnetten, databanken en computermodellen van waterlopen en ondergrondse waterlagen, het opmaken en overleggen van beleidsplannen en kaartmateriaal voor waterhuishouding en rivierbekkenbeheer, het opstellen van wetgeving voor het beheer van oppervlaktewater, grond- en drinkwater, het sensibiliseren en stimuleren van burgers, bedrijfssectoren en overheden, het ontwerpen, uitvoeren, ondersteunen, adviseren, vergunnen en controleren van concrete projecten waaronder de bouw en aanleg van overstromingsgebieden en wachtbekkens, computergestuurde pompstations en kunstwerken, natuurlijke oevers en visdoorgangen, infiltratiegebieden en kleinschalige waterzuivering, het ruimen van slib en het bestrijden van muskusratten, het vergunnen van grondwaterwinningen en drinkwaterbeschermingszones, de erkenning van laboratoria voor wateranalyses, de subsidiëring van polders en watering en de controle op de investeringen van Aquafin...*

*Voor de uitvoering van dit alles beschikt de afdeling Water over een jaarlijks begrotingsbudget van ca. 45.000.000 EUR (1,8 miljard BEF), de investeringen van Aquafin en de subsidies voor gemeentelijke rioleringen niet meegerekend, en telt een 265-tal medewerkers, waaronder een ploeg van 100 muskusrattenbestrijders. Naast het hoofdbestuur te Brussel zijn er 5 buitendiensten, in de provinciale hoofdsteden Antwerpen, Leuven, Brugge, Gent en Hasselt.*

Het stroomgebied van de Maarkebeek is als het ware een zustergebied van dat van de Zwalm: kenmerkend is het uitgesproken reliëf met sterke hellingen in het bovengstrooms gebied.



# 1 Het stroomgebied van de Maarkebeek

Het stroomgebied van de Maarkebeek situeert zich in het zuiden van de provincie Oost-Vlaanderen, tegen de grens aan met het Waalse gewest. Het centrale deel strekt zich uit over de fusiegemeente Maarkedal, bestaande uit de deelgemeenten Maarke-Kerkem, Schorisse, Etikhove en Nukerke.

De monding van de Maarkebeek in de Schelde ligt op het grondgebied van Oudenaarde (deelgemeente Melden). In het noorden en noordoosten is er een overlapping met de deelgemeenten Sint-Maria-Horebeke en Sint-Kornelis-Horebeke (fusiegemeente Horebeke). Aan de oostzijde is een deel van het stroomgebied gelegen op het grondgebied van de deelgemeente Zegelsem (fusiegemeente Brakel) en in het zuiden wordt de gemeente Ronse aangesneden. De meest opwaartse zone van het stroomgebied (met ook de bron van de Molenbeek - Maarkebeek) situeert zich in het Waalse Gewest (gemeenten Ellezelles en Flobecq).

Hydrografisch gezien behoort het stroomgebied van de Maarkebeek tot het Bovenscheldebekken. De monding van de Maarkebeek in de Schelde gebeurt in het pand tussen de stuwen van Kerkhove (opwaarts) en Oudenaarde (afwaarts) op een afstand van 2,65 km van de stuw van Oudenaarde.

De Rennebeek, die zich situeert op het grondgebied van de deelgemeente Melden (Oudenaarde), mondde vroeger in de Maarkebeek uit, maar deze verbinding werd verbroken. Momenteel watert de Rennebeek via een vijzelgemaal rechtstreeks af naar de Schelde, waarbij ook de stroomzin van het water werd omgekeerd.

De oppervlakte van het stroomgebied van de Maarkebeek bedraagt 53,6 km<sup>2</sup>. De begrenzing ervan gebeurt op basis van de topografie, die de waterscheidingskam - de scheidingslijn tussen twee stroomgebieden - bepaalt. Aan de ene zijde van de waterscheiding stroomt het neerslagwater naar de ene waterloop, aan de andere zijde naar een andere waterloop. De bron van de Maarkebeek bevindt zich op een hoogte van ongeveer 120 meter boven zeeniveau; de monding in de Schelde rond 12 meter.

Situering van het stroomgebied van de Maarkebeek (rood gekleurd) in het Bovenscheldebekken (grijs aangeduid). Een detailkaart van het stroomgebied is te vinden op de achterflap.



## De belangrijkste waterlopen in het gebied

Slechts 1,9 km van de Maarkebeek is geklasseerd als onbevaarbare waterloop van eerste categorie, waardoor ze onder de bevoegdheid van het Vlaamse gewest, afdeling Water, valt. De overige hoofdwaterlopen in het stroomgebied zijn hoofdzakelijk waterlopen van tweede categorie, en vallen daardoor onder de provinciale bevoegdheid. De bovenlopen van derde categorie zijn gemeentelijke waterlopen. De niet-geklasseerde waterlopen moeten onderhouden worden door de aangelanden (de boord-eigenaars).

De Maarkebeek heeft drie belangrijke zijlopen. In Maarke-Kerkem vervoegt de Pauwelsbeek de Maarkebeek en in Etikhove monden zowel de Nederaalbeek als de Mariaborrebeek in de Maarkebeek uit (ter hoogte van de Ladeuzemolen). Deze drie beken monden alle uit op de linkeroever van de Maarkebeek. Op de rechteroever zijn er ter hoogte van Schorisse nog twee kortere zijlopen: de Krombeek en de Broekbeek. De bovenloop van de Maarkebeek wordt Molenbeek genoemd. De Maarkebeek-Molenbeek heeft een lengte van 13,4 km volgens de Vlaamse Hydrografische Atlas.

Het geaccidenteerd terrein geeft aanleiding tot hoge afvloe van regenwater en ook grondeeltjes, zeker bij onbegroeide akkers.

De Maarkebeek kent een groot verval met snel stromend water.




## De geologische ondergrond

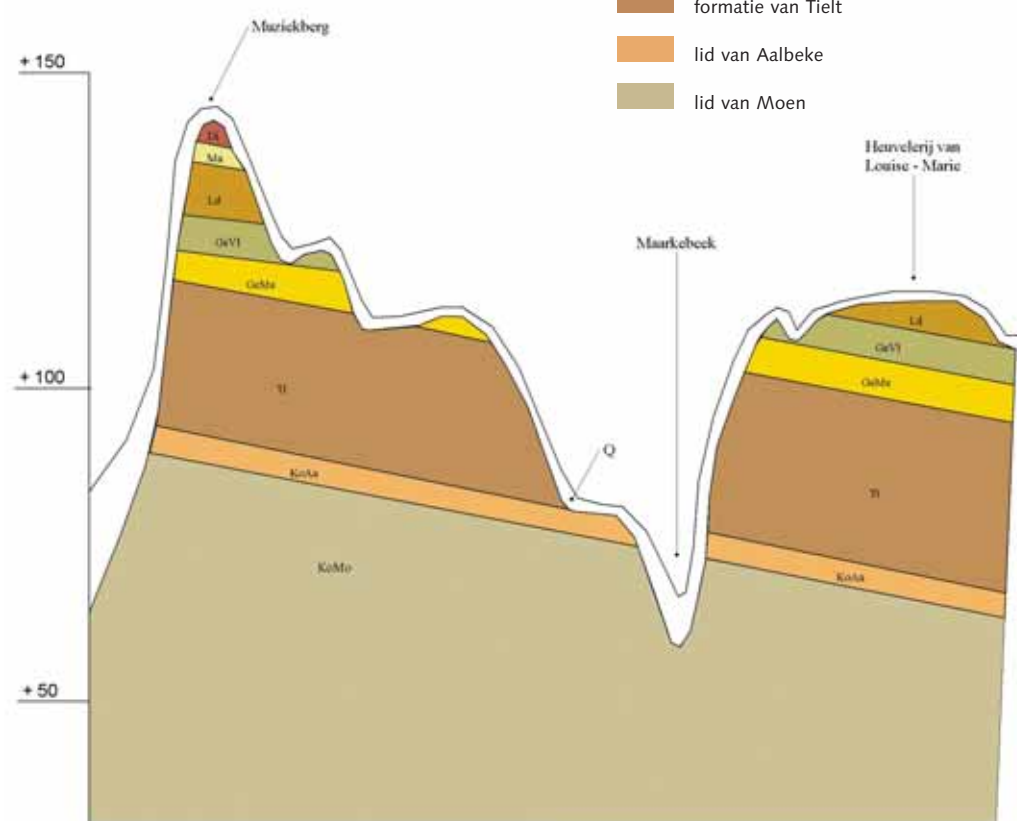
De geologische afzettingen die we aantreffen in het stroomgebied van de Maarkebeek zijn van Tertiaire en Kwartaire oorsprong. Daar waar de Kwartaire deklaag weggesleten werd door water- en winderosie, komen de Tertiaire lagen aan de oppervlakte. Dat is voornamelijk het geval in de valleien. Op de heuveltoppen bevinden zich de jongste lagen van Kwartaire oorsprong. Dit is ook terug te vinden op de geologische kaart van het gebied.

De Kwartaire afzettingen aan de oppervlakte bestaan voornamelijk uit leem dat eeuwen geleden met de wind aangevoerd werd. Daaronder bevinden zich de Tertiaire afzettingen. In de valleien en op de helling van de heuvels werd het Kwartaire leem weggespoeld en komen de Tertiaire lagen aan de oppervlakte. In de diepst gelegen valleigronden bestaat de dagzomende Tertiaire laag uit het lid van Moen van de formatie van Kortrijk. Deze laag - die bestaat uit grove silt tot fijn zand met klei - is een belangrijke

watervoerende laag. Daarboven komt een compacte zware kleilaag (formatie van Kortrijk, lid van Aalbeke) die zeer slecht doorlatend is en waarop de formatie van Tielt ligt, een laag kleilig zand met kleilagen, die wel waterdoorlatend is. Op de grens tussen de twee laatste lagen - waar het water niet door de kleilaag van het lid van Aalbeke kan - ontstaan bronnen. Deze bronnen situeren zich op de heuvelflanken. Op de toppen van de heuvels worden achtereenvolgens de formaties van Gent, Lede (een laag met kalkhoudend zand), Maldegem (bestaande uit fijn zand tot zandige klei) en Diest aangetroffen, die echter maar op bepaalde plaatsen in de heuvelflanken aan de oppervlakte komen.

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| Q   | kwartair              |
|    | formatie van Diest    |
|    | formatie van Maldegem |
|   | formatie van Lede     |
|  | lid van Vlierzele     |
|  | lid van Merelbeke     |
|  | formatie van Tielt    |
|  | lid van Aalbeke       |
|  | lid van Moen          |

Lithostratigrafische doorsnede: de Maarkebeek heeft zich diep ingesneden in sedimenten (zanden en kleien) die miljoenen jaren geleden afgezet zijn.



Het geheel van deze lagen bepaalt in grote mate de wijze waarop het water in het stroomgebied afgevoerd wordt. Het glauconiethoudende fijne zand op de heuveltoppen is goed doorlatend, terwijl de daaronder liggende kleihoudende lagen er voor zorgen dat het grondwater slechts in beperkte mate kan doordringen in de diepere ondergrond. Hierdoor wordt een belangrijk grondwaterreservoir gevormd, waarbij ook bronnen kunnen ontstaan.

Een goede doorlatendheid voor het grondwater betekent eveneens dat een mogelijke verontreiniging snel in de bodem kan doordringen. Op plaatsen met een goede doorlatendheid zal het grondwater dan ook kwetsbaarder zijn dan op plaatsen waar de ondergrond weinig doorlatend is.

Modder is in het stroomgebied van de Maarkebeek niet zomaar modder. Door de steile hellingen kunnen grote, snelle en krachtige waterafvoeren optreden. Dit water spoelt gemakkelijk losliggende gronddeeltjes mee, wat leidt tot verarming van de akkers, en tot vervuiling stroomafwaarts. Begroening van de hellingen is dan ook noodzakelijk om deze erosie tegen te gaan.

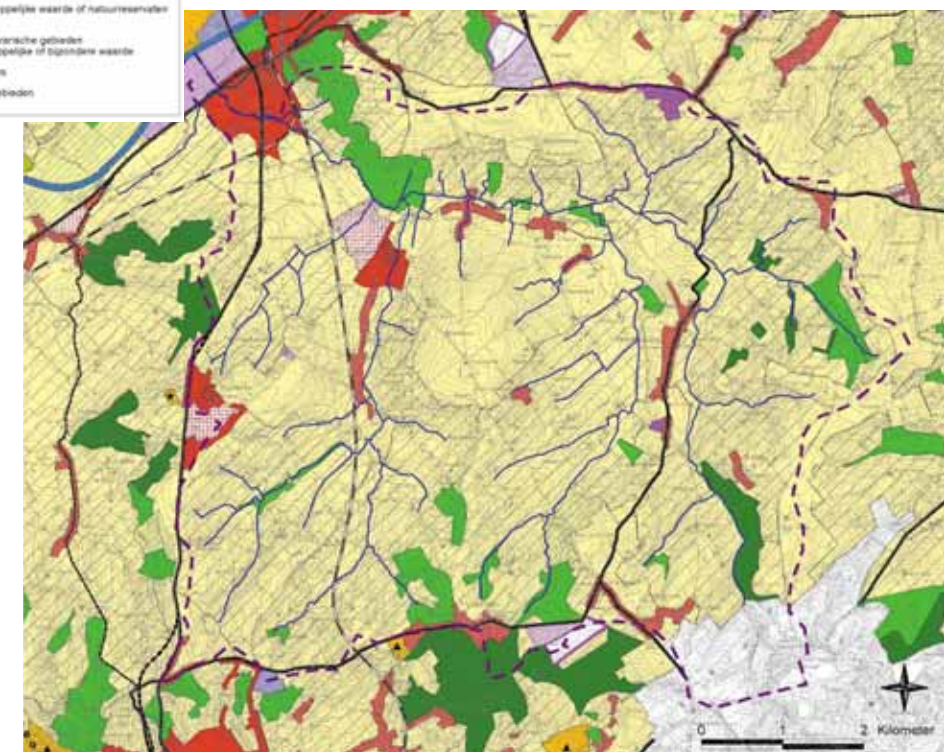
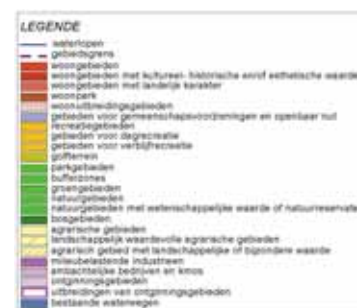
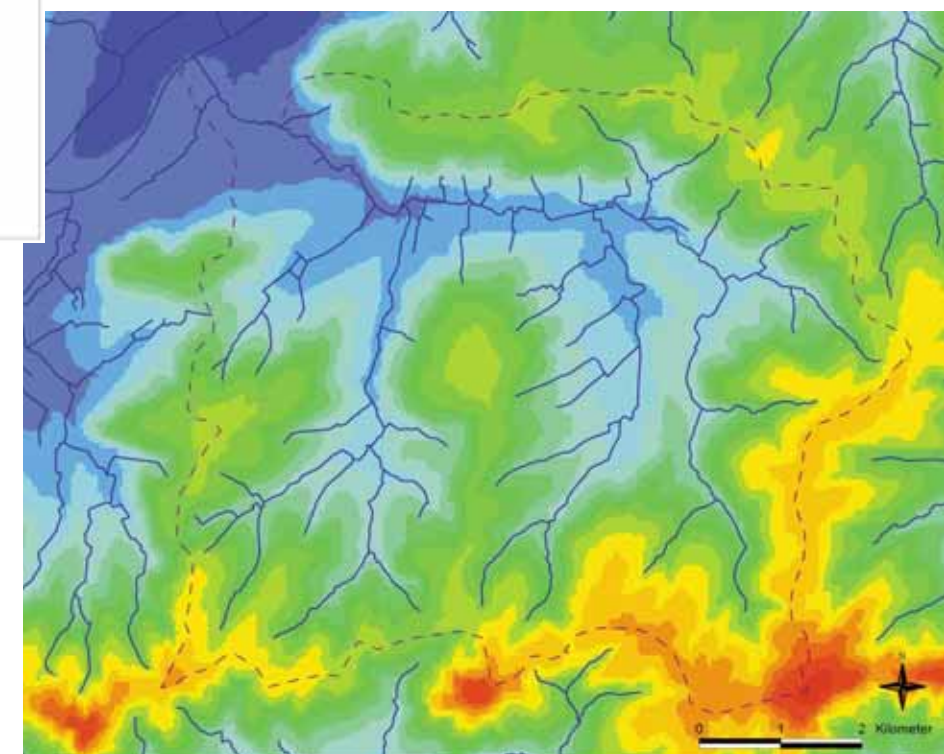
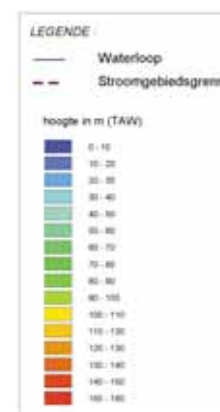
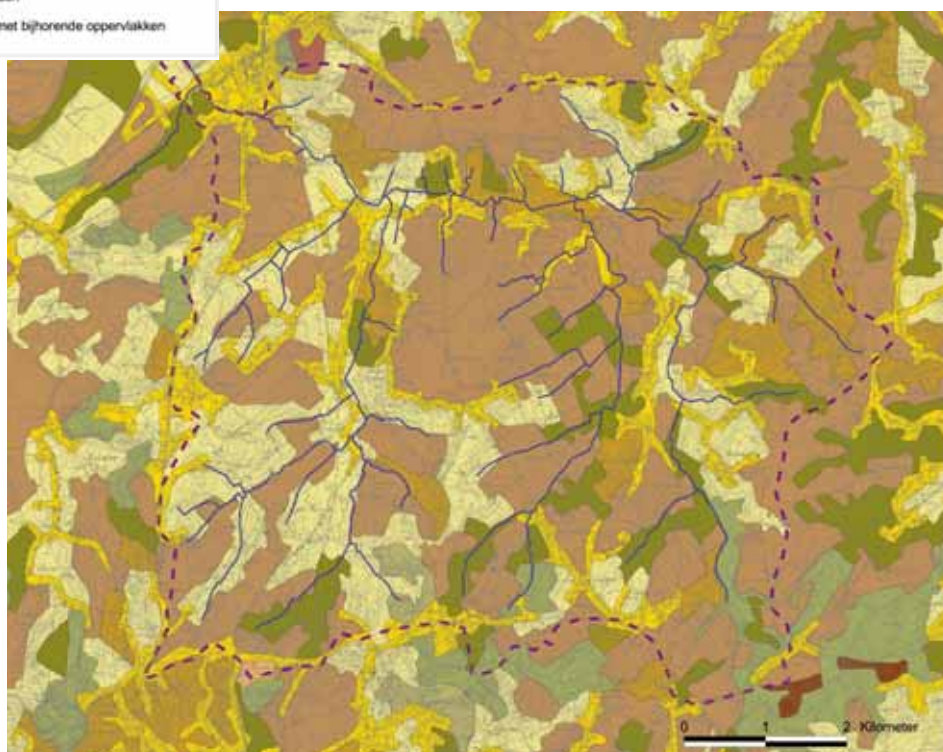
## Reliëf, landschap en bodemgebruik

Het brongebied van de Maarkebeek situeert zich in het golvende landschap van de Vlaamse Ardennen. De hoogste toppen in het stroomgebied gaan tot 150 meter boven zeeniveau in het Waalse gedeelte. De benedenloop van de Maarkebeek ligt in het vlakke gebied van de Scheldevallei. De hoogteligging is daar niet meer dan 10 à 15 meter boven zeeniveau. De waterlopen hebben in de loop der eeuwen valleien met een typisch asymmetrisch dalstelsel uitgesneden in het landschap. De hellingen die gericht zijn naar het WNW tot ZZO zijn relatief steiler, terwijl zachtere hellingen naar het oosten en noorden georiënteerd zijn. De bovenloop van de Maarkebeek en de belangrijkste zijbeken vertonen een opvallende noord-zuid richting.

Het heuvelende landschap vertoont een uitgesproken agrarisch karakter. Het brongebied van de bovenlopen bevindt zich in bebost gebied, maar verder stroomafwaarts zijn het voornamelijk akkers en weilanden waartussen de waterloop stroomt, veelal met hoge landschappelijke waarde. Op de steilste hellingen, zoals de rechteroever van de midden- en benedenloop van de Maarkebeek, en langs enkele bovenlopen, komen verspreid nog enkele waardevolle bronbossen voor.

Door het hellende landschap en de leembodem van het Kwartair is het gebied vrij gevoelig voor bodemerrosie. Het toepassen van verkeerde landbouwtechnieken leidt tijdens hevige regenbuien dan ook snel tot een behoorlijk hoog bodemverlies, waardoor waardevolle landbouwgrond verloren gaat en de valleigebieden geplaagd worden door modderstromen en sedimentoverlast.

Landgebruikskaart: akkers en weiden domineren het stroomgebied.



De hoogtelijnenkaart weerspiegelt het sterke verval tussen de bovenstroomse gebieden en de hoofdwaterloop in de vlakte beneden. Linksboven de vallei van de Bovenshelde.

Op het gewestplan, dat de wettelijke bestemming aanduidt van de percelen, domineren landbouwgebieden en landschappelijk waardevolle landbouwgebieden. Linksboven het verstedelijkte Oudenaarde.



## 2 De ecologische waarde van de Maarkebeek

Zoals meerdere waterlopen in de Vlaamse Ardennen hebben de Maarkebeek en haar zijlopen een groot ecologisch potentieel. De effectieve ecologische waarde wordt beïnvloed door een groot aantal factoren, die elkaar ook onderling nog eens in sterke mate beïnvloeden.

Naast de biologische factoren zoals vegetatie en fauna, dragen ook andere elementen bij tot de ecologische rijkdom. Kwantitatieve aspecten, structuurkenmerken van het watersysteem en de fysisch-chemische kwaliteit van het oppervlaktewater zijn in de eerste plaats bepalend voor de aanwezigheid van biologische elementen en dus tevens voor de ecologische waarde van waterloop en vallei.

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt al verschillende jaren bijgehouden door de Vlaamse Milieumaatschappij VMM. Zij beschikken hiervoor over een meetnet waar op geregelde tijdstippen biologische en fysisch-chemische kwaliteitsbepalingen uitgevoerd worden. De fysisch-chemische waterkwaliteit wordt bepaald aan de hand van de Prati-index. Deze index is een algemene overzichtsindex en wordt gebruikt om de zuurstofhuishouding te karakteriseren. Ze is gebaseerd op het percentage zuurstofverzadiging, het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en het ammonium-stikstofgehalte. Een vergelijking van de Prati-index over de laatste tien jaar duidt op een matige tot een aanvaardbare verontreiniging van de waterlopen in het bekken. Er is geen duidelijke evolutie te herkennen.

Voor de bepaling van de biologische kwaliteit wordt een andere index gebruikt, de Belgische Biotische Index (BBI). Deze parameter steunt op de aan- of afwezigheid van met het blote oog zichtbare ongewervelde diertjes in het water (zoals insecten, weekdieren, kreeftachtigen, wormen, e.d.). De BBI integreert twee factoren: de aan- of afwezigheid van enkele verontreinigingsgevoelige soortengroepen en de diversiteit (het totaal aantal aangetroffen soortengroepen). Het biologisch onderzoek evalueert de kwaliteit van een waterloop als biotoop. De fysisch-chemische

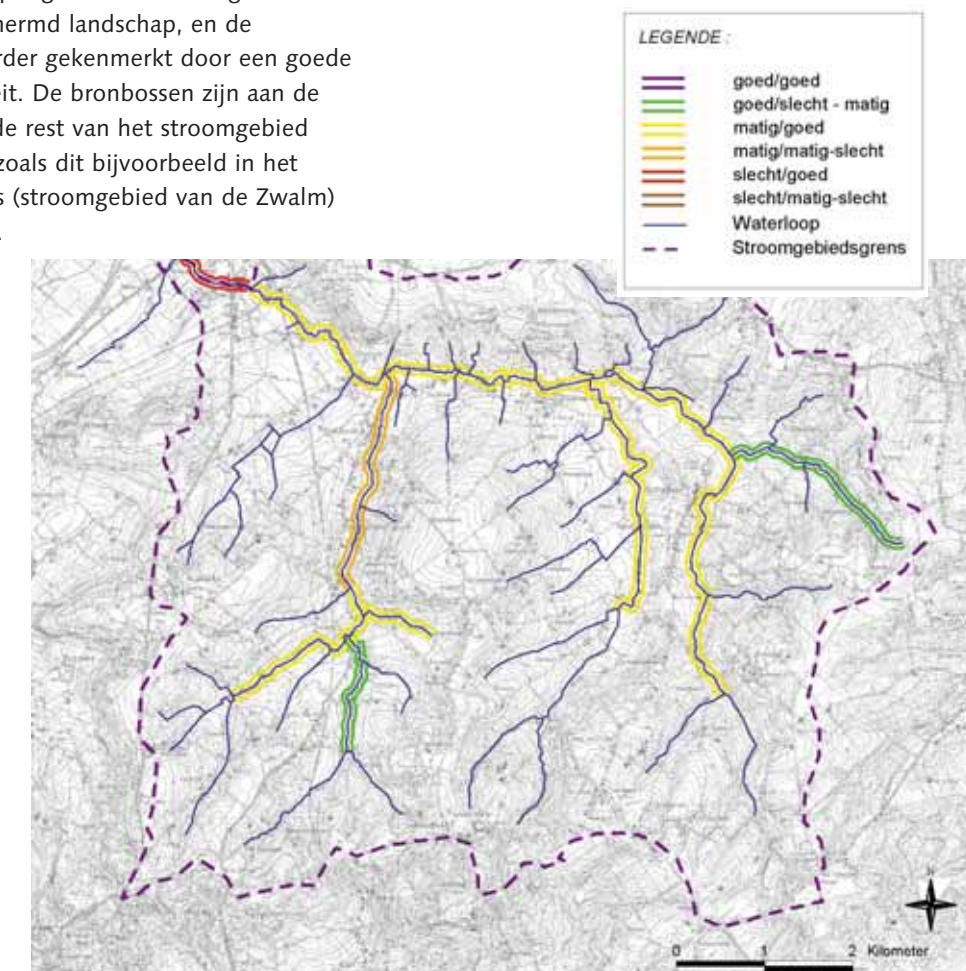
kwaliteit van de waterkolom is daar slechts één - zij het uiterst belangrijk - onderdeel van. De kwaliteit van de waterbodem en de fysische of structuurkenmerken van de waterloop zijn andere belangrijke elementen. De Belgische Biotische Index geeft een geïntegreerd beeld van de chemische, biotische en fysische karakteristieken van zowel de waterkolom, als de waterbodem, de oevers, enz. Door zich te baseren op het voorkomen van bepaalde diersoorten in de plaats van chemische parameters evalueert de BBI daarenboven de waterkwaliteit over een ruimere tijdsperiode.

De biologische waterkwaliteit van de Maarkebeek is matig tot slecht. Ook de zijlopen van de Maarkebeek scoren niet veel beter. Twee metingen op de Mariaborrebeek in 1995 en 1997 gaven zelfs een zeer slechte waterkwaliteit (BBI = 2). Dit heeft, naast de waterkwaliteit, uiteraard veel te maken met het feit dat deze beek over de volledige lengte ingebetonneerd is en dus weinig kansen biedt aan waterorganismen om te leven. In 2001 was de BBI gestegen tot 3, hetgeen overeenkomt met een slechte kwaliteit. Enkele bronlopen geven echter meer hoop: de Krombeek vertoonde bij 2 metingen in 1999 en 2000 een zeer goede waterkwaliteit (BBI = 9). Over het algemeen zijn de bovenlopen beter van kwaliteit, aangezien ze dan nog niet door bebouwde zones gestroomd zijn, waar nog te vaak huishoudelijk en industrieel afvalwater ongezuiverd geloosd wordt.



Een aantal bovenlopen, maar ook enkele kleinere waterlopen in het stroomgebied zijn nog biologisch waardevol.

De bovenloop van de Maarkebeek wordt op de Biologische Waarderingskaart (BWK) vermeld als zijnde biologisch zeer waardevol. Hierbij wordt rekening gehouden met de voorkomende vegetatie en fauna. Ook de bovenlopen van de belangrijkste zijbeken (Pauwelsbeek en Nederaalbeek) zijn biologisch waardevol tot zeer waardevol. Deze waardering valt samen met het voorkomen van bronbos. Dit bronbos is echter het meest typisch ontwikkeld in het Burreken, een reservaatgebied waar een andere zijloop, de Krombeek, ontspringt. Het Burreken geniet al de status van beschermd landschap, en de Krombeek is verder gekenmerkt door een goede structuurkwaliteit. De bronbossen zijn aan de bovenlopen in de rest van het stroomgebied nergens intact, zoals dit bijvoorbeeld in het nabije Brakelbos (stroomgebied van de Zwalm) wel het geval is.



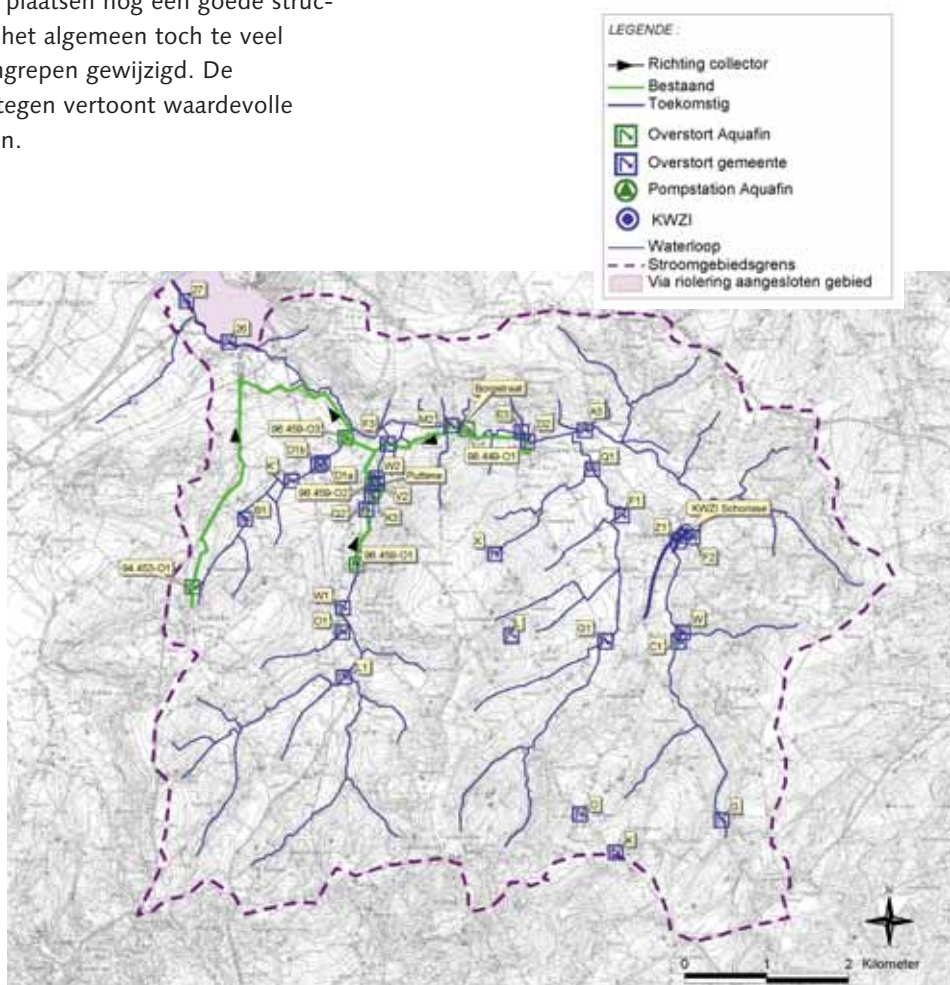
De prioriteitenklassen geven weer in welke mate een waterloop het verdient om beschermd te worden als waardevol biotoop. Het toont ook aan waar men met een minimum aan inspanningen kan komen tot waardevolle gebieden.

De overstromingen van december 1999 veroorzaakten wateroverlast op verschillende plaatsen in het stroomgebied.

Naast de kwaliteit van het oppervlaktewater is ook de structuur van de waterloop een maatstaf voor de ecologische waarde. Meanders, stroomkuilen en de aanwezigheid van holle oevers zijn voorbeelden van zulke waardevolle structurelementen. Door menselijke ingrepen zoals het rechtekken, betonneren of overwelven van een waterloop gaan deze vaak verloren. Dit is nadelig voor de waterflora en -fauna, die deze structurelementen nodig hebben als vasthechtings-, schuil-, nest- of foerageerplaats. Bovendien wordt het water door rechtgetrokken (en dus kortere) waterlopen sneller afgevoerd, zodat het overstromingsgevaar stroomafwaarts toeneemt. Door het overwelven van de waterloop kan de vrije afvoer van het water belemmerd worden. Bij hevige regenval kan het water opwaarts van zo'n overwelling buiten de oevers treden. Dit geldt uiteraard ook voor duikers onder wegen. In het stroomgebied van de Maarkebeek vertonen de waterlopen op bepaalde plaatsen nog een wijde variatie aan structuurkenmerken. De Nederaalbeek vertoont over haar ganse lengte nog een vrij hoge graad aan meandering en holle oevers. De Molenbeek - Maarkebeek zelf bezit op bepaalde plaatsen nog een goede structuur, maar is over het algemeen toch te veel door menselijke ingrepen gewijzigd. De Krombeek daarentegen vertoont waardevolle structurelementen.



Bestaande en geplande waterzuiveringsinfrastructuur. De sanering en opwaardering van het waterlopenstelsel is slechts mogelijk door intensieve afkoppeling van de afvalwaterlozingen. Dat is niet vanzelfsprekend in een landelijk gebied. Naast de huishoudelijke en industriële lozingen blijft ook steeds de problematiek bestaan van de diffuse verontreiniging door de landbouw.



### 3 Wateroverlast in het bekken van de Maarkebeek



Verschillende plaatsen binnen het stroomgebied van de Maarkebeek werden de voorbije jaren getroffen door overstromingen. Deze wateroverlast gaat van plaatselijke effecten in landbouwgebied tot serieuze overstromingen, waarbij meerdere woningen getroffen worden. De gevolgen situeren zich bovendien niet enkel langs de Maarkebeek zelf, ook de zijlopen kunnen hinder ondervinden.

Naast uitzonderlijke meteorologische omstandigheden, is de oorzaak van de overstromingen echter hoofdzakelijk de schuld van menselijke ingrepen. Het rechtekken en betonneren van de waterlopen (Pauwelsbeek, Mariaborrebeek) alsmede onoordeelkundige landbouwpraktijken op steile hellingen, zorgen voor een versnelde afvoer van het neerslagwater, zodat de benedenloop van de Maarkebeek meer water te verwerken krijgt dan zij kan afvoeren binnen haar normale bedding. Lokale hindernissen in de waterloop, zoals duikers, leiden vaak ook tot problemen, te meer ook omdat deze structuren gevoelig zijn voor verstopping door drijfvuil zoals takken, wortels, gras en allerlei afval. Daarnaast is het van belang te beseffen dat de waterloop, zoals ze er in de zomer uitziet, niet dezelfde

hoeft te zijn als in de winter. Wanneer er in de winter grotere volumes aan water doorheen de bedding moeten afgevoerd worden, is het bij de meeste rivieren zo dat de rivier buiten zijn zomerbedding treedt en het winterbed inneemt. Helaas werd dit winterbed op vele plaatsen verkaveld en wordt het natuurlijke overstromingsgedrag van de waterlopen aanzien als een bedreiging. Waterlopen houden er niet van om in een eng keurslijf gewrongen te worden. Het is daarom van vitaal belang de rivieren terug de ruimte te geven die ze nodig hebben. Dit kan onder andere verwezenlijkt worden door het inrichten van overstromingsgebieden, waar extra hoeveelheden water tijdelijk geborgen kunnen worden, in plaats van te proberen het water zo

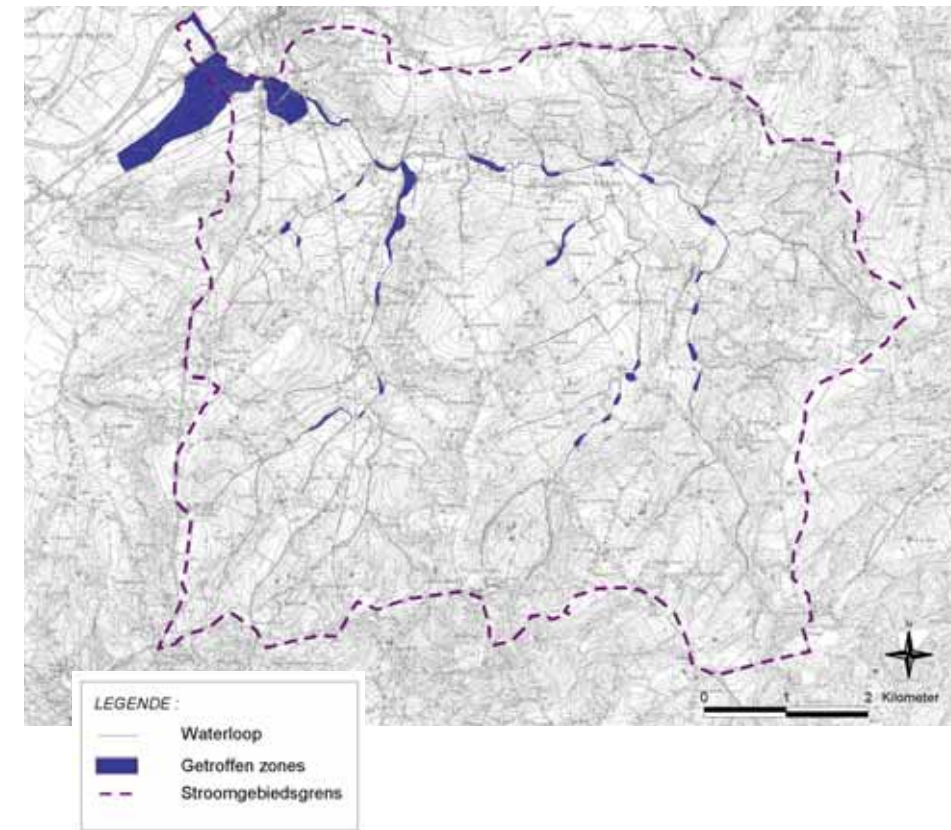
snel mogelijk af te voeren naar de monding, waardoor stroomafwaarts gegarandeerd problemen ontstaan.

De storm van december 1999 zit in deze context nog vers in het geheugen. Door aanhoudende regens in de voorgaande weken was de bodem volledig verzadigd door het neerslagwater. De storm van Kerstmis '99 zelf was op zich niet zo uitzonderlijk, maar de combinatie met de verzadigde bodem leidde er wel toe dat het water onmogelijk nog in de bodem kon dringen. Hierdoor werd de hoeveelheid oppervlakkig afstromend water te groot om nog door de waterlopen verwerkt te kunnen worden, met alle gevolgen vandien. Tijdens deze storm kwamen in de gemeente Maarkedal een twintigtal en in Oudenaarde een vijftigtal huizen onder water te staan ten gevolge van overstromingen van de Maarkebeek en haar zijlopen.

De grootste problemen deden zich voor in de wijk Schapendries nabij de monding van de Maarkebeek, stroomopwaarts van de Nonnenmolen, en in het centrum van Etikhove.

Dit laatste was te wijten aan een verstopping van een duiker door een afgedreven boomstam, waardoor het water van de Nederaalbeek opgestuwd werd en overstroomde.

Langsheen de Rennebeek kwam een grote oppervlakte aan weiden en akkers onder water te staan. Daarnaast zorgden ook de Borgt-, de Ladeuze- en de Romansmolen voor grote opstuwingen, met overstromingen tot gevolg.



Kaartje waarop de belangrijkste wateroverlastzones horende bij de storm van december 1999 aangegeven zijn.

Overstromingen in landbouwgebied kunnen zowel de kwaliteit van de akkers als de kwaliteit van de waterloop beïnvloeden. Meegesleurd slib kan bezinken op de akkers, maar het terugtrekkende water kan ook pesticiden of meststoffen meenemen naar de waterloop. Vallei Rennebeek, december 1999.

1. Onder- en bovenslagrad, Nonnenmolen
2. Borchtmolen
3. Romansmolen
4. Nonnenmolen
5. Kasteelmolen
6. Borchtmolen



# De kracht van modelleringen

Door het invoeren van de waterlopen in het stroomgebied van de Maarkebeek in een computermodel kan onderzocht worden hoe het afstromingsgedrag reageert op bepaalde ingrepen die erop gericht zijn de overstromingen terug te dringen op die plaatsen waar ze niet gewenst zijn.

Het is een illusie te denken dat alle overstromingen totaal vermeden kunnen worden. Er zal steeds een storm komen die de vorige overtreft in grootte of duur. Bovendien is het ook vanuit een ecologisch oogpunt niet wenselijk dat een waterloop niet buiten zijn oevers kan treden. Het hedendaags integraal waterbeleid beveelt daarom aan om de waterloop de mogelijkheid te geven te overstromen, maar dan wel op die plaatsen waar de maatschappelijke hinder beperkt is. Indien dit gerealiseerd kan worden op plaatsen waar vroeger reeds overstromingen op een natuurlijke wijze optraden, dan resulteert dat in draagkrachtige veilige valleien, die bovendien kunnen uitgroeien tot landschappelijk en ecologisch waardevolle gebieden.

Elke modellering wordt voorafgegaan door een uitgebreide inventarisatie waarin niet enkel de elementen nodig voor het opzetten van hydrologische en hydraulische modellen aan bod komen, maar die tevens aspecten van het natuursysteem en de ruimtelijke ordening omvatten. Hiermee kunnen knelpunten en eventuele ingrepen beter geëvalueerd worden in een bredere maatschappelijke context. De resultaten van de inventarisatie worden daartoe besproken op een lokaal wateroverleg. Ook het model, de geïdentificeerde knelpunten, de potentiële ingrepen en de uitwerking van de scenarioanalyses komen er uitgebreid aan bod. Er was een duidelijke consensus over de nood aan gemeenteoverschrijdende oplossingen.

Computermodelleringen worden tevens voorafgegaan door een topografische opmeting van de hoofdwaterlopen, hier de Maarkebeek en een aantal zijlopen. Hierbij werden ook enkele valleigebieden opgemeten waar de uitbouw van een gecontroleerd overstromingsgebied zinvol leek.

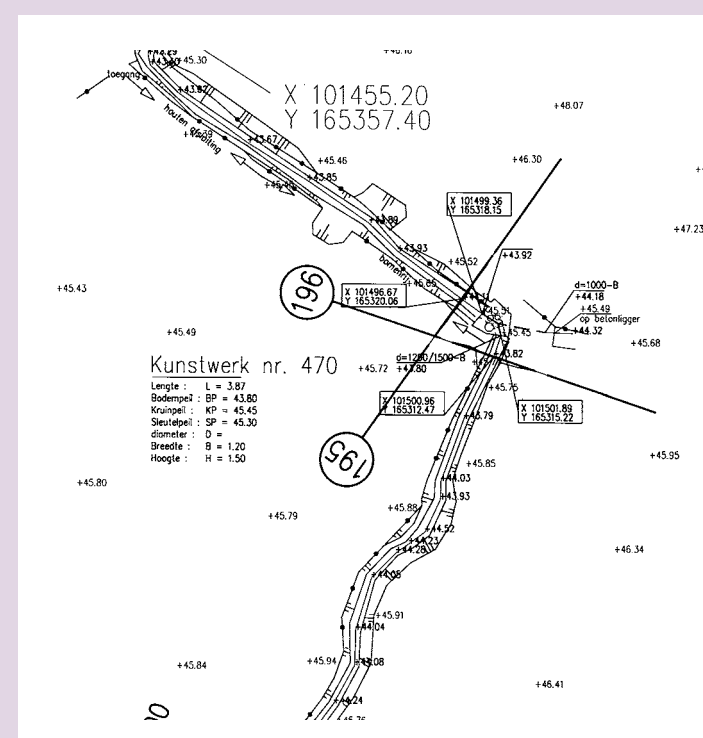
Pompstation op de Rennebeek. Pompstations zijn hydraulische infrastructuren die een belangrijke rol spelen in het gedrag van watersystemen en als zodanig dan ook een belangrijk onderdeel vormen van de computermodellen.



20 De Maarkebeek: computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



Een ander belangrijk onderdeel van de computermodellen zijn de vorm en toestand van de oevers van de waterlopen en de hindernissen, die de waterstroming mee beïnvloeden. Hier een brug waaronder zelfs leidingen hangen die bij hoogwater vuil zullen vangen en de doorvoersectie nog zullen verkleinen.



Om de kenmerken van de oevers en kunstwerken (foto's rechts) nauwkeurig in het model te kunnen inbrengen, wordt alles door landmeettebureaus ten velde opgemeten en uitgetekend (grondplan van de waterloop links). Elk punt van de waterloop om de 50 meter zal een rekenknoop worden in het computermodel en aaneengeregen worden tot een patroner van rekenknoepen.

De Maarkebeek: computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel 21

## Neerslag en afvoer voorspellen

Bij hevige neerslag verhoogt de afvoer en kan er wateroverlast optreden. Om deze processen te simuleren, wordt er gebruik gemaakt van twee computermodellen, namelijk een hydrologisch model en een hydrodynamisch model. Vooreerst modelleert het hydrologisch model de relatie tussen neerslaghoeveelheid en neerslagafvoer, met andere woorden de hoeveelheid neerslag die uiteindelijk in de waterlopen terecht komt. Niet alle neerslag komt immers onmiddellijk in de waterlopen terecht: een deel verdamt en infiltreert. De doelstelling van het hydrologisch model is het opstellen van inloophydrogrammen aan de invoerknoppen van het hydrodynamisch model. Vervolgens modelleert het hydrodynamisch model de waterstroming in de waterlopen zelf, als resultaat van de neerslag die in de waterlopen terecht komt. Hierbij wordt onder meer de waterhoogte gesimuleerd, waaruit kan worden afgeleid of de beken uit hun oevers treden of niet. De combinatie van de twee modellen legt het verband tussen neerslag en overstromingen. Om dit verband zo getrouw mogelijk te maken, moeten de in het model opgenomen parameters eerst geschat en dan aangepast worden, totdat de modelresultaten zo goed mogelijk overeenkomen met gemeten waarden. Dit noemt men kalibreren of ijken. Voor het hydrologisch model is een belangrijke parameter de afvoercoëfficiënt; voor het hydrodynamisch model is een belangrijke parameter de bodemruwheid van de waterloop.

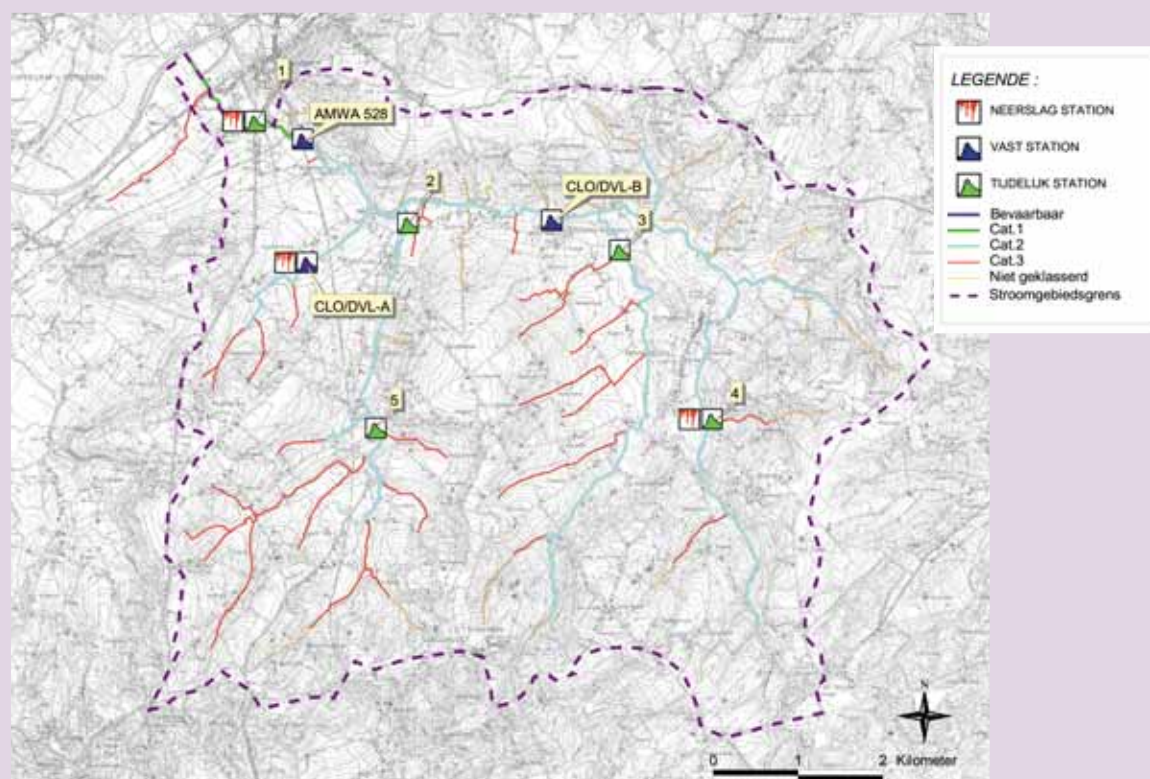
## Typen van regenbuien

De hoeveelheid neerslag die uiteindelijk door een waterloop moet worden afgevoerd, kan worden berekend aan de hand van een hydrologisch model. Om de doeltreffendheid van ingrepen tegen wateroverlast te kunnen bepalen, moet om te beginnen bekend zijn welke typen van buien zich in het stroomgebied voordoen, en met welke kans van voorkomen. Concreter uitgedrukt is een antwoord nodig op de volgende vragen. Wat voor neerslagbuien zijn er in het verleden opgetreden, en met welke kans zullen deze in de toekomst opnieuw voorkomen? En hoeveel van deze neerslag komt uiteindelijk in de waterlopen terecht?

De kenmerken van een typische bui in de zomer zijn verschillend van een bui in de winter. Zomerse buien zijn buien waarbij gedurende een korte periode heel veel neerslag valt. Vaak gaan ze gepaard met onweders. Doordat het water met zeer hoge intensiteit valt, krijgt het weinig tijd om in de bodem te dringen. Het water stroomt snel richting waterloop. De rivier krijgt in een korte periode grote hoeveelheden water te verwerken. Dit leidt tot zogenaamde hoge piekdebieten. In de winter is er vaak sprake van langdurige neerslag. Ook al is bijvoorbeeld de hoeveelheid neerslag die per uur valt niet groot, toch kunnen dit soort buien tot kritieke situaties leiden. Een watersysteem heeft een bepaald vermogen om water te bergen, enerzijds als grondwater, anderzijds in de rivier zelf en in aangrenzende overstromingsgebieden. Indien gedurende een aantal dagen neerslag valt, is op een gegeven moment de aanwezige bergingscapaciteit volledig opgebruikt. Er is dan sprake van verzadiging. Bij aanhoudende neerslag vloeit dan meer water naar de rivier en stijgen de



De berekeningsresultaten van modellen moeten altijd gecontroleerd worden aan de hand van metingen ten velde. Daartoe worden zowel vaste neerslag- en waterpeilmeetstations gebruikt, als tijdelijke stations die gedurende een aantal maanden op belangrijke plaatsen neergezet werden.



waterstanden snel. De rivier gaat op zoek naar andere gebieden om het surplus aan water te bergen. In winterperioden is dus niet zo zeer de intensiteit, maar eerder de hoeveelheid neerslag die gedurende een aantal dagen valt de maatgevende factor. Dit leidt tot zogenaamde hoge volumedebieten.

## Herhalings- of terugkeerperiode

Men kan een begroting maken van de herhalingsperiode van een afvoerdebiet. Herhalingsperioden van afvoerdebieten worden gekoppeld aan de grootte van regenbuien of aan overstromingen. Kleine regenbuien komen zeer vaak voor en hebben dus een kleine herhalingsperiode. Zeer zware regenbuien komen minder frequent voor en hebben een grotere herhalingsperiode. Deze herhalingsperiodes berusten op historische meetgegevens en zijn gemiddelde waarden. In de studie van de Maarkebeek is gerekend met de herhalingsperiode van de afvoerdebieten zelf. Een bepaald afvoerdebiet met een herhalingsperiode van bijvoorbeeld 5 jaar, kan na 3 jaar al opnieuw voorkomen maar kan ook 9 jaar op zich laten wachten. Hetzelfde kan gezegd worden voor een regenbui. Er moet echter opgepast worden met de interpretatie van de herhalingsperiode van een regenbui en een afvoerdebiet. Een bui met een bepaalde her-

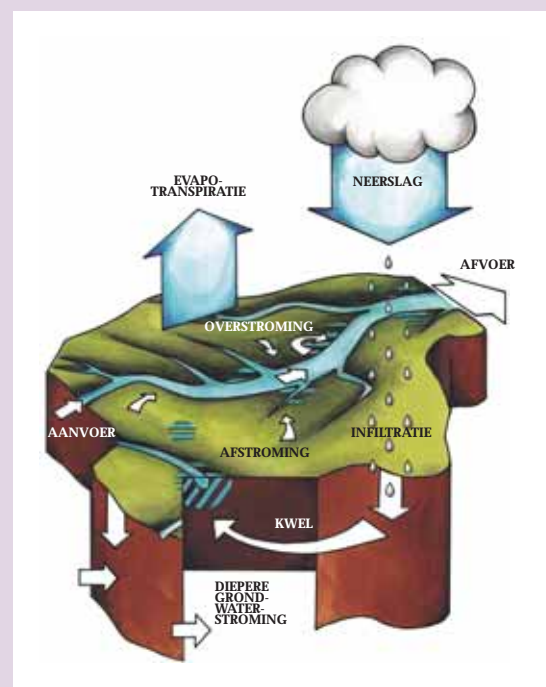
halingsperiode geeft niet steeds een afvoerdebiet met dezelfde herhalingsperiode, want de reactie van het stroomgebied op de bui hangt af van de initiële condities van dit gebied (zoals het verzadigingsgehalte van de bodem).

Om inzicht te krijgen in de kans van voorkomen van afvoeren worden bijvoorbeeld limnigraafmetingen onderworpen aan een frequentie-analyse en regressie-analyse (wiskundige berekeningen op de van groot naar klein gerangschikte metingen). Om meer betrouwbare voorspellingen op langere termijn te kunnen doen, zijn deze gemeten reeksen vaak te kort. De metingen kunnen daarom aangevuld worden met geëxtrapolerde waarden. Deze extrapolaties kennen een grote mate van onzekerheid, maar kunnen verbeterd worden door vergelijking met berekeningen in andere vergelijkbare stroomgebieden in Vlaanderen. Het bepalen van de piekwaarden en afgestroomde volumes aan de limnigraaf voor verschillende herhalingsperiodes is een belangrijk controlemiddel voor het hydrologisch model.

Wegen zijn vaak waterkerend, en vormen - soms tijdelijke - barrières tegen overstromingen. Zulke compartimenteringen dienen in het model gedefinieerd te worden om de overstromingen correct te simuleren.

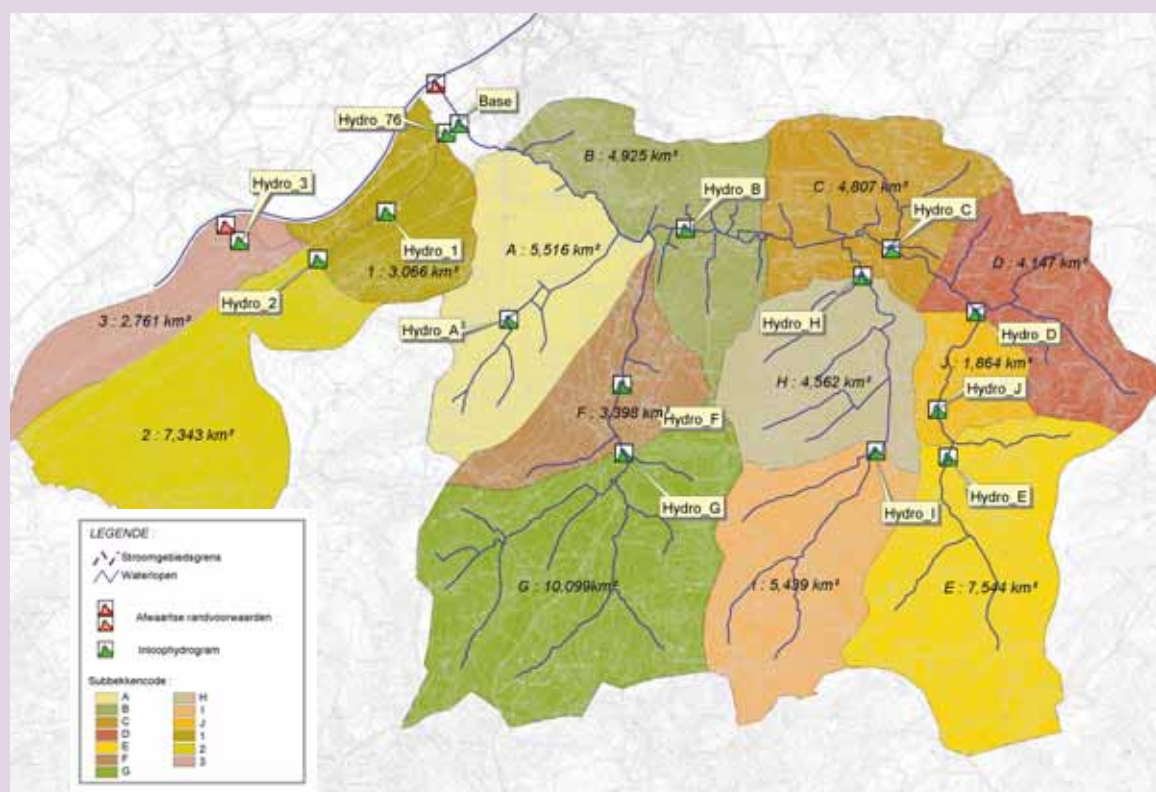
## Het hydrologisch model

Het hydrologisch model simuleert het afstromingsproces. De resultaten van dit model vormen de inloophydrogrammen aan de invoerknoppen van het hydrodynamisch model. Voor de studie van de Maarkebeek werd het Engelse model PDM gebruikt. Het PDM-model (Probability Distributed Moisture) is een conceptueel neerslag-afvoermodel geschikt voor continue simulaties. Een conceptueel model is gebaseerd op een vereenvoudigd concept voor de beschrijving van het neerslag-afvoerproces. Het model beschrijft de functionele relaties tussen invoer (neerslag) en uitvoer (afvoer) van het watersysteem aan de hand van semi-empirische wiskundige vergelijkingen. De fysische betekenis hiervan is echter onvoldoende opdat de parameters uit directe metingen kunnen afgeleid worden. De parameters dienen bepaald te worden door kalibratie. PDM werd in de loop van de jaren '80 ontwikkeld door het bekende British Institute of Hydrology. In essentie laat een dergelijk model de oppervlakkig afstromende neerslag door een aantal opeenvolgende reservoirs lopen. Daartoe wordt de gevallen neerslag eerst via een verliesfunctie verminderd tot de hoeveelheid neerslag die oppervlakkig afstroomt (het verlies stelt de neerslag voor die verdampt, blijft staan in plassen of in de grond sijpelt). De reservoirs stellen dan de voornaamste fysische elementen (bergingen) van het stroomgebied voor die invloed hebben op de afstroming van de neerslag over de grond richting waterloop. Als belangrijkste kenmerk van PDM geldt het gebruik van een wiskundige verdelingsfunctie voor het bodemvochtgehalte ('soil moisture capacity') zodat niet langer met één conceptueel bodemreservoir gerekend wordt, maar met een ganse waaier van reservoirs. Dit laat toe om de dynamische aangroei van de vernattende gebieden in



Het hydrologisch model is een vertaling van de bekende kringloop van het water.

De afvoer van regenwater uit het stroomgebied naar de waterlopen (het hydrologisch model) wordt berekend door het stroomgebied onder te verdelen in deelstroomgebieden. De groene klokjes zijn de watergolven (inloophydrogrammen) die deze deelgebieden in hun stukje waterloop binnenbrengen. De rode klokjes zijn de afwaartse waterpeilen, waar het totale stroomgebied loost in de Schelde.



rekening te brengen zonder dat deze gebieden expliciet op kaart lokaliseerbaar moeten zijn. Er bestaan veel andere soorten modellen, die echter allemaal hun voor- en nadelen hebben.

Omwille van de uitgestrektheid van het bestudeerde stroomgebied van de Maarkebeek, de ruimtelijke variabiliteit van de neerslag en het verschil in landgebruik, is voor de opbouw van het hydrologisch model het stroomgebied opgesplitst in deelstroomgebieden. Bij het vastleggen van de grenzen rond de deelstroomgebieden wordt rekening gehouden met topografische waterscheidingen, de behoefte aan informatie (inloophydrogrammen, overstromingsgevoelige gebieden, ...), de situering van de meetpunten (limnigrafie, pluviografie, topografische opmetingen) en plaatsen waar significante veranderingen in de hydrologische en/of hydraulische randvoorwaarden optreden: neerslag, infiltratiekarakteristieken (bodemgebruik en bodemtype), afvoer, geometrie van de beek, locatie van waterbeheersingsinfrastructuur, ... Het hydrologisch model veronderstelt immers uniforme eigenschappen per deelgebied.

Deze eigenschappen worden in het model vertaald door parameters. Een belangrijke parameter is de afvoercoëfficiënt, een maat voor de afstroming van de neerslag over het grondoppervlak. Voor gebieden met leembodems met geringe helling (0-5 %) en een landgebruik als gras, gewas of kale bodem variëren de afvoercoëfficiënten in het algemeen tussen de 20 en 50 %. Zoals bij de Zwalm kunnen in extreme omstandigheden evenwel veel hogere waarden bekomen worden, vooral in de steile bovenlopen.

## Kalibreren, valideren en simuleren

Om betrouwbare voorspellingen te doen, moet het model zo nauwkeurig mogelijk afgestemd worden op de karakteristieke eigenschappen van het gegeven stroomgebied. IJken of kalibreren gebeurt door berekende afvoerwaarden te vergelijken met metingen afkomstig van waargebeurde regenbuien, evenementen genoemd. Het is een iteratief proces, waarbij de parameters van het hydrologische model na elke rekencyclus worden bijgesteld tot er voldoende overeenkomst wordt vastgesteld tussen gemeten en berekende waarden. In dit geval is de kalibratie uitgevoerd op basis van stormen uit de meetcampagne en uit de beschikbare meetreeks aan de spoorweg.

Detailfoto links: één van de vijzels van het pompgebied op de Rennebeek.

Foto rechts: Het is duidelijk dat slecht onderhoud van waterlopen en kunstwerken gans andere uitkomsten (zoals plaatselijke overstromingen) kan geven dan de computermodellen, die natuurlijk rekenen met een goed onderhouden watersysteem.



Akkerland  
langsheen de  
Rennebeek.  
December 1999.  
Dit gebied omvat  
de vroegere meer-  
sen van de  
Schelde, die gecul-  
tiveerd zijn ten  
behoefte van de  
landbouw.  
Het bestaat uit  
laaggelegen vlak-  
land, waardoor  
overstromingen  
steeds grote opper-  
vlakten blank  
zetten.

Nadien wordt nog een controle (validatie) van het model uitgevoerd. Daartoe wordt het model gevoed met andere regenbuien dan degene die gebruikt werden bij de kalibratie. Zonder nog aan de parameters te sleutelen, laat men het model de afvoer berekenen voor deze buien. Deze berekende afvoeren worden dan vergeleken met de opgemeten waarden. Is de overeenkomst onvoldoende, dan dient het model verder verfijnd te worden tot uiteindelijk een goede berekening van de waargenomen waarden bekomen wordt.

Enmaals de kalibratie en validatie van het hydrologisch model is afgerond, worden in een volgend deel van het onderzoek de maatgevende hydrogrammen afgeleid. Eens het verband tussen neerslag en afvoer gekend is, kan men het hydrologisch model immers gebruiken om een afvoerreeks te genereren die veel langer is dan de waargenomen reeks. Op deze langere reeks kunnen meer nauwkeurige frequentie-analyses worden uitgevoerd. Daartoe werd de 100-jarige uurlijkse neerslagreeks van Ukkel (1897-1999) in het hydrologisch model ingevoerd en wordt een 100-jarige debietreeks bekomen. Men heeft als het ware de gemeten reeks geëxtrapoleerd in de tijd. Dit noemt men simuleren: men bekomt een reële inschatting van de afvoeren die de laatste 100 jaar in de Maarkebeek tot afstroming zijn kunnen komen. Uit deze 100-jarige debietreeks werden vervolgens op basis van een frequentieanalyse 12 hydrogrammen geselecteerd die een bepaalde kans van voorkomen hebben.

Deze 12 hydrogrammen kunnen als maatgevend beschouwd worden. Dat wil zeggen dat zij het ganse gamma van kleine naar grote stormen dekken, wat nodig is voor de bepaling van de schade door overstroming versus de kans op optreden (retourperiode) daarvan. Er moet immers een redelijke verhouding bestaan tussen de kosten van latere beveiligingswerken en de schade die daardoor vermeden wordt. In die zin heeft het meestal weinig nut om bijvoorbeeld de grote storm van 12-14 september 1998 als maatstaf voor beveiligingswerken te nemen. Deze storm was zo ontzagwekkend doch zeldzaam, dat beveiliging ertegen meer zou kosten dan de schade die éénmalig opgelopen werd.

De selectie gebeurt op basis van twee verschillende criteria. Enerzijds worden er hydrogrammen geselecteerd die gekenmerkt worden door een groot afvoervolume, de zogenaamde winterhydrogrammen. Anderzijds worden hydrogrammen geselecteerd die gekenmerkt worden door een groot piekdebiet. Hoewel ze vaak ook in de winter voorkomen, worden deze hydrogrammen zomerhydrogrammen genoemd. Als resultaat krijgt men 6 maatgevende winterhydrogrammen en 6 maatgevende zomerhydrogrammen, voor terugkeerperiodes van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar.

## Modelleren van stroming in waterlopen

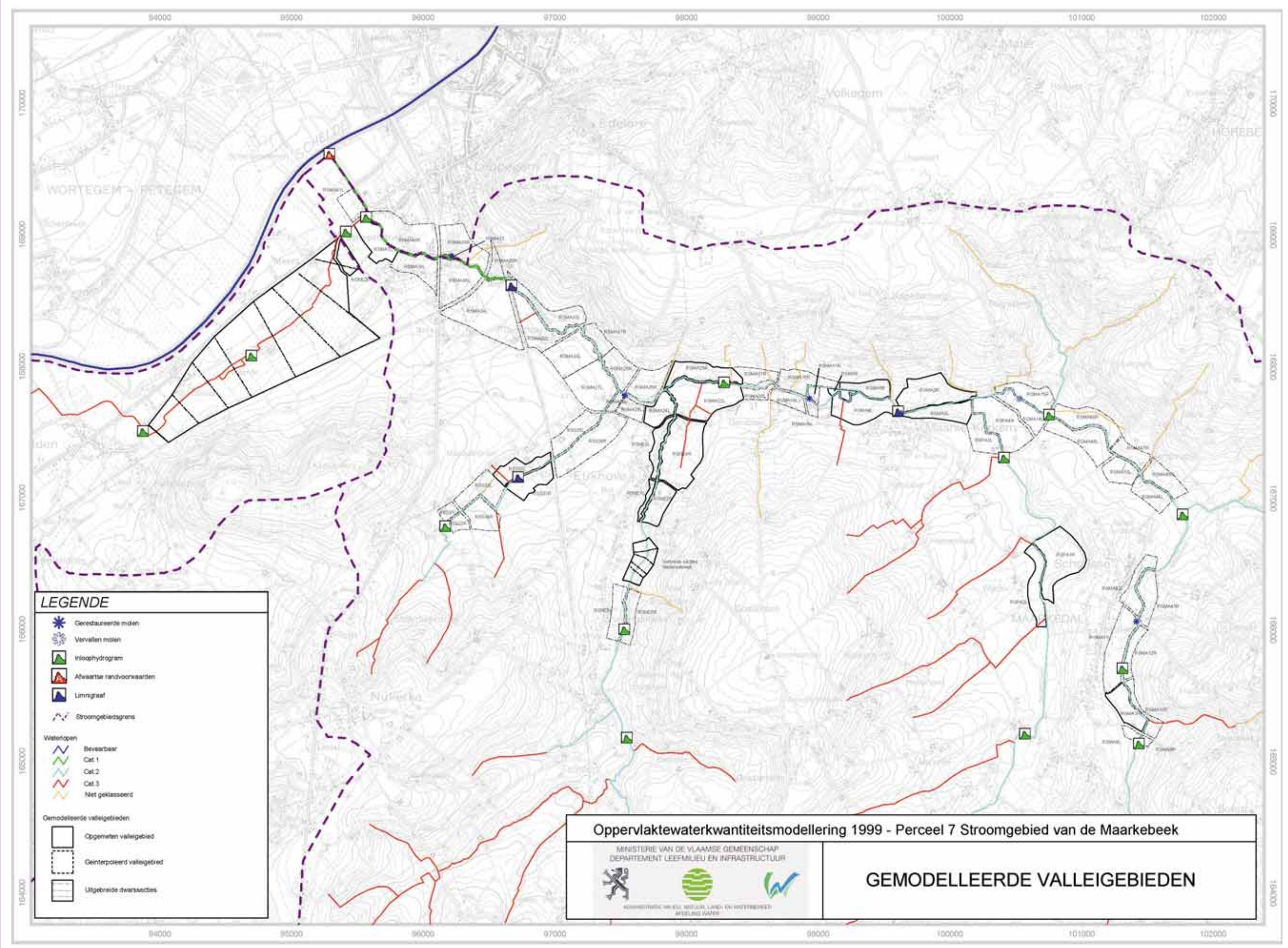
Om het gedrag van het water in een waterloop op specifieke locaties te voorspellen, wordt een computermodel opgebouwd dat de fysische kenmerken van die waterloop nabootst. Eens de bestaande toestand is opgebouwd als referentie kunnen eveneens geplande verbeteringswerken als scenario worden ingecalculleerd. Het hydraulisch model is immers een mecano van bouwstenen waar doorheen de stroming van het water berekend wordt, door het wiskundig oplossen van de vergelijkingen die het behoud van massa en het behoud van beweging uitdrukken. Door bouwstenen te veranderen of bij te voegen, kan een nieuwe toestand van het waterlopenstelsel bekomen en doorgerekend worden.

Per deelstroomgebied zijn de door de waterloop te verwerken watervolumes als gevolg van de neerslagsituatie berekend door middel van het hydrologisch model. Ze vormen de inputgegevens voor de hydraulische (hydrodynamische) simulatie waarmee voor een aantal locaties waterstanden en debieten worden voorspeld in functie van de tijd.

Het hydraulisch model bestaat uit een netwerk van bijna 2.000 rekenknopen. In deze knopen worden de fysische kenmerken van de waterloop beschreven. Andere knopen zijn de randvoorwaarden (inloophydrogrammen en afwaartse randvoorwaarde). De fysische kenmerken zijn dwarsprofielen ongeveer om de 50 meter, hydraulische kunstwerken op de waterloop (watermolens, bruggen, vaste overlaten, (beweegbare) stuwen, duikers, stroming door openingen ter hoogte van een bypass) en de topografie van de overstromingszones. Het gebruikte softwarepakket ISIS berekent in de knopen de waterpeilen, debieten en stroomsnelheden in functie van de tijd - op basis van het verhang (de helling van de waterlijn), de natte sectie en de omtrek van het gedeelte van het beekprofiel dat onder water staat, en de wrijving van het stromend water tegen de beekbodem en oevers - rekening houdend met de interne en externe randvoorwaarden. De externe randvoorwaarden zijn een debiet in functie van de tijd (de inloophydrogrammen uit het hydrologisch model) en afwaarts de QH-relatie (debet-waterhoogte relatie) in de Schelde te Oudenaarde. Interne randvoorwaarden omvatten de eigenschappen van de beekbedding en een wiskundige beschrijving van de aanwezige kunstwerken die een invloed hebben op de hydrodynamica. De afmetingen van de dwarsprofielen en de kunstwerken werden tijdens terreinwerk opgemeten door een landmeetbureau.

De Rennebeek  
was vroeger een  
zijloop van de  
Maarkebeek.  
Bij het verka-  
velingsproject van  
Melden is de  
stromingszin  
omgekeerd. De  
beek watert  
nu via een pomp-  
gemaal af in de  
Schelde.  
In december 1999,  
is de de vallei  
van de Rennebeek  
ondergelopen door  
overstroming van  
de Maarkebeek ter  
hoogte van  
Schapendries  
(Oudenaarde).





Eens het water uit de deelstroomgebieden in de waterlopen terecht is gekomen, zal het hydraulisch model berekenen hoe al dat water naar de Schelde zal vervoerd worden doorheen die waterlopen. In het bijzonder zal de overstroming van de oevers vastgesteld kunnen worden, evenals de wijze waarop het overstromend water de vallei vullen. Daartoe moet de nauwkeurige hoogteligging van deze valleigronden worden opgemeten en ingevoerd in het model. De kaart geeft dit snoer van opeenvolgende reservoirs of wachtbekkentjes langsheen de hoofdwaterlopen aan.





Het basismodel van de Maarkebeek omvat de hoofdloop vanaf de Kasteelmolen te Schorisse tot aan de monding in de Schelde. Hieraan werden de afwaartse segmenten van de Pauwelsbeek, de Nederaalbeek en de Mariaborrebeek toegevoegd, alsook de vertakkingen aan de watermolens. Omwille van het overlopen van water van de Maarkebeek naar de Rennebeek tijdens de storm van december 1999, werd ook de Rennebeek tot aan het gemaal opgemeten en toegevoegd aan het model. Op die manier kan de uitwisseling bestudeerd worden, maar ook hoe via de Rennebeek de wateroverlast langs de Maarkebeek eventueel verminderd zou kunnen worden. Het basismodel is uitgebreid met de valleigebieden die reeds overstroomden, of die in de toekomst als dusdanig zouden benut kunnen worden om elders wateroverlast te vermijden. De knopen van de vallei of alluviale vlakke bestaan uit bergingszones of 'reservoirs' waar water dat over de oevers stroomt - tijdelijk - geborgen wordt. De reservoirs worden gedefinieerd aan de hand van de oppervlakte binnen de hoogtelijnen van deze komgronden. Als de stroming in de alluviale vlakke niet verwaarloosbaar is, worden de dwarsprofielen soms gedefinieerd over de gehele breedte van de vallei of de winterbedding, of door een tweede parallelle waterloop die langs de oever in verbinding staat met de hoofdloop of de zomerbedding. De definitie van de alluviale vlakke in het model is essentieel om het model te valideren: de overstromingen moeten correct gesimuleerd worden (oppervlakte en waterpeil), zo niet wordt de zoektocht naar bijkomende 'gecontroleerde' berging in de valleigebieden gehypothetheerd.

### Kalibreren, valideren en simuleren

Om het model te kalibreren aan de werkelijkheid werd de periode van de meetcampagne en een aantal historische stormen doorgerekend. De onbekenden of onzekerheden - zoals de ruwheid van de bedding en van de oevers, en de verliescoëfficiënten van de kunstwerken - werden zoals bij het ijken van het hydrologisch model ook initieel geschat, en dan interactief gecorrigeerd totdat een goede overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten debieten en waterpeilen bekomen werd. Het geijkte model van de Maarkebeek is dan gevalideerd (gecontroleerd) op basis van simulaties met de afvoeren van de storm van december 1999. Zowel de gemeente Maarkedal als de stad Oudenaarde stelden hiervoor gedetailleerde optekeningen van de overstromingen ter beschikking. De gemodelleerde overstromingen bevestigen het beeld van de opgetekende overstromingen, en vullen mekaar aan: de overstromingen werden opgetekend aan de kruising van wegen met waterlopen, waarbij ook niet gemodelleerde waterlopen werden bekeken; de modellering laat dan weer toe de secties te identificeren waar de beken buiten de toegankelijke gebieden buiten hun oevers treden. De combinatie toont een beeld van een gelijkmatig verdeeld patroon. In het Maarkebeekstroomgebied is de volledige vallei ingeschakeld in het afvoerproces.

Als het model gekalibreerd en gevalideerd is - de gemeten debieten en peilen worden correct berekend voor uiteenlopende hydrologische omstandigheden zoals droogweersituatie, buien of afvoeren met en zonder overstromingen - spreekt men van een geijkte model. Dat model kan gebruikt worden om uit te zoeken of een bepaalde ingreep of combinatie van ingrepen een effect hebben op de afvoer en de overstromingen. Het model laat toe te berekenen hoe groot deze ingreep moet zijn om het gewenste effect te bekomen. Daarna kan de waterbeheerder toetsen of deze ingreep haalbaar is, technisch en financieel, maar ook of deze gewenst is vanuit maatschappelijk oogpunt. Pas als er voldoende maatschappelijk draagvlak aanwezig is - dus geen of een beperkt of draaglijk conflict met verschillende belanghebbenden meebrengt - zal men daadwerkelijk overgaan tot het ontwerpen en uitvoeren van deze ingreep op het terrein. Om deze beslissingen mee te sturen, is het lokaal wateroverleg van groot belang. Het mathematisch model is dus een belangrijk middel om de waterbeheerder toe te laten om gefundeerde beslissingen te nemen over het beheer van de waterlopen.

December 1999, woonwijk Schapendries te Oudenaarde. Water afkomstig van de Maarkebeek (achteraan op de foto) stroomt naar de akkerlanden in de vallei van de Rennebeek. Het verkavelen van de laaggelegen zones naast de waterlopen is niet bevorderlijk voor het vermijden van dit soort wateroverlast.

Overstroming van de Nederaalbeek aan Puttene, Etikhove. Opwaarts zal een overstromingszone worden uitgebouwd om het rusthuis stroomafwaarts, dat regelmatig door wateroverlast bedreigd wordt ingevolge onder meer een te krappe duiker, te beschermen.

Ook in het stroomgebied van de Maarkebeek vormen overstromingen een belangrijk maatschappelijk probleem.



# 5 Welke ingrepen hebben effect?

Met uitzondering van de studie van de verruiming van de duiker aan de monding van de Maarkebeek in de Schelde betreffen de ingrepen die in de scenariostudies onderzocht werden allemaal het vertragen en verlagen van de afvoergolven. De onderzochte ingrepen in het stroomgebied van de Maarkebeek komen neer op het gecontroleerd laten overstromen van gebieden waar dit nog kan.

Dit wordt bereikt door het opstuwen van water door middel van een knijpkunstwerk. Door het versmallen van de doorstroomopening wordt het water tegengehouden en opgestuwd, waardoor het opwaarts van het kunstwerk gemakkelijker buiten de oevers treedt. Om de nadelige effecten te beperken, worden zulke ingrepen bij voorkeur uitgevoerd in gebieden die al van nature overstromen, maar waar nog bijkomende berging gecreëerd kan worden door bijvoorbeeld een dwarsdijkje aan te leggen. Door zo een dijkje aan te leggen achter bestaande bermen (bvb. van een weg) blijft ook de landschappelijke hinder beperkt.

Het knijpen gebeurt door een schuif- of een stuwconstructie. In functie van een afwaarts waterpeil (of debiet) wordt de opening zodanig verkleind dat dit afwaarts peil nooit boven een vooropgezet peil (waarbij de beek daar afwaarts buiten haar oevers zou treden) stijgt. Opwaarts van het kunstwerk zal de beek bij piekafvoeren, wanneer de opening verkleint om het afwaarts peil niet te doen stijgen, daarentegen wel buiten haar oevers treden en de bergingszone vullen. Wanneer dit reservoir zich volledig vult en de capaciteit dus niet voldoende is voor het werken van de afvoer van de desbetreffende storm, kan het water via een noodoverlaat afgevoerd worden. In dit geval zullen afwaarts toch nog overstromingen kunnen voorkomen.

In het stroomgebied van de Maarkebeek komen de overstromingen weliswaar gespreid voor over de beekvalleien van de Maarkebeek en de zijbeken, maar de grotere knelpunten, waar meerdere woningen onder water komen te staan, beperken zich tot de zones van de alluviale vlakke waar door menselijke ingrepen een slechte

afvoersituatie geschapen is. Te Oudenaarde zijn dit de zones van de Lammenkensstraat (27 woningen onder water op 26 december 1999) en Schapendries (20 woningen). Te Etikhove (gemeente Maarkedal) ligt het grootste knelpunt aan Puttene en de Gansbeekstraat (13 woningen getroffen door overstromingen van de Nederaalbeek).



Mede door de steile hellingen van de deelstroomgebieden van de zijbeken is er een snelle neerslag-afvoerrespons met een hoge afvoercoëfficiënt. De deelstroombekkens zijn klein, zodat langs de hoofdloop van de Maarkebeek snelle en gepiekte bijdragen van de zijbeken elkaar snel opvolgen. De computermodellering van de Zwalm, eigenlijk een zustergebied van de Maarkebeek, wees uit dat het in zo een situatie enkel mogelijk is om de afvoer te verminderen en te vertragen door gespreide ingrepen op de zijlopen. Analyse van de scenario's waarin afzonderlijke ingrepen bestudeerd werden, wijst uit dat het afwaarts effect van één enkele ingreep gering is en zich aan de monding van afwaarts gelegen belangrijke zijbeken beperkt tot enkele cm. Een combinatie van meerdere en gespreide ingrepen is dan ook nodig om een belangrijker effect te bekomen. Volgende zones werden onderzocht, van stroomopwaarts naar stroomafwaarts :

### Op de Molenbeek te Schorisse :

- een gecontroleerd overstromingsgebied (GOG) opwaarts van de Kasteelmolen.

### Op de Pauwelsbeek :

- een gecontroleerd overstromingsgebied ter hoogte van Wijmier.

### Op de Nederaalbeek :

- twee gecontroleerde overstromingsgebieden, resp. op- en afwaarts van het centrum van Etikhove.

### Op de Maarkebeek :

- twee aaneengeschakelde gecontroleerde overstromingsgebieden aan de Borgt- en de Romansmolen;
- het optimaal benutten van het natuurlijk overstromingsgebied aan de monding van de Nederaalbeek.

Voor de bestudeerde maatgevende afvoeren (afvoeren die om de 5, 10, 25, 50 en 100 jaar voorkomen), en voor de storm van december 1999 (retourperiode van meer dan 50 jaar) leiden verschillende combinaties van deze ingrepen tot beduidende afname van de wateroverlast. De impact op de waterafvoer wordt in volgende tabel weergegeven.

De foto gans onderaan toont een experimenteel meetstation van de afdeling Water op de Mariaborrebeek. In de waterloop is een meetgoot gebouwd waarbij de waterloop vernauwt en terug verbreedt. In de keel - de nauwste plaats - kan dan een éénduidig wiskundig verband gelegd worden tussen het gemeten waterpeil en het debiet dat door de waterloop stroomt. Het station meet ook de neerslag, temperatuur én de hoeveelheid sediment (gronddeeltjes) die meegevoerd worden met het water.

Deze foto's van kunstwerken geven een beeld van het waterlopenstelsel in het stroomgebied van de Maarkebeek.

Door akkers tijdelijk gecontroleerd te laten onderlopen kunnen overstromingen in woonwijken vermeden worden. Overstromingen, december 1999.

	Geborgen volume (m <sup>3</sup> )	Lokaal afvoer-volume (m <sup>3</sup> , dec. 1999)	Percentage geborgen (%)	Peilverlaging afwaarts het GOG (cm)
Kasteelmolen (Schorisse, Molenbeek)	37 000	294 000	12.6	30
Pauwelsbeek opwaarts het centrum van Etikhove (Nederaalbeek)	65 000	225 000	28.9	25
Borgt- en Romansmolen (Maarkebeek)	139 000	1 093 000	12.7	20

Het voorgestelde overstromingsgebied opwaarts op de Nederaalbeek zou op zich tot sanering van de toestand op deze waterloop kunnen leiden. De duiker aan de kerk op de Nederaalbeek vormt echter in belangrijke mate een belemmering voor de doorstroming van het beekwater. Deze duiker, bestaande uit twee ongelijke openingen die in een hoek op elkaar staan, blijkt een vangnet voor boomstammen, takken en andere obstakels die de doorstroming hinderen. Een grotere duiker leidt tot het wegnemen van

de wateroverlast in Puttene. Toch is het niet mogelijk om bij een vergroting van de duiker de aanleg van het opwaartse overloopgebied te schrappen. Enerzijds worden door versnelde afvoer doorheen de nieuwe duiker de afwaartse segmenten (Gansbeekstraat) nog meer onder druk gezet, en anderzijds zal een opwaartse overstromingsgebied bij stormen ook bijdragen tot de algemene vermindering van de peilen op de Maarkebeek. In combinatie met ingrepen op de Pauwelsbeek, de Maarkebeek en Molenbeek te



Schorisse, resulteert dit in de verbetering van de situatie te Oudenaarde (Lammekenstraat en Schapendries). Bij combinatie van ingrepen blijkt immers dat de Maarkebeek uit zichzelf niet meer overloopt naar de Rennebeek. De studie wijst ook uit dat de verruiming van de duiker aan de monding van de Maarkebeek in de Schelde een belangrijke bijdrage levert tot het verlagen van het peil in het afwaartse pand van de Maarkebeek.

De berging in het overstromingsgebied afwaarts van het centrum van Etikhove blijkt te beperkt te zijn om de inrichting als overloopgebied te verantwoorden. Er kan meer water geborgen worden in het natuurlijk overstromingsgebied op de Maarkebeek aan de monding van de Nederaalbeek. Door berging in de aaneengeschakelde overloopgebieden rond de Borgt- en Romansmolen komt aan de monding van de Nederaalbeek bergingscapaciteit ter beschikking.

Links: zijbeek van de Rennebeek, juli 2001.

Door de erosie en afspoeling van gronddeeltjes van akkers in hellende gebieden krijgen de waterlopen grote hoeveelheden slib te verwerken. Het slib kan bezinken in de waterloop en in duikers en zo de afvoercapaciteit voor het water beperken.

Rechts: verkaveling Schapendries, juli 2001.

Ondanks gekende wateroverlastproblemen worden de laaggelegen zones naast de waterlopen nog steeds gebruikt om nieuwe woningen te bouwen. Hierdoor wordt het natuurlijk overstromingsgebied van de beek steeds meer beperkt en zullen meer mensen lijden onder wateroverlast.



Waterlopen hebben ruimte nodig - een soort winterbed - om het afstromend water bij overmatige regenval zonder schade te kunnen bergen en afvoeren.

Om verstopping door drijfvuil aan de meest kritieke hindernissen te vermijden, worden roosters of krooshekkens geplaatst die het vuil tegenhouden. Meestal wordt ook een automatisch rakelmechanisme ingebouwd dat het drijfvuil regelmatig boven haalt en op een transportband of in een afvalcontainer kiepert.

Omwille van de grote volumes welke geborgen kunnen worden in de gecontroleerde overloopgebieden op de Maarkebeek, de Pauwelsbeek en de Nederaalbeek, kunnen deze ingrepen de grote afvoeren voldoende aftoppen voor de bestudeerde stormen.

Het is belangrijk te benadrukken dat bij werking van de knijpkunstwerken, het water gedwongen wordt over te lopen in het natuurlijke valleigebied. De werking van de automatische knijpconstructies werd afgestemd op de storm van december 1999. Simulaties met deze regeling voor zomerafvoeren met een retourperiode van twee jaar tonen aan dat voor deze stormen de schuiven niet in werking treden. Dit betekent dat het ruimtebeslag door overstroming beperkt is in de tijd en hoogstens tweejaarlijks zal voorkomen.



Om het ruimtelijk effect verder te beperken, is besloten het natuurlijk overstromingsgebied aan de monding van de Nederaalbeek te behouden als een schakel in de overstromingen van de Maarkebeek. Door de opwaartse ingrepen rond de Borgtmolen wordt dit gebied minder aangesproken. Er is een schuifregeling uitgewerkt voor het Borgtmolencomplex waarbij het natuurlijk overstromingsgebied terug ingeschakeld wordt, en waardoor de gebieden aan de Borgtmolen minder belast worden.

Een belangrijk resultaat van de modellering is de kartering van overstroombare zones, dit zowel in de bestaande toestand als in de toestand met ingrepen (toekomstige toestand). Deze overstromingskaart, MOG-kaart genoemd of kaart van de gemodelleerde overstromingsgebieden, geeft aan welke zones de waterbeheerder tegen wateroverlast wil beschermen, maar legt ook de zones vast waar projecten onverenigbaar zijn met waterbeheer en waar de overheid niet voor de watergebonden veiligheid instaat.

De Vlaamse Ardennen doen het hart van de rechtgeaarde wiel-erliefhebber sneller slaan... (foto boven). De streek is daardoor bij wetenschappers en beleidsmakers echter eveneens bekend om zijn erosieproblematiek: slecht bodemgebruik leidt tot belangrijke modderstromen (onderste foto).



# 6 Wat brengt de toekomst?

De studie van de waterafvoer van de Maarkebeek en haar bijlopen heeft aangetoond welke maatregelen effect hebben op het overstromingskarakter van het stroomgebied. Gunstige resultaten worden bekomen met het uitbouwen van natuurlijke overstromingsgebieden waardoor tijdelijk meer water kan geborgen worden dan nu het geval is. Hierdoor kunnen de belangrijkste overstromingen in bebouwd gebied vermeden worden.

De afdeling Water zal - binnen de beschikbare middelen - de aanleg van deze overstromingsgebieden zo snel mogelijk realiseren.

De studie heeft zoals alle modelleringsstudies in Vlaanderen ook aangetoond dat een aantal kleinere en plaatselijke overstromingsproblemen niet kunnen opgelost worden. Percelen langs de oevers zullen trouwens altijd een risico-gebied blijven voor overstromingen, die niet tegen redelijke kosten te vermijden zijn vooral gelet op de onzekerheid hoe dikwijls de grote waterafvoeren verwacht mogen worden. Dit heeft enerzijds te maken met het eigen natuurlijk karakter van het stroomgebied en anderzijds vooral met het feit dat de mens dit natuurlijk karakter slecht gerespecteerd heeft, door er activiteiten in te ontwikkelen die niet verenigbaar zijn met het overstromingsgevoelig karakter van de streek. Het uitschakelen van deze kleinere overstromingen vergt zware ingrepen die niet meer toegelaten worden of onredelijk duur zijn: het bouwen van echte dijken of het uitgraven van wachtbekkens zal stuiten op verschillende bezwaren van overheden en omwonenden. Daarvoor is de streek te idyllisch. Het is dan ook belangrijk dat eigenaars van dergelijke percelen beseffen dat zij een eigen verantwoordelijkheid dragen en dat bebouwing aldaar best vermeden of opgeheven kan worden, of op zijn minst dat bouwen aldaar wanneer toegelaten de nodige voorzorgen vergt (vloerplaat hoger aanleggen, voorzien van pompkelder, enz.).

In het moderne waterbeheer worden van de waterbeheerder geen harde waterbouwkundige ingrepen op de onbevaarbare waterlopen meer verwacht. Sleutelbegrippen zijn thans het opnieuw ruimte bieden aan het water en het herwaarderen van de ecologische waarde. Door behoud en verdere uitbouw van vooral natuurlijke overstromingsgebieden en bufferzones tracht men het overstromingsrisico in bebouwde zones te beperken zonder elders nieuwe problemen te scheppen. Op termijn zullen percelen langs de waterlopen wellicht opgeslorpt worden in een groene bufferstrook - met natuurvriendelijke oevers en een streekeigen beplanting van voldoende breedte - waarbinnen de waterloop en de waterafvoer zich vrij kunnen bewegen. Het is immers duidelijk dat natuurlijke overstromingsgebieden in de toekomst onbebouwd moeten gelaten worden, zoniet zal het rivierwater elders overstromen met nog grotere schade tot gevolg.



Wanneer het water zijn weg zoekt, kan het door niets tegengehouden worden. Oudenaarde, december 1999.



**Eindejaar dreigt een natte en gladdere bedoeining te worden. Na de overdagige regen van gisteren is er nog een flink pak nattigheid op komst. Bovendien kan het tijdens de nacht van oud op nieuw licht vriezen, wat zeker tegen de ochtend voor gladdere wegen zal zorgen. Intussen heeft de zware regenval al bij menig Vlaming het oudejaarsfeest finaal naar de knoppen geholpen.**

Zo dreigend is het gelukkig niet overall. Maar het vreeselijke voor een steeds meer lastig is. In Oudenaarde kijken de bewoners met afgewisselde gevoelens naar de Schelde die...  
 De bewoners van de Vlaamse Ardennen hebben hun woning met zandzakjes, maar hier in Maarkebeek. Maar als het blijft regenen, zal dat spijtig genoeg niet mogen helpen, zoals Lieveke Vanlegghem gisteren al mocht ondervinden.

**Kwart Vlaanderen is overstrombaar**  
 Het kwart van de Vlaamse Ardennen dat in het zuiden van de provincie ligt, wordt het meest overstrombaar. Dit kwart van het land is het meest overstrombaar. Dit kwart van het land is het meest overstrombaar.

**WATER WIJKT NIET SAMEN TEN STRIJDEN**  
 Vrijwilligers dag en nacht in de weer in rampgebied

**Vrouwen springen in de bres**  
 'Ik kan niet thuis blijven terwijl zoveel mensen in de miserie zitten.' Josiane De Mil is een van de weinige vrijwilligers die meten na de radio-oproep van de burgemeester van Geraardsbergen haar rubberlaarzen aantrok en naar de brandweerzaken trok. Zandzakjes vullen, de busfocentralen bemannen of eten maken voor de professionele hulpverleners: verschillende vrouwen staan al ettelijke dagen en nachten in de bres. Met walen onder de ogen, een verward kapsel en modder op de schoenen bieden ze, geheel belangeloos, hulp wat het nodig is.



**Water bedreigt huizen en bedrijven**  
 OUDENAARDE/MAARKEBEK  
 Zondag of werden overal in de Vlaamse Ardennen woningen en bedrijven bedreigd door het water. De brandweer van Oudenaarde had de drukke tijden maar slaagde erin het gevaar te beheersen door honsten zand aan te voeren. Op diverse plaatsen werd de bewoners de raad gegeven de elektriciteit af te sluiten.



**BRAKEL**  
 De Zwalmbeek zwoeg zondag in de etersessend te hevig dat ze het en drie van haar oevers brak. In het centrum van Nederbeek werden vooral de Wielewaal straat en de Driehoekstraat getroffen, alvorens de St. Pateriuskerk en de Sint-Janskerk. In Sint-Maria-Oudenhove bedriegde de Zwalmbeek het Kasteel van Lieveke. De Klerke sette dan weer in Everbeek-Beneden de Binnengraat, de Leuvenstraat, de Steete de Thierstraat en de Kruisstraat. Dank deze laatste dreigde ook afgevoerd naar het veld. Ook langs de Ruissemestraat in Ophraël was er veel overstromen. In Michielbeke

**OVERZICHT WATERKLENDEN IN DE REGIO**  
 In Puttebeek stond de straat opnieuw blank. De bewoners sloegten zandzakjes aan om het water uit hun huizen te houden.  
 In Puttebeek stond de straat opnieuw blank. De bewoners sloegten zandzakjes aan om het water uit hun huizen te houden.

**is niet alleen mannenwerk**  
 Josiane De Mil vult zandzakjes. In de foto: Nancy Peters, telefoniste brandweercentrale.

**BRAKEL**  
 De Zwalmbeek zwoeg zondag in de etersessend te hevig dat ze het en drie van haar oevers brak. In het centrum van Nederbeek werden vooral de Wielewaal straat en de Driehoekstraat getroffen, alvorens de St. Pateriuskerk en de Sint-Janskerk. In Sint-Maria-Oudenhove bedriegde de Zwalmbeek het Kasteel van Lieveke. De Klerke sette dan weer in Everbeek-Beneden de Binnengraat, de Leuvenstraat, de Steete de Thierstraat en de Kruisstraat. Dank deze laatste dreigde ook afgevoerd naar het veld. Ook langs de Ruissemestraat in Ophraël was er veel overstromen. In Michielbeke

**BRAKEL**  
 De Zwalmbeek zwoeg zondag in de etersessend te hevig dat ze het en drie van haar oevers brak. In het centrum van Nederbeek werden vooral de Wielewaal straat en de Driehoekstraat getroffen, alvorens de St. Pateriuskerk en de Sint-Janskerk. In Sint-Maria-Oudenhove bedriegde de Zwalmbeek het Kasteel van Lieveke. De Klerke sette dan weer in Everbeek-Beneden de Binnengraat, de Leuvenstraat, de Steete de Thierstraat en de Kruisstraat. Dank deze laatste dreigde ook afgevoerd naar het veld. Ook langs de Ruissemestraat in Ophraël was er veel overstromen. In Michielbeke

**BRAKEL**  
 De Zwalmbeek zwoeg zondag in de etersessend te hevig dat ze het en drie van haar oevers brak. In het centrum van Nederbeek werden vooral de Wielewaal straat en de Driehoekstraat getroffen, alvorens de St. Pateriuskerk en de Sint-Janskerk. In Sint-Maria-Oudenhove bedriegde de Zwalmbeek het Kasteel van Lieveke. De Klerke sette dan weer in Everbeek-Beneden de Binnengraat, de Leuvenstraat, de Steete de Thierstraat en de Kruisstraat. Dank deze laatste dreigde ook afgevoerd naar het veld. Ook langs de Ruissemestraat in Ophraël was er veel overstromen. In Michielbeke

**BRAKEL**  
 De Zwalmbeek zwoeg zondag in de etersessend te hevig dat ze het en drie van haar oevers brak. In het centrum van Nederbeek werden vooral de Wielewaal straat en de Driehoekstraat getroffen, alvorens de St. Pateriuskerk en de Sint-Janskerk. In Sint-Maria-Oudenhove bedriegde de Zwalmbeek het Kasteel van Lieveke. De Klerke sette dan weer in Everbeek-Beneden de Binnengraat, de Leuvenstraat, de Steete de Thierstraat en de Kruisstraat. Dank deze laatste dreigde ook afgevoerd naar het veld. Ook langs de Ruissemestraat in Ophraël was er veel overstromen. In Michielbeke

**GENTS**  
 Ierse pub brak Gravesteen hun tabakswally in Capu...  
 GE RA zaterd...  
 dondag 31 d

Een vertrouwd beeld na overstromingen: krantenknipsels en ook televisiebeelden smeren graag het leed en de fouten van anderen breed uit. Leed en fouten die vrij gemakkelijk hadden kunnen vermeden worden wanneer men zijn gezond verstand gebruikt had. In het geval van wateroverlast: indien men niet gebouwd had op die plaatsen die van oudsher toekomen aan de waterlopen en men dus het nodige respect had opgebracht voor het watersysteem.

Akkers langs de  
Rennebeek,  
december 1999.

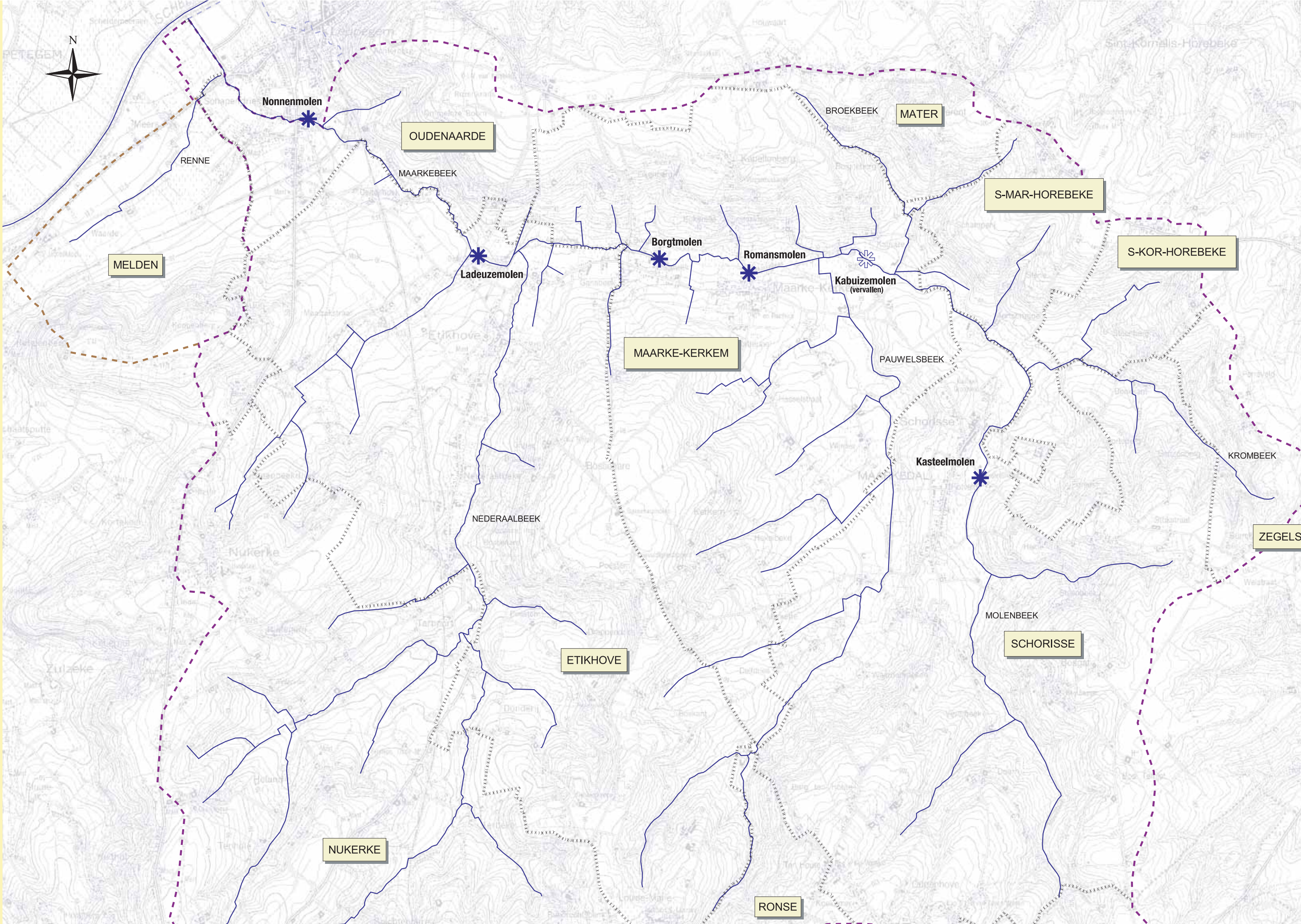


Op termijn zullen vooral brongerichte maatregelen moeten genomen worden om verdere wateroverlast te vermijden. Dit houdt in dat we de nog beschikbare ruimte verstandig gebruiken, niet alleen om extreme afvoeren te bufferen maar ook door allerlei initiatieven achterwege te laten die aanleiding geven tot verhoogde of versnelde afvoer. De aanleg van bijvoorbeeld minder verharde oppervlakten zoals parkings, het scheiden van rioolwater in leidingen en regenwater in open grachten, de installatie van regenwaterputten en bezinkingsbekkens, dienen de aandacht van iedere burger en ieder lokaal bestuur te krijgen. Ook het onderhoud van de bestaande infrastructuur is cruciaal in tijden van rampspoed. Enkel op deze manier komen we stilaan tot veilige stroomgebieden.



De overstromingen van december 1999, Oudenaarde. Niet alleen liepen vele akkers onder water (Rennebeek), maar ook drong het water verschillende tientallen woningen binnen (Schapendries, Lammekensstraat,...), bepaalde wegen kwamen onder water waardoor enkele zones moeilijk toegankelijk waren.







Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap  
afdeling Water