

# De Poperingevaart

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



# De Poperingevaart

Computermodellering  
als methode,  
hoogwaterbeheer  
als doel

# Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Een kennismaking met de Poperingevaart	8
2. Overstromingen langs de Poperingevaart	11
3. De waterkwaliteit mag niet vergeten worden	14
4. Een computermodel van de Poperingevaart	16
5. Wat brengt de toekomst?	27

## Samenstelling en eindredactie

Arcadis Lapere NV  
St. Jorisstraat 21  
B-8500 Kortrijk  
Tel: 056-24 99 20 • Fax: 056-24 99 21  
www.arcadislapere.be

## Redactieadvies

Sven Verbeke, Jacques Leliaert, Ivo Terrens (AMINAL - afdeling Water)

## Fotografie

Arcadis Lapere en afdeling Water

## Vormgeving

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

## Depotnummer

D/2003/3241/068

## Verantwoordelijke uitgever

Paul Thomas, afdelingshoofd  
AMINAL - afdeling Water  
Alhambragebouw  
Emile Jacquemainlaan 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 Poperingevaart.

## Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Poperingevaart 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 Ledebek 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 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.



Waterlopen hebben niet alleen een waterafvoerende functie. Zij maken ook onderdeel uit van het natuurlijk milieu en vormen mee het landschap. In andere landen worden waterlopen én hun directe omgeving dan ook beschermd als erfgoed.





De Poperingevaart ter hoogte van de Westvleterenstraat te Vleteren.

### 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 bekkeniveau 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 wateringens zullen de kwantiteitsaspecten meer in detail uitwerken met het oog op een geïntegreerd beheer van de kleinere waterlopen.

### Het stroomgebied van de Poperingevaart ter studie

Deze brochure stelt de resultaten voor van één van dergelijke studies, nl. voor het stroomgebied van de Poperingevaart. Het stroomgebied van de Poperingevaart vormt een onderdeel van het hydrografisch bekken van de IJzer.

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau ARCADIS Lapere. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de administratie Waterwegen en Zeewezen, de administratie van Ruimtelijke Ordening, de provincie West-Vlaanderen, de Zuidijzerpolder, de lokale gemeenten, de Vlaamse Landmaatschappij, de Vlaamse Milieumaatschappij, de NV Aquafin, ..., waren betrokken in het lokaal 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 Poperingevaart zullen worden uitgevoerd. Zij moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen aanpakken. Het ontwerp van deze werken steunt op de resultaten van deze studie. Daarnaast laten de afdeling Water ook een ecologische inventarisatie en visievorming van de Poperingevaart uitvoeren. Doelstelling van deze studie is na te gaan in welke mate kan gezorgd worden voor een ecologisch en landschappelijk herstel van de waterloop en haar vallei. Later zal de verzamelde informatie verder opgenomen worden in het op te stellen bekkenbeheerplan voor het IJzerbekken.

### AMINAL - afdeling Water Augustus 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 watertoevloed (bv. 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 wateringens 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.*



# 1 Een kennismaking met de Poperingevaart

Het stroomgebied van de Poperingevaart is het gebied dat via zijlopen, of rechtstreeks, naar deze waterloop afwatert. Dit stroomgebied heeft een totale oppervlakte van 11.094 ha en strekt zich uit over een gedeelte van het zuiden van West-Vlaanderen en het noorden van Frankrijk.

Op Belgisch grondgebied omvat het stroomgebied: Poperinge, Krombeke (Poperinge), Westvleteren (Vleteren) en Stavele (Alveringem), en een klein gedeelte van Vlamertinge (Ieper), Elverdinge (Ieper) en Westouter (Heuvelland).

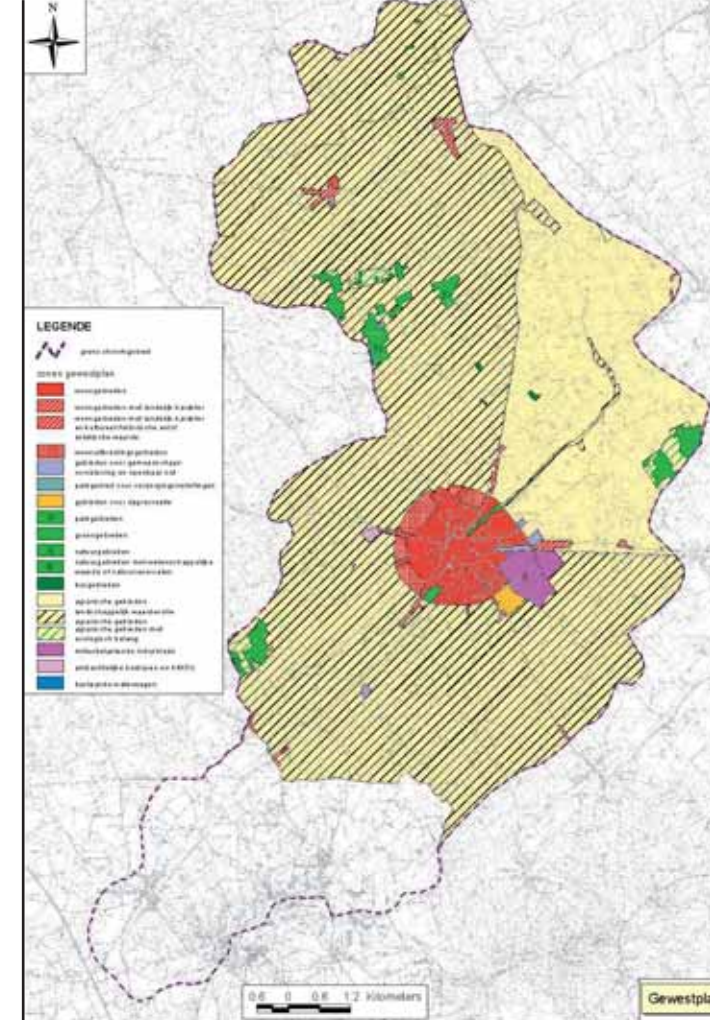
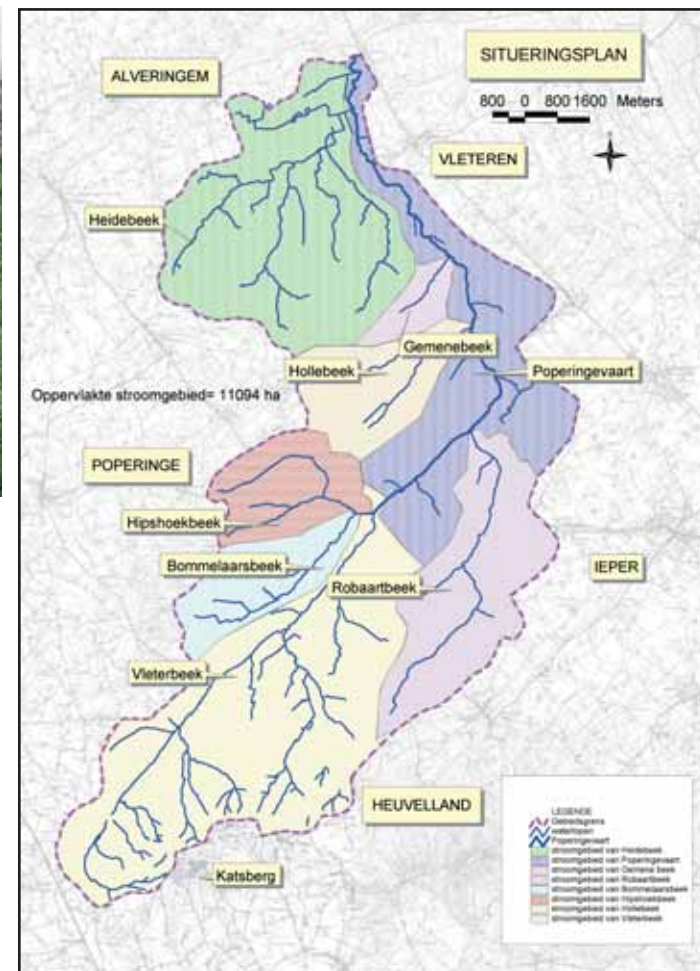
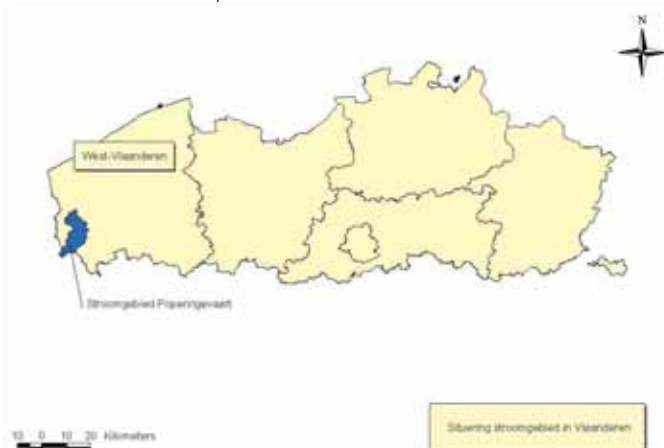
De bovenloop van de Poperingevaart, Vleterbeek genoemd, ontspringt aan de Katsberg in Frankrijk en stroomt vanaf Abele op Belgisch grondgebied. In het centrum van Poperinge stroomt de Vleterbeek samen met de Bommelaarsbeek-Hipshoekbeek, waarna de naam Poperingevaart gegeven wordt. Meer afwaarts

monden eveneens de Robaartbeek, de Hollebeek, de Gemenebeek en de Heidebeek uit in de Poperingevaart. Tenslotte mondt de Poperingevaart ter hoogte van de Elzendammebrug zelf in de IJzer uit. Bij hoge waterpeilen kan eveneens een gedeelte van het water via de Boezingegracht naar de IJzer afgevoerd worden.

Zicht vanaf de Switch Road op de parkzone en de stad Poperinge (zie ook foto cover).



Situering van het stroomgebied van de Poperingevaart.



Links: Het gewestplan van het stroomgebied van de Poperingevaart.

Foto boven: Limnigraaf aan de Kruisboomstraat te Vleteren.

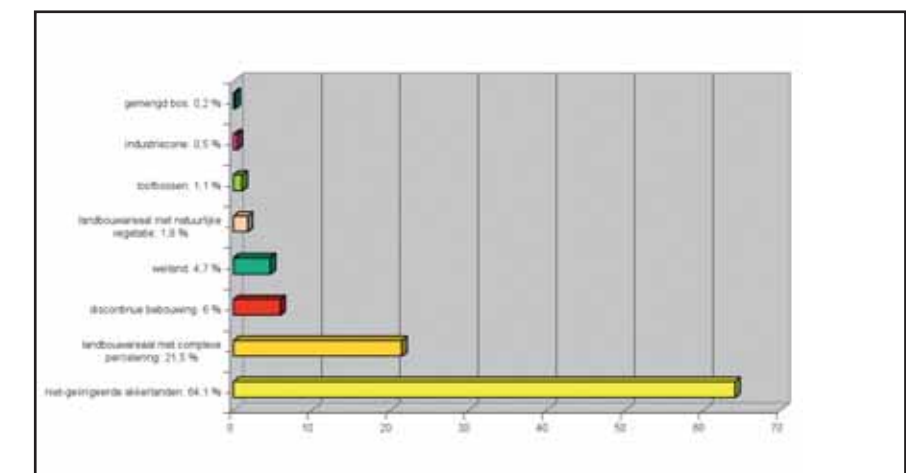
Foto onder: Overstroming op 19 september 2002 aan de Kruisboomstraat, gezien vanuit de Eikhoekstraat.

## Topografie en bodemgebruik

In het stroomgebied van de Poperingevaart treden er grote hoogteverschillen op. Op Frans grondgebied, ter hoogte van de Katsberg, kunnen de peilen oplopen tot 160 m boven zee-niveau. Poperinge is gelegen op een hoogte van ongeveer 20 à 30 m TAW en Krombeke op een hoogte van 10 m TAW. Ter hoogte van de uitmonding van de Poperingevaart in de IJzer treden slechts maaiveldpeilen op van 3 tot 6 m TAW. De zone stroomafwaarts van de Westvleterenstraat komt dan ook als natuurlijk overs-

tromingsgebied van de IJzer en de Poperingevaart regelmatig onder water te staan.

Het stroomgebied van de Poperingevaart is een zeer landelijk gebied, waarvan de ondergrond voornamelijk zandleemgrond is. Slechts ongeveer 6% van de totale oppervlakte binnen het stroomgebied is verhard. Het grootste gedeelte van de oppervlakte wordt ingenomen door niet-geïrrigeerde akkerlanden (64,1 %) en landbouw-arealen met complexe percelen (21,5 %).



Landgebruik in het stroomgebied van de Poperingevaart.

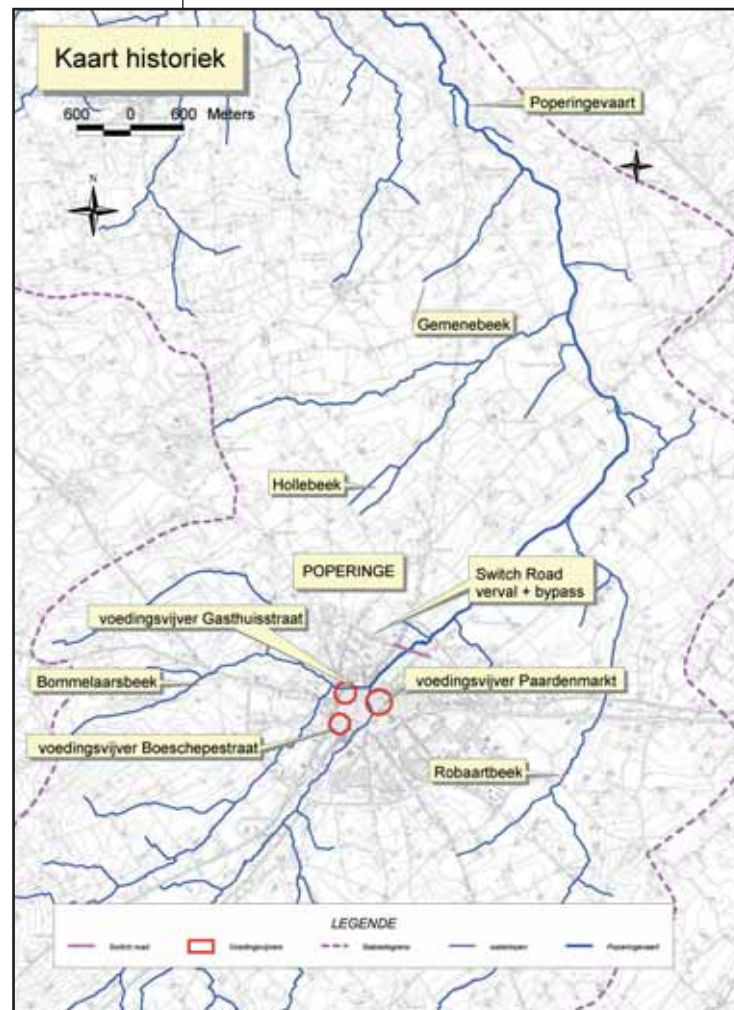


## Ontstaansgeschiedenis van het landschap

Zeven miljoen jaar geleden werd België voor een groot gedeelte door de toenmalige zee overstroomd, nl. van in Cassel (Noord-Frankrijk) tot in Diest. De kustvlakte situeerde zich toen in de buurt van Poperinge. Aan deze kustlijn werden grindcomplexen afgezet, zodat restheuvels - waartoe o.a. de Katsberg behoort - werden gevormd. Deze werden in de loop van de geschiedenis uitgeschuurd. Doordat de zee zich nadien noordoostwaarts terugtrok, is het huidige rivierstelsel en de huidige oriëntatie van het rivierenstelsel ontstaan.

Later, tussen 7.500 en 4.500 jaar geleden, kwam de zee terug opzetten. Tijdens deze zogenoemde Duinkerkse transgressie kwam de zee een stuk landinwaarts, tot in de streek van de Poperingevaart. Vermoedelijk zochten de beken toen een kortere, noordwestelijke weg naar de zee, wat kan verklaren dat de vele waterlopen in de buurt van de IJzer plots een noordwestelijke bocht maken.

De geschiedenis van de Poperingevaart.



## Geschiedenis van de Poperingevaart

Vanaf de twaalfde eeuw heeft men gepoogd de Poperingevaart bevaarbaar te maken. Daartoe diende de waterloop verbreed te worden, een sluiscomplex gebouwd en spaarkommen aangelegd. Een drietal vijvers in Poperinge moesten zorgen voor voldoende voeding voor de beek. Vanaf 1366 was de Poperingevaart bevaarbaar van juist afwaarts de stadskern tot aan de uitmonding in de IJzer. Aangezien Poperinge ondertussen een bloeiende lakenstad was geworden, was dit zeer belangrijk. Aanvankelijk werd deze vaart wekelijks gebruikt door verschillende handelsboten, maar door een gebrek aan onderhoud en een regelmatig tekort aan water is de Poperingevaart als bevaarbare waterloop teloor gegaan. Sinds eind de jaren 1950 zijn de vroegere 'voedingsvijvers' dan ook alle gedempt.

Vanaf 1557 bevond er zich aan de Poperingevaart, net opwaarts van de Switch Road, een dubbele stuwconstructie met schotbalken. Voor de bedrijven in het centrum van Poperinge was het namelijk noodzakelijk dat de Poperingevaart een voldoende hoog waterpeil had. Boven de stuwconstructie was een huisje gebouwd, van waaruit de schotbalken met een takelmechanisme konden opgehaald worden. Afwaarts van deze stuwconstructie was er met behulp van een betonnen vloer een relatief groot verval gecreëerd. In 1963-1964 zijn er echter in het centrum van Poperinge ernstige overstromingen opgetreden. Om in de toekomst deze wateroverlast te vermijden, is toen besloten een bypass te voorzien met behulp van een grote cirkelvormige leiding. In 1968-1969 bleek echter dat deze bypass niet voldoende was om de ernstige wateroverlast in het centrum van Poperinge te vermijden. Toen is besloten om de stuwconstructie, inclusief het huisje, af te breken. Het verval is nog wel zichtbaar, alsook de bypass. Sinds kort heeft de stad Poperinge de bedoeling deze oude site opnieuw te renoveren. De zone tussen de Poperingevaart en de oude zijtak is door de stad aangekocht. De oevers werden er hersteld en een parkzone aangelegd. Tevens zijn er een tweetal bruggen gepland en zou er een nieuwe bibliotheek komen.

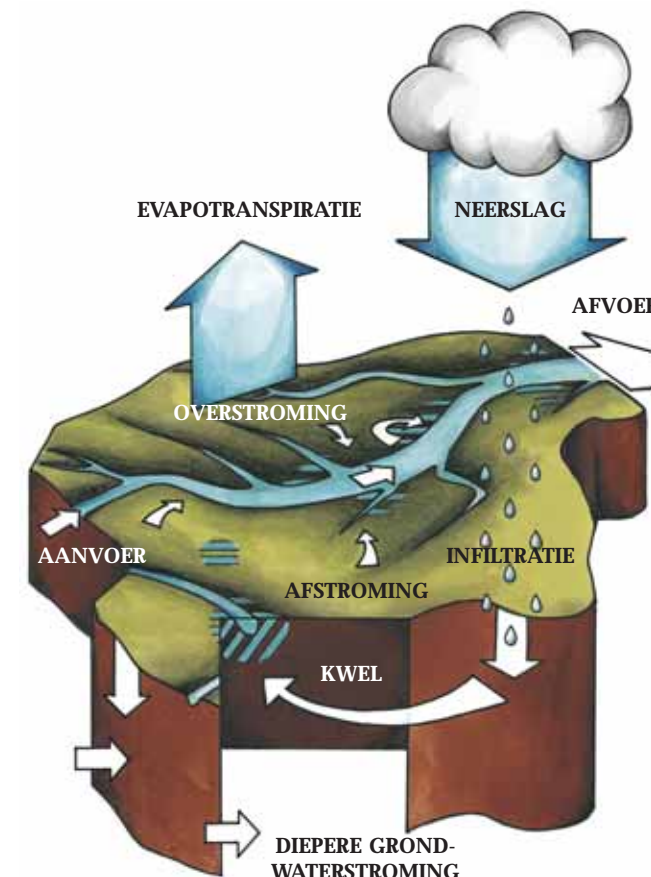
# 2 Overstromingen langs de Poperingevaart

Bij hevige of langdurige regenval treden er in de vallei van de Poperingevaart regelmatig overstromingen op. Twee belangrijke elementen spelen een rol bij het al dan niet optreden van overstromingen bij neerslag: het afvloeiingsgedrag van het stroomgebied en het verloop van de neerslag in functie van de tijd.

Bij het afvloeiingsgedrag, zijnde het verband tussen de neerslag die valt op het stroomgebied en de hoeveelheid water die via de zijlopen en via de Poperingevaart zelf als gevolg daarvan wordt afgevoerd, spelen verschillende factoren een rol. Zo beïnvloedt de temperatuur de hoeveelheid water die via planten of rechtstreeks via het aardoppervlak verdamp. Ook de helling van het terrein, de aard en daarmee samenhangend de doorlatendheid van de bodem, het grondgebruik, de verzadigingsgraad van de bodem, enz. bepalen in belangrijke mate welk percentage van de neerslag rechtstreeks via de waterlopen

wordt afgevoerd dan wel op het land en in de bodem achter blijft. Zo zal de afvoer van het water naar de waterlopen veel hoger liggen bij een bui die valt op een verzadigde bodem dan bij een bui die optreedt na een droge periode. Een andere belangrijke factor die bepaalt hoeveel water er bij een storm naar de waterlopen afgevoerd wordt, is het verloop van de neerslag in functie van de tijd. In de zomer treden er voornamelijk korte, maar hevige stortbuien op, terwijl er in de winter vaker minder hevige, maar langdurige buien optreden. Beide soorten neerslagprofielen kunnen aanleiding geven tot overstromingen. De eerste soort wanneer de waterlopen de resulterende piekdebieten (uitgedrukt in  $m^3/s$ ) niet kunnen verwerken, zoals bij de te kleine duiker aan de Robaartbeek.

De tweede soort wanneer de beschikbare berging (uitgedrukt in  $m^3$ ) in de waterloopbedding onvoldoende toereikend is, zoals op het stroom-



Figuur met de bekende kringloop van het water.

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





Overstroming op 19 september 2002 aan de Hogebrugstraat in Westvleteren. (links)

Overstroming op 19 september 2002 aan de Stavelestraat in Westvleteren. (rechts)

afwaartse gedeelte van de Poperingevaart. Dit stroomafwaartse gebied, tussen de Westvleterenstraat en de IJzer, is dan ook een natuurlijk overstromingsgebied van de IJzer en de

### Historische overstromingen in het stroomgebied van de Poperingevaart.

In de buurt van Poperinge zijn er een aantal lokaties waar regelmatig overstromingen optreden. Zo treedt er ter hoogte van het meanderend gedeelte van de Vleterbeek, net afwaarts van de samenvloeiing met de Winterbeek, sterke afkalving van de oevers op en overstroomt de weilanden ongeveer elk jaar. Net buiten het centrum van Poperinge, ter hoogte van de Switch Road, treedt de Poperingevaart eveneens jaarlijks buiten zijn oevers.

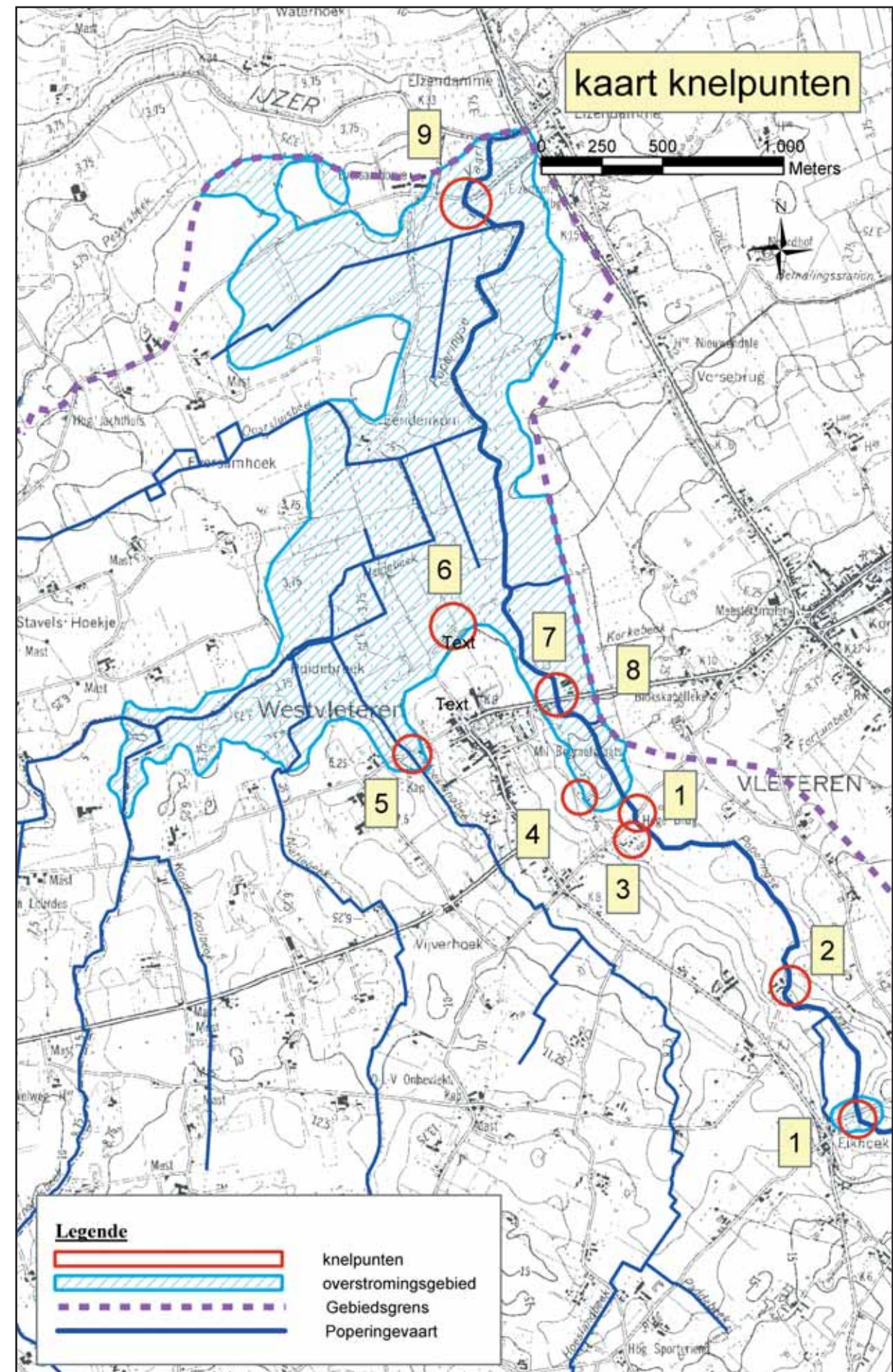
Tussen de Elverdingseweg en de Woestenseweg bevinden er zich meersen, die regelmatig, zij het niet jaarlijks, overstroomt. In de binnenstad van Poperinge trad er vroeger (tot begin de jaren '70) eveneens regelmatig wateroverlast op, maar door de bouw van spaarbekkens op de Vleterbeek is dit probleem efficiënt opgelost. Ook aan de Robaartbeek - ter hoogte van de te kleine duiker onder de spoorweg en ter hoogte van de industriezone aan de Sint-Jansstraat - en aan de Hipshoekbeek treden er soms problemen op.

In het meer stroomafwaartse gedeelte van de Poperingevaart treden de Poperingevaart en de IJzer regelmatig buiten hun oevers. De zone tussen de Westvleterenstraat en de IJzer is dan ook van oudsher een natuurlijk overstromingsgebied van de IJzer en de Poperingevaart. In deze zone bevinden er zich echter sommige knelpunten waar er regelmatig wateroverlast optreedt voor de bebouwing en/of het verkeer. Zo is de zone rond de Hoge Brug (Hogebrugstraat) (1) het

Poperingevaart, waar het water dat niet onmiddellijk kan afgevoerd worden, tijdelijk kan gestockeerd worden. Het is het typische winterbed dat van nature bij rivieren hoort.

meest kritisch: als er overstromingen over het wegdek optreden is dit de eerste lokatie waar ze vastgesteld worden. Ook aan de Eikhoeke (Kruisboomstraat) (1) stroomt het water af en toe over het wegdek. Op deze beide lokaties ligt de Poperingevaart redelijk ingesneden, waardoor de zone waar er wateroverlast over het wegdek optreedt, eerder beperkt blijft. Tussen de Kruisboomstraat en de Hogebrugstraat bevindt er zich een hoeve (langs de Eikhoekestraat) (2), die af en toe te kampen heeft met wateroverlast. Dit probleem kan het best opgelost worden door de aanleg van een wal rond de hoeve.

Ook langs de Hogebrugstraat bevindt er zich een hoeve (3) waarvan de schuur en de stallen regelmatig deels onder water komen te staan. De hoeve aan de Gildedreef (4) is reeds omwijd bekend om wateroverlastproblemen te voorkomen. Ter hoogte van de kruising van de Hoeslandbeek, een zijloop van de Heidebeek, met de Roggestraat (5) treedt er eveneens regelmatig wateroverlast op. Ook aan de Broekdreef (6) komt het wegdek regelmatig onder water te staan. Vermits er rond deze zone echter geen bebouwing of doorgaand verkeer is, geven de overstromingen geen aanleiding tot grote wateroverlast. Ter hoogte van de Westvleterenstraat (7) stroomt het water van de Poperingevaart eveneens regelmatig over het wegdek. Ook de terreinen en de loodsen van firma Lamaire (8) hebben ten gevolge van een dijkdoorslag regelmatig te kampen met overstromingen. Meer afwaarts, ter hoogte van de Eversamstraat en de Stavelestraat (9), stroomt de Poperingevaart ook regelmatig over het wegdek.



Voornaamste knelpunten van regelmatige en hinderlijke wateroverlast (wegen en woningen) in het meest stroomafwaartse gedeelte van de Poperingevaart. Het blauw gearceerde gebied behoort in feite tot het winterbed van de IJzer en zal altijd een natuurlijk overstromingsgebied blijven. Meer stroomopwaarts langs de Poperingevaart, weg uit de vallei van de IJzer, treden enkel lokale overstromingen op, te wijten aan plaatselijke omstandigheden.



### 3 De waterkwaliteit mag niet vergeten worden

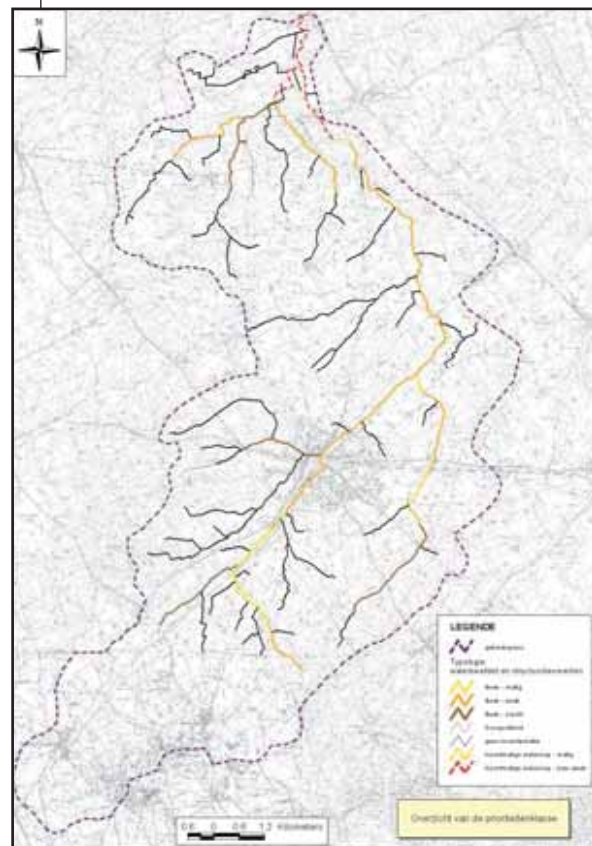
In het stroomgebied van de Poperingevaart is de waterhygiënische infrastructuur reeds gedeeltelijk uitgebouwd. Het afvalwater van Oost- en West-Vleteren wordt gezuiverd op de RWZI (RioolWaterZuiveringsInstallatie) Vleteren, waarvan de bouw in 1997 is voltooid.

Stroomafwaarts van Poperinge bevindt er zich ook een RWZI, welke reeds in 1990 voltooid is. Deze RWZI dient echter gerenoveerd te worden om een grotere zuiveringscapaciteit toe te laten. Voor Krombeke en Stavele ligt het zuiveringsscenario nog niet vast. Ofwel worden deze gemeenten via persleidingen aangesloten op de geplande RWZI van Proven (ten zuidwesten van Krombeke), ofwel zullen voor deze gemeenten landelijke zuiveringen voorzien worden. Ook voor Abele is nog geen beslissing gevallen betreffende het uit te voeren zuiveringsscenario. Uit het bovenstaande blijkt dat nog niet al het afvalwater binnen het stroomgebied van de Poperingevaart op een zuiveringsstation is aangesloten. Nog steeds wordt het afvalwater van Krombeke en Stavele in de beken, welke verder afwaarts uitmonden in de Poperingevaart,

geloosd. Bovendien zijn er in het stroomgebied nog maar weinig gescheiden rioleringen aangelegd. Hierdoor komt bij hevige neerslag te veel hemelwater in de riolering terecht waardoor deze oververzadigd geraakt en aan de overstorten veel gemengd water op de waterlopen loost. Ook ter hoogte van de RWZI's zelf stelt er zich een probleem bij hevige regenval. De massale toevoer van water overstijgt de capaciteit van de RWZI's en bovendien werkt de zuivering niet efficiënt door de sterke verdunning van het afvalwater met regenwater. Wanneer in de toekomst de gemengde rioleringsstelsels meer en meer vervangen zullen worden door gescheiden stelsels - of op zijn minst de oppervlakkige waterafvoer van de rioleringsstelsels zal afgekoppeld zijn - zal de zuivering efficiënter kunnen gebeuren. De Poperingevaart zal dan ook minder belast worden met afvalwater via de overstorten en via het effluent van de RWZI's, wat een positieve invloed zal hebben op de waterkwaliteit in de Poperingevaart.

In het stroomgebied van de Poperingevaart worden sinds verscheidene jaren metingen uitgevoerd van de kwaliteit van het water in de waterlopen. Bij de beoordeling van de biologische waterkwaliteit wordt gebruik gemaakt van de Belgische Biotische Index (BBI), welke een evaluatie is van de biotische en fysische eigenschappen van het water, de waterbodem, de oevers, ... Deze index verwijst naar de aanwezigheid of afwezigheid van macro-invertebraten (met het blote oog waarneembare ongewervelden zoals insecten, weekdieren, kreeftachtigen, wormen, e.d.,...) in het water. Deze index, die verwijst naar de kwaliteit van de waterloop als biotoop, is in het stroomgebied van de Poperingevaart meestal tussen 2 en 6 gelegen, wat wijst op een zéér slechte tot matige kwaliteit. Bij de beoordeling van de fysisch-chemische waterkwaliteit is de opgeloste hoeveelheid zuurstof in het water een belangrijke parameter, aangezien zuurstof

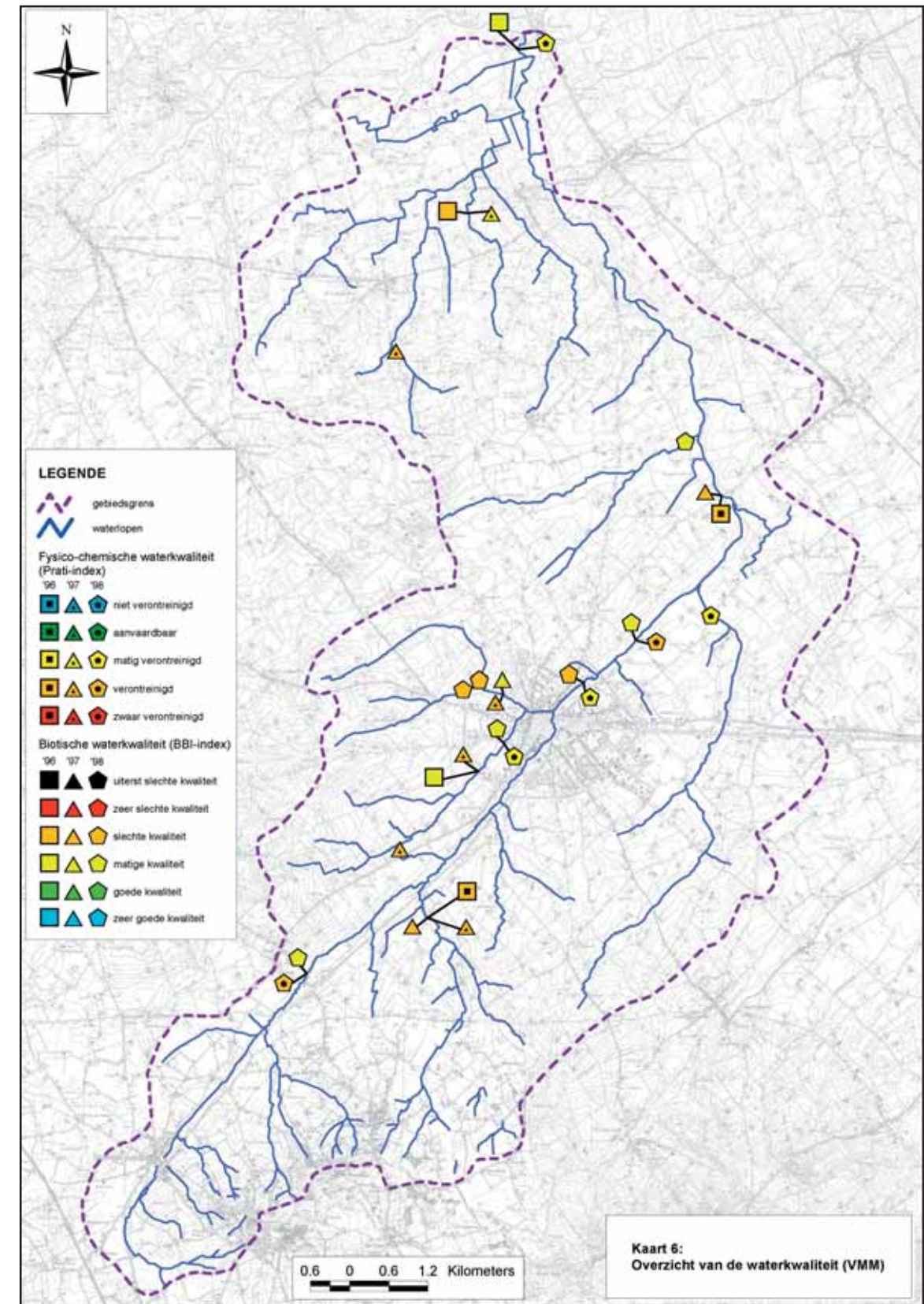
De prioriteitenklassen geven weer in welke mate een waterloop het verdient om beschermd te worden als waardevol biotoop. Het toont ook aan waar men met een minimum aan inspanningen kan komen tot waardevolle gebieden. De kwaliteit van de Poperingevaart is maar matig.



van groot belang is voor de aanwezigheid van leven in het water en bepalend is voor het zelfzuiverend vermogen van de waterloop.

De opgemeten waterkwaliteit wordt omgerekend naar een kwaliteitsindex, de Prati-index, aan de hand waarvan kwaliteitsbeoordelingen

kunnen gemaakt worden. Op de meeste lokaties blijkt de Prati-index eveneens te wijzen op verontreiniging. Uiteraard hebben ook de intensivering van de landbouw en de veeteelt, de aanwezigheid van stuwen en de kanalisatie van gedeelten van de waterlopen, een invloed op de waarden van de waterkwaliteitsindexen.



De waterkwaliteit in het stroomgebied van de Poperingevaart.



# Een computermodellering van de Poperingevaart

Vroeger werd het gedrag van een waterloop voornamelijk beoordeeld op basis van beschikbare meetgegevens en de inventarisatie van opgetreden overstromingen. Wanneer er aanpassingen aan de bestaande infrastructuur van de waterloop werden gepland, werd de impact hiervan ingeschat door handmatige berekeningen en op basis van ervaring van de ontwerper.

De werkelijke impact van geplande aanpassingen en ingrepen op het afvoervermogen en het overstromingsgedrag van waterlopen, werd dan ook vaak pas na de realisatie van de aanpassingen volledig duidelijk. Door de beschikbaarheid van rekenkrachtige computers is het echter mogelijk geworden om het gedrag van waterlopen nauwkeuriger te gaan bestuderen. Door computermodellen op te bouwen, die op basis van beschikbare meetgegevens afgeijkt worden, kunnen simulaties uitgevoerd worden waarbij de invloed van verschillende regenbuien en constructies op het afvoer- en overstromingsgedrag van waterlopen kan nagegaan worden. Voor de Poperingevaart, een onbevaarbare waterloop van eerste categorie en dus onder beheer van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Water, is een dergelijke computermodellering uitgevoerd. Deze computermodellering bestaat uit twee modellen, een hydrologisch model en een hydraulisch model.

## Hydrologische modellering

Het doel van een hydrologische studie is te achterhalen welke hoeveelheden water bij verschillende buien en op verschillende momenten (winter-zomer) door de waterlopen van een stroomgebied afgevoerd dienen te worden. Zo een studie analyseert het afstromingsgedrag van het stroomgebied en legt een relatie tussen het voorkomen van maximale debieten en de te verwachten terugkeerperiode ervan. Niet enkel de uitgestrektheid van overstromingen is immers van belang, ook de frequentie waarmee bepaalde debieten of volumes en de daarmee eventueel samenhangende overstromingen optreden, zijn belangrijk bij het bepalen van de mate van de wateroverlast en bij het beoordelen van eventueel te nemen maatregelen. Er moet immers een redelijke verhouding bestaan tussen de kosten van beschermingsmaatregelen en de schade die daardoor vermeden kan worden.

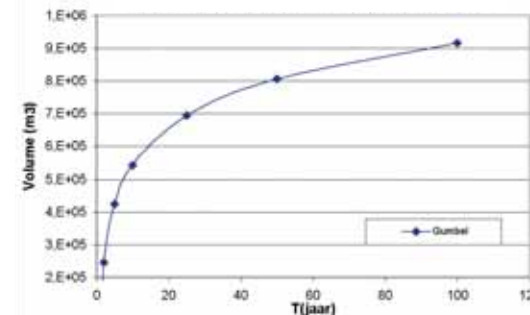
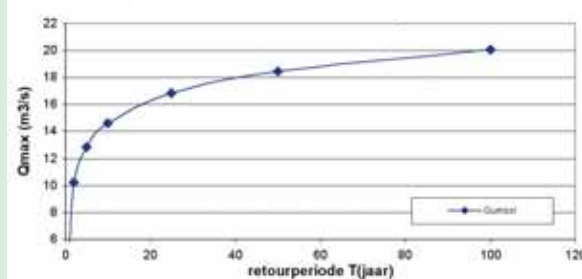
## Computermodellen

Een hydrologisch model geeft, voor het stroomgebied opwaarts van een bepaalde lokatie, het verband tussen de optredende neerslag in dit stroomgebied en de resulterende afvoer aan het uitstroompunt van het stroomgebied op die bewuste lokatie. Een hydrologisch model is in feite een waterbalansmodel, dat vertelt waar het neerslagwater naartoe gaat. Nadat een dergelijk model is afgeijkt,

kan het model aangewend worden om bvb. langdurige neerslagreeksen om te vormen tot langdurige afvoerreeksen voor die bepaalde lokatie in de waterloop. Deze berekende afvoer kan gebruikt worden als inloophydrogram (debiet in functie van de tijd) van een hydraulisch model.

Een hydraulisch model geeft, voor een

bepaalde reeks van inloophydrogrammen, in detail het verloop van de debieten, de waterhoogtes en de snelheden in functie van de tijd weer langs de loop van de waterloop. Een hydraulisch model vertelt dus nauwkeurig hoe het water, dat in een waterloop geraakt is, zich doorheen die waterloop voortplant. Daardoor kunnen overstromingen gesimuleerd en weergegeven worden.



## DE KRINGLOOP VAN HET WATER

De hydrologie beschrijft de kringloop van het water boven, op en onder het aardoppervlak. In de oppervlaktewaterhydrologie wordt de relatie tussen neerslag en afvoer bestudeerd, m.a.w. de relatie tussen de neerslag die valt op een bepaalde oppervlakte en de hoeveelheid water die naar de waterlopen die deze oppervlakte draineren, afgevoerd wordt. De hydrologie van een bepaald stroomgebied wordt bepaald door tal van factoren. In eerste instantie zijn dit de meteorologische parameters zoals neerslag en temperatuur. De neerslag bepaalt enerzijds welk volume water op de oppervlakte valt, maar ook met welke spreiding in de tijd dit gebeurt. De temperatuur heeft een invloed op de evapotranspiratie, het verdampen van water via planten of rechtstreeks van op het aardoppervlak. Naast de meteorologische parameters zijn het de gebiedseigenschappen die bepalen welke hoeveelheid water in de waterlopen terecht komt. De helling, het grondgebruik, de verzadigingsgraad van de bodem, de aard van de bodem, enz. bepalen in grote mate welk percentage van de neerslag rechtstreeks naar de waterlopen afgevoerd wordt. Dit percentage wordt aangeduid door de afvoercoëfficiënt. De rest van het water sijpelt in de bodem of blijft staan en verdampt.

## ANALYSE VAN DE BESCHIKBARE GEGEVENS

Op basis van bestaande neerslag- en debietgegevens van het stroomgebied van de Poperingevaart werd een hydrologische analyse uitgevoerd. De gegevens van de neerslag zijn beschikbaar bij het KMI, dat beschikt over een uitgebreid netwerk aan neerslagmeters (pluviografen en pluviometers). Pluviografen registreren de neerslag continu; pluviometers worden eenmaal per dag afgelezen. Voor elk meetstation kunnen historische neerslagreeksen opgevraagd worden.

Gegevens over het debiet zijn beschikbaar dankzij limnigrafen. Een limnigraaf is een toestel dat in de waterloop geplaatst wordt en permanent het waterpeil meet en registreert. Door debietmetingen op regelmatige tijdstippen uit te voeren, werd voor de meeste limnigrafen een relatie opgesteld tussen peil en debiet. Aan de hand van deze relatie kan op elk moment een peilmeting aan de limnigraaf omgerekend worden naar een waarde voor het debiet. Aangezien de limnigraaf het peil continu registreert, kunnen de historische tijdreeksen van het waterpeil dus omgerekend worden

naar tijdreeksen van het debiet aan de limnigraaf. Naast deze beschikbare hydrologische gegevens werden bovendien data bekomen tijdens een 5 weken durende hydrologische meetcampagne in het kader van de modelleringsstudie. Hierbij werden op zes locaties peil- en debietmetingen uitgevoerd en op drie locaties neerslagmetingen.

Bij de hydrologische analyse worden twee soorten stormen onderscheiden. Enerzijds zijn er de stormen met een maximaal afstromingsdebiet, anderzijds die met een maximaal afstromingsvolume. De eerste zijn eerder het gevolg van korte, hevige onweders, die vaak in de zomer optreden. Door de hoge debieten treedt gemakkelijk overstroming langs lage oevers op. Omdat de stormen meestal kort zijn, blijft het niet lang overstromen. De tweede zijn eerder het gevolg van langdurige regenbuien met een aanzienlijke intensiteit. Deze zijn een eerder winters fenomeen. Het grote gevaar zit hem hierin, dat wanneer de oevers overstromen, dit gedurende lange perioden kan aanhouden, waarbij grote volumes water grote gebieden langsheen de waterloop kunnen blank zetten.

Op de Poperingevaart bevindt er zich ter hoogte van de Kruisboomstraat een limnigraaf, die sinds 1972 continu waterpeilen en debieten registreert. In 1982 is echter de bouw van een aantal wachtbekkens op de Vleterbeek afgerond. Omdat deze wachtbekkens invloed hebben op de waterpeilen en de debieten die ter hoogte van de limnigraaf geregistreerd worden, betekent dit dat er dus twee aparte meetreeksen bestaan die apart moeten bestudeerd worden.

Voor de limnigraaf werden jaargemiddelden, -maxima en -minima berekend van de debietreeksen en bijhorende neerslagreeksen. Uit de reeksen werden bovendien een groot aantal stormen geselecteerd en afzonderlijk bekeken. Voor elke storm werden een aantal karakteristieken zoals afvoercoëfficiënt, piekafvoer, duur en volume van de afvoergebeurtenis berekend en geïnterpreteerd. Door deze uitvoerige analyse van hydrologische data wordt het hydrologische karakter van het stroomgebied duidelijk.

## DE HERHALINGSKANS VAN AFVOERGOEVEN

De hoeveelheid water die op een bepaalde plaats in een waterloop in de loop van de tijd afgevoerd wordt, noe-

Naast bestaande vaste meetstations van verschillende organisaties worden ook tijdelijke meetstations opgericht en gebruikt om gegevens te vergaren voor de opbouw van de modellen. Links een pluviograaf op een perceel aan de Roggestraat in het stroomgebied van de Heidebeek. De regen valt door een trechter in een bakje dat omkiepert en leegloopt als het vol is; een telmechanisme houdt de hoeveelheid en het tijdstip bij. Midden en rechts waterpeilen en debietmeting op de Robaartbeek aan de Elverdingseweg. Sensoren meten continu diepte en snelheid van het water waaruit het debiet van de waterloop kan berekend worden.

Links

Piekdebieten in functie van de retourperiode T

Rechts

Afvoervolumes in functie van de retourperiode T





men we een afvoergolf. Deze kan gevisualiseerd worden door op een grafiek op de horizontale as de tijd te plaatsen, en op de verticale as het debiet (het volume water per tijdseenheid, meestal uitgedrukt in m<sup>3</sup>/s of in l/s). De typische klokvormige afvoergolf is meestal het gevolg van een geconcentreerde neerslag die als een enkelvoudige gebeurtenis of storm beschouwd kan worden. Vanaf de droogweerafvoer of basisafvoer stijgt de waterafvoer naar een maximaal debiet, dat na de regen opnieuw afneemt tot het basisdebiet. Indien meerdere afvoergolven na elkaar worden weergegeven spreekt men eerder van een debietreeks.

De frequentie waarmee bepaalde gebeurtenissen zoals hevige of langdurige buien en overstromingen optreden, wordt uitgedrukt aan de hand van de retour- of herhalingsperiode, de periode die, statistisch gezien, verloopt tussen twee dergelijke opeenvolgende gebeurtenissen. Zo treden bvb. kleine buien zéér vaak op, zodat de retourperiode voor dergelijke buien laag is. Grote buien daarentegen treden minder vaak op en hebben bijgevolg een hogere retourperiode. Retourperioden zijn echter gemiddelde waarden. Een afvoergolf met een retourperiode van 5 jaar kan bijvoorbeeld ook in twee opeenvolgende jaren optreden, en dan bijvoorbeeld 10 jaar niet. Statistisch gezien over een langere periode komt deze dan inderdaad eens om de 5 jaar voor.

Na de hydrologische karakterisatie wordt dus een frequentieanalyse uitgevoerd op het voorkomen van afvoergebeurtenissen. De bedoeling is een relatie te leggen tussen het piekdebiet van een afvoergebeurtenis en zijn terugkeerperiode. Dezelfde frequentieanalyse, die een wiskundige bewerking is op de van groot naar klein gerangschikte afvoeren, wordt uitgevoerd voor de afgevoerde watervolumes. Deze laatste geven weer welk volume water in een afvoergolf aanwezig is. De stormen bepaald aan de hand van het afgevoerd volume zijn representatief voor hoogwatergebeurtenissen waarvan niet zozeer het piekdebiet van de storm kritisch is voor overstromingen dan wel het totale volume van de afvoergebeurtenis. Dit zijn twee afzonderlijke criteria om hoogwaterafvoeren te selecteren in het kader van analyse van hoogwaterafvoeren. Beide methoden zullen resulteren in ontwerphydrogrammen die ingevoerd worden in de hydraulische modellering. De hydraulische modellering zal in detail nagaan of de waterloop deze afvoeren zonder overstromingen kan verwerken.

De frequentieanalyse werd uitgevoerd op de gemeten debietreeks van de limnigraaf. Voor deze locatie kan dus voor elke terugkeerperiode een te verwachten piekdebiet of volume afgelezen worden uit de grafiek. Of andersom, voor elk piekdebiet van een hoogwaterafvoer kan nagegaan worden welke terugkeerperiode de hoogwaterafvoer heeft.

## Hydrologische computermodellen

Op basis van de beschikbare meetgegevens zijn enkel de retourperioden van de debieten en de volumes ter hoogte van de limnigraaf aan de Kruisboomstraat gekend. Over de retourperioden en de bijhorende debieten op andere lokaties is op basis van deze meetgegevens nog niets te zeggen. Dit is echter wel noodzakelijk indien men een beeld van de frequentie van het overstromingsgedrag over de ganse loop van de Poperingevaart wil bekomen. Hiertoe is namelijk een hydraulisch computermodel van de waterloop opge maakt. Bij de berekeningen voor de verschillende retourperioden dient dit hydraulisch model, op elke lokatie waar een belangrijke zijtak in de Poperingevaart uitmondt, gevoed te worden met inloophydrogrammen, waarbij het verloop van het debiet in functie van de tijd wordt weergegeven. Bijgevolg dient ter hoogte van de uitmonding van elke zijtak een inschatting gemaakt te worden van deze verschillende inloophydrogrammen. Daartoe is voor de verschillende deelstroomgebieden van de zijlopen een hydrologische model opgebouwd.

Een goed hydrologisch model laat toe om lange neerslagreeksen - die meestal wel beschikbaar zijn - om te zetten in even lange debietreeksen. Uit die lange debietreeksen kunnen vervolgens realistische afvoergolven bij verschillende retourperioden bekomen worden.

Dit gebeurde voor de Poperingevaart met behulp van het softwareprogramma PDM. Op basis van neerslagen en evapotranspiratiegegevens berekent dit programma een debietreeks. Een aantal parameters, die de hydrologische eigenschappen van het (deel)stroomgebied beschrijven, dienen aangepast te worden totdat de gesimuleerde reeks zo goed mogelijk overeenstemt met de werkelijk gemeten reeks. Dit wordt de kalibratie of afijken genoemd. Het model van de Poperingevaart werd gekalibreerd op basis van de debietreeks ter hoogte van de limnigraaf en van de 5 weken durende debietmeetcampagne die bij het begin van de modelleringstudie uitgevoerd werd.

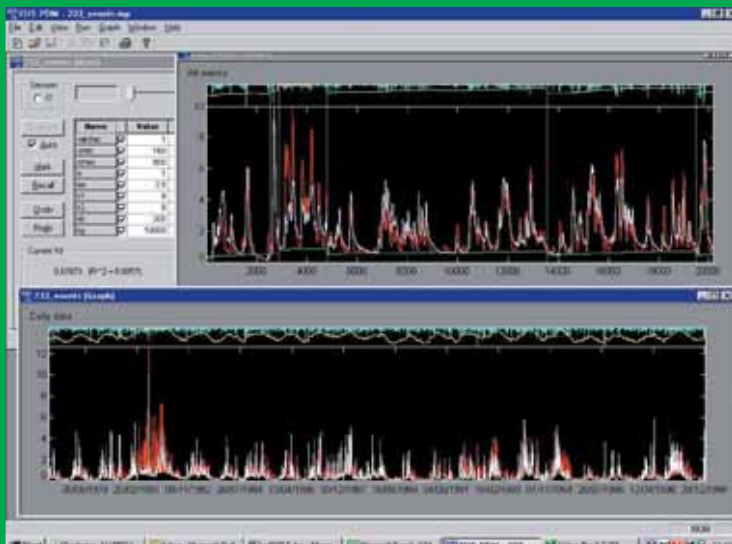
## PDM

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 verdamppt, 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 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.

Voor de kalibratie werden een aantal 'events' of afvoergebeurtenissen geselecteerd. Hiervoor werden zowel korte als lange perioden gebruikt. De kalibratie wordt op verschillende manieren getoetst. Op deze manier is voor de verschillende zijlopen van de Poperingevaart een kunstmatig gegeneerde lange afvoertijdreeks bekomen.



Afbeelding van een computerscherm tijdens de afijking van de PDM-parameters. In het wit de gemeten debieten, in het rood de berekende debieten behorend bij de gemeten neerslag (blauwe blokken bovenaan). De geel-groene lijn onder de regen is de berekende vochtigheidsstand in het stroomgebied.

## CRITERIA

Bij de beoordeling van de nauwkeurigheid van de hydrologische PDM-modellen, zijn onder meer de volgende criteria in rekening gebracht:

- de seizoensinvloed, welke terug te vinden is in de variatie van de basisafvoer, moet goed weergegeven worden;
- voor de stormen (o.a. van de meetcampagne) mogen de berekende debieten niet al te sterk afwijken van de opgemeten debieten;
- de waterbalans, terug te vinden in de soil moisture capacity (geel-groene lijn), dient een realistisch verloop te hebben in functie van de tijd;
- de frequentieanalysecurve, uitgevoerd op basis van de berekende debiet- en volumereeksen, dient goed overeen te stemmen met de frequentieanalysecurve op basis van de opgemeten limnigraafgegevens;
- de maximale berekende debieten dienen in dezelfde grootteorde te liggen van de omgerekende debieten op basis van de limnigraafgegevens;
- de R<sup>2</sup>-waarde dient zo dicht mogelijk bij de waarde 1 te liggen. Deze R<sup>2</sup>-waarde geeft de verhouding weer van de variantie van de verschillen tussen de berekende en waargenomen debieten en de variantie van de waargenomen debieten zelf.

Met een frequentieanalyse mag men eigenlijk maar voorspellingen doen voor maximaal twee maal de lengte van de gebruikte tijdreeks van gegevens. Immers, hoe korter de tijdreeks, hoe minder waarschijnlijk het is dat daarin uitzonderlijke gebeurtenissen zitten, en die willen we nu juist met een frequentieanalyse vinden. Een hydrologisch model alleen stelt ons dus nog niet in staat met (relatief) voldoende zekerheid het te verwachten debiet bij bvb. een 50- en 100-jarige terugkeerperiode te achterhalen. Om dit probleem op te lossen wordt het hydrologisch model gebruikt om de 100-jarige neerslagreeks van het KMI te Ukkel om te zetten in een 100-jarige debietreeks. Er kan aangetoond worden dat de neerslag in het stroomgebied van de Poperingevaart.

## ONTWERPHYDROGRAMMEN

Het uiteindelijke doel van de hydrologische modellering is het bepalen van ontwerphydrogrammen voor de verschillende zijlopen van de Poperingevaart voor verschillende terugkeerperioden, namelijk 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar. Deze ontwerphydrogrammen geven het verloop van het debiet doorheen de tijd weer aan de monding van de zijloop in de hoofdloop en worden

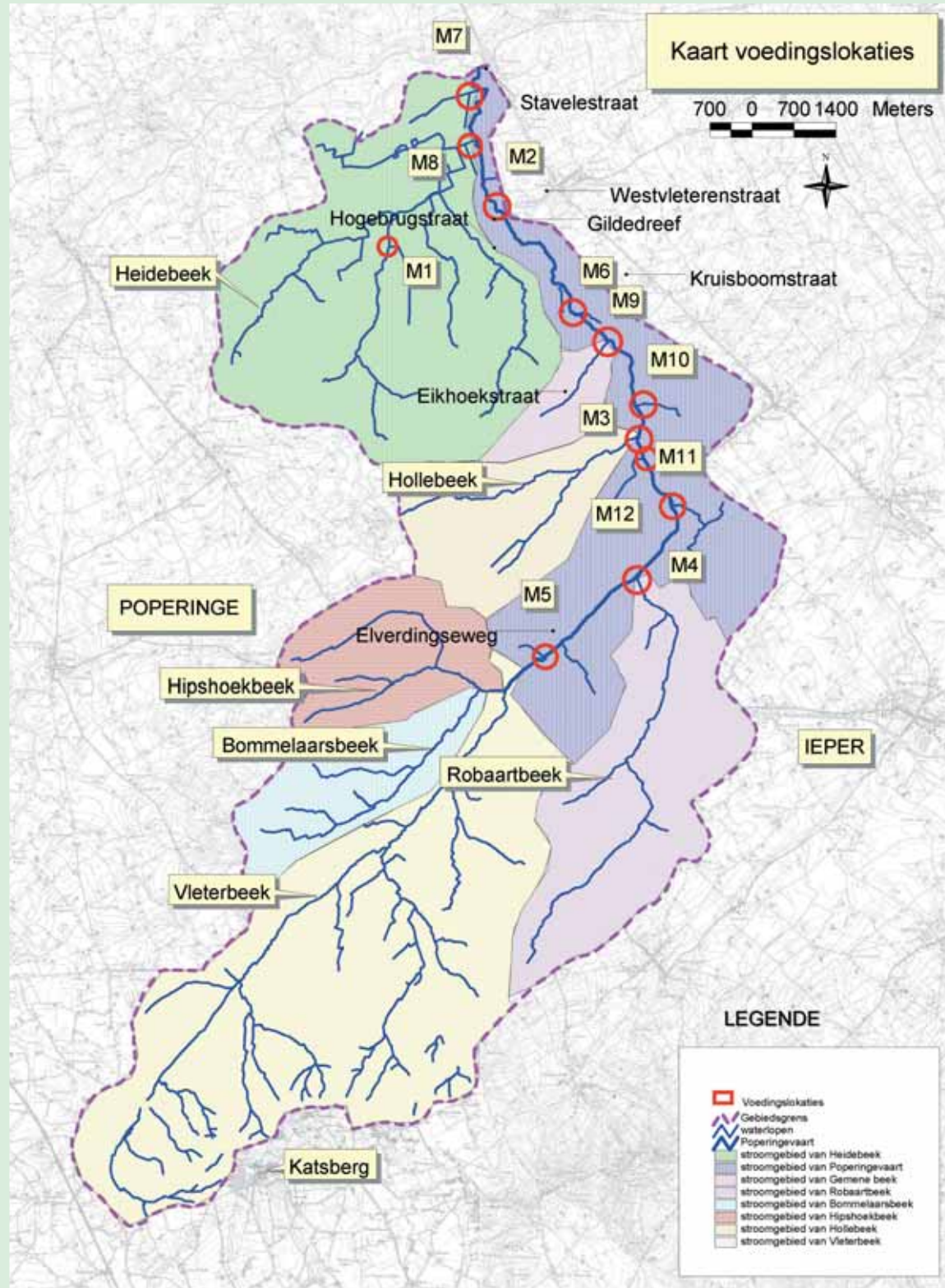
gebruikt als inloophydrogrammen in de hydraulische modellering. Het ontwerphydrogram wordt bepaald door in de gemeten debietreeks of in de 100-jarige gesimuleerde debietreeks, een storm te zoeken die een maximaal debiet, of een maximaal afgevoerd volume, heeft dat gelijk is aan het berekende maximaal debiet of afgevoerd volume bij een bepaalde terugkeerperiode. Deze realistische storm zal dan het water aanbrengen dat via de zijlopen in de hoofdwaterloop terecht komt. Dit gebeurt voor retourperioden van respectievelijk 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar, en dit zowel voor zomerstormen, waarbij de piekdebieten bepalend zijn, als voor winterstormen, waarbij het volume van de afvoer bepalend is.





De afvoer van regenwater uit een stroomgebied naar de hoofdwaterlopen toe (het hydrologisch model) wordt berekend door het stroomgebied onder te verdelen in deelstroomgebieden. De rode cirkels zijn de plaatsen waar de watergolven (inloophydrogrammen) van de zijwaterlopen in een hoofdwaterloop binnenstromen. Eens het water uit de zijwaterlopen in de hoofdloop terecht is gekomen, zal het hydraulisch model berekenen hoe al dat water naar de IJzer zal vervoerd worden doorheen die hoofdloop. Het Engelse softwareprogramma ISIS bouwt daartoe de Poperingevaart na als een ketting van rekenknoten. Elke knoop stelt een dwarssectie van de waterloop voor of bepaalde kunstwerken. In het bijzonder zal de overstrooming van de oevers vastgesteld kunnen worden, evenals de wijze waarop het overstromend water de vallei zal vullen (zie ook middelste figuren blz. 23).

De Poperingevaart  
gezien vanaf het  
brugje aan het  
Reepje, een  
gehucht van  
Poperinge.







## Hydraulische modellering

Een hydrologisch model bestudeert niet hoe het water dat in een waterloop geraakt is, verder doorheen deze waterloop stroomt. Een hydraulisch model kan dat wel. In een hydraulisch model wordt de waterloop nagebouwd en nagebootst, als een digitale maquette. Het model bestaat uit een raamwerk van knopen. De meeste knopen zijn de dwarssecties van de waterloop, met bedding en oevers, bijvoorbeeld om de 50 meter genomen. Andere knopen geven de kunstwerken en hindernissen weer die te vinden zijn op de waterloop, zoals klepstuwen, bruggen, duikers, meanders, overstromingszones, enz. De afmetingen van al deze secties en kunstwerken worden voorafgaandelijk nauwkeurig op het terrein opgemeten door landmeters. Aan dit raamwerk van knopen worden op verschillende plaatsen de inloophydrogrammen, afgeleid uit de hydrologische modellering, ingevoerd. Deze inloophydrogrammen voeden de hoofdwaterloop dus met het afspoelend regenwater. Het rekenprogramma van het hydraulisch model zal dan de waterafvoer doorheen het raamwerk van rekenknopen berekenen, volgens de natuurkundige stromingsvergelijkingen - namelijk het behoud van massa en het behoud van beweging - opgesteld door de Franse onderzoeker de-Saint-Venant, en aangeven waar er afvoerknelpunten optreden en er zich bijvoorbeeld overstromingen voordoen. De oplossing van deze wiskundige vergelijkingen geeft een gelijktijdig resultaat voor het waterpeil, debiet en stroomsnelheid in elke knoop van het model. Het typisch resultaat van de stroming doorheen een waterloop is de afvlakking (lager piekdebiet) en uitdeining (verbreden) van de typische klokvormige afvoergolven in de waterloop. Dit is te wijten aan de stromingsweerstand die de golf ondervindt van de ruwheid en begroeiing van bedding en oevers, en van de hindering en afremming van de stroming aan vernauwingen en inbuizingen. Goede modellen laten daarenboven toe om complexe situaties te berekenen, bijvoorbeeld de werking van stuwen en sluisen, of van een vermaasd netwerk van waterlopen.

Door later knopen weg te laten, bij te voegen of te veranderen, kan het model omgezet worden in een toekomstige situatie van de waterloop. Nieuwe berekeningen in deze toestand laten dan toe het effect van de ingrepen en wijzigingen te evalueren.

### OPBOUW VAN HET MODEL

Het ISIS-model werd opgemaakt met de dwarsprofielen (ongeveer om de 50 m), bruggen, bochten, vervallen, bodemverhogingen, en gekende overstromingsgebieden langs de loop van de Poperingevaart, de uitmondningen van de zijlopen en het afwaartse peil van de IJzer en de Boezingegracht. De specifieke eigenschappen van die bouwstenen zijn vervat in een aantal af te ijken parameters. Meestal zijn de standaardwaarden behouden. Echter, de ruwheid van een waterloop, uitgedrukt door de Manning-coëfficiënt naar de gelijknamige onderzoeker, heeft een grote invloed op het hydraulisch gedrag. De ruwheid van enerzijds de bodem en anderzijds de wanden/oevers van een waterloop kan sterk verschillend zijn. Bovendien is deze ruwheid seizoensafhankelijk: in de zomer zijn de oevers sterker begroeid, wat aanleiding geeft tot een

grotere ruwheid dan in de winter. Om de meest geschikte waarde van de ruwheidscoëfficiënt voor elk van deze zones uit de dwarsprofielen te kunnen bepalen, is er een afzonderlijk zomer- en wintermodel opgemaakt en is de calibratie stapsgewijze uitgevoerd. Eerst zijn perioden met kleine afvoeren bekeken, waarbij enkel de bodem en een klein gedeelte van de wanden onder water staan. Pas daarna zijn perioden met grotere afvoeren, waarbij grotere delen van de wanden/oevers en eventueel overstromingsgebieden onder water komen te staan, bekeken. Voor de IJzer en de Boezingegracht is telkens het opgemeten waterpeil tijdens de bestudeerde periode als afwaartse randvoorwaarde ingevoerd. Op basis van de vergelijking van de opgemeten en berekende waarden van waterpeilen en debieten ter hoogte van de meetlokaties van de meetcampagne (de Oostlaan te Poperinge en de Westvleterenstraat te West-Vleteren) en ter hoogte van de limnigraaf aan de Kruisboomstraat, zijn de meest geschikte waarden voor de ruwheden bepaald.

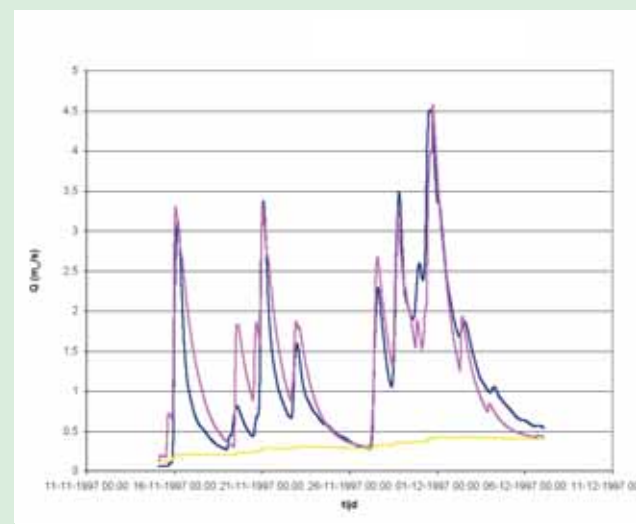
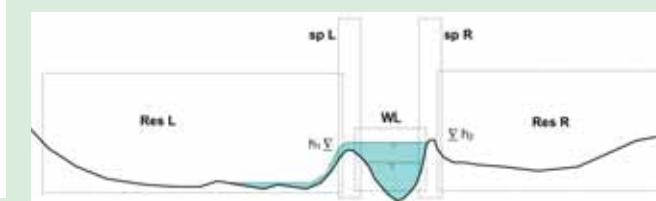
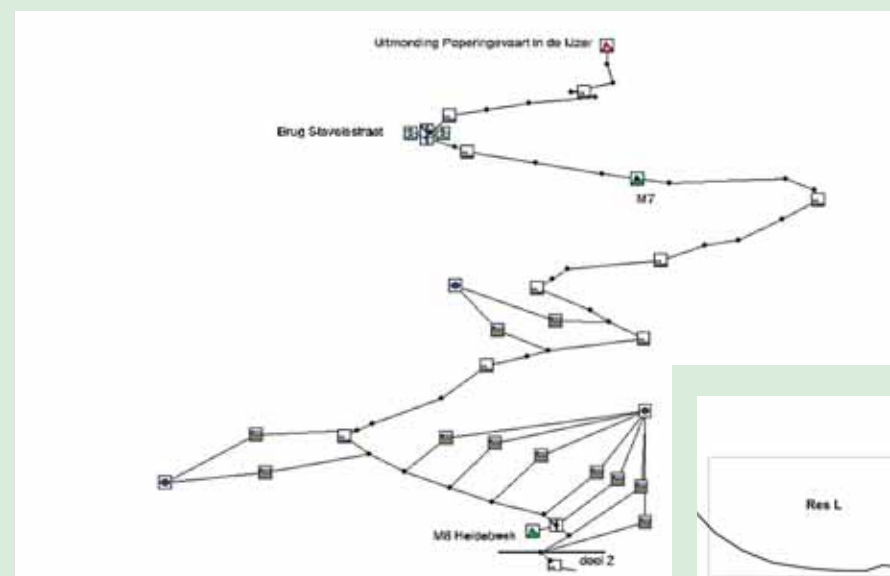
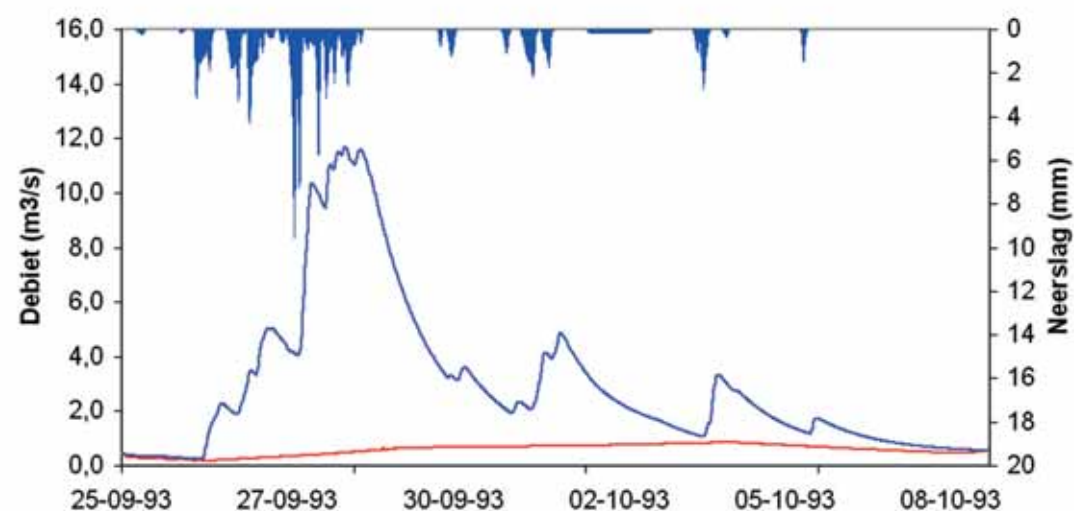
### KALIBRATIE EN VALIDATIE VAN HET MODEL

Het model werd gekalibreerd door de met PDM gesimuleerde inloophydrogrammen voor een storm uit de meetcampagne in te voeren. De gemodelleerde peilen ter hoogte van de verschillende meetpunten uit de meetcampagne en ter hoogte van de limnigraaf werden vergeleken met de werkelijk gemeten peilen. Hetzelfde werd gedaan voor een aantal stormen uit de debietreeks, gemeten ter hoogte van de limnigraaf. Na kalibratie werd een maximale afwijking van 5 à 10 cm op de gemeten peilen bekomen, hetgeen overeenkomt met de intrinsieke nauwkeurigheid van het model. Na de kalibratie of afjking wordt een model ook nog gevalideerd, d.i. gecontroleerd voor stormen die niet gebruikt werden bij de kalibratie. Daartoe worden berekende en gemeten waarden met elkaar vergeleken zonder nog te sleutelen aan de parameters van het model. Pas dan is het model goedgekeurd voor verdere berekeningen.

### SIMULATIE BESTAANDE TOESTAND

Nadat het hydraulisch zomer- en wintermodel afgeijkt zijn, worden deze modellen doorgerekend met de respectievelijke inloophydrogrammen horende bij een retourperiode van telkens 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar (zowel voor zomer- als winterstormen), die uit de hydrologische modellering bekomen zijn. Voor het afwaartse IJzerpeil bij de zomerstormen is telkens het normaal peil van 3.14 m TAW ingevoerd. Zomerstormen zijn hevig, maar kort, zodat het IJzerpeil niet noemenswaardig zal stijgen. Winterstormen daarentegen zijn minder hevig, maar duren veel langer. Bij langdurige neerslag kan het peil van de IJzer wel sterk toenemen. Het HIC, het Hydrologisch Informatie Centrum van de Administratie Waterwegen en Zeewezen te Bergerhout, heeft de debieten van de IJzer statistisch geanalyseerd en naar waterhoogten omgerekend, zodat een inschatting van het waterpeil van de IJzer voor de verschillende retourperioden beschikbaar is.

Hydrogram t.h.v. limnigraaf - piekdebiet bij T=5 jaar



Typische klokvormige debietcurve aan de limnigraaf voor een vijfjaarlijkse zomerstorm.

Schematische voorstelling van een stukje van het hydraulisch model, dat een snoer van allerlei knopen of bouwstenen is waarmee overstromingen kunnen berekend worden (zie ook de legende blz. 22).

Blz. 23 onderaan links: Kalibratie van het hydraulisch model: gemeten (blauw) en berekende debieten (rood) moeten maximaal samenvallen.

Blz. 23 onderaan rechts: Overstroming op 19 september 2002 aan de stroomafwaartse zijde van de Kruisboomstraat, kijkend naar de Eikhoekstraat.



IJzerpeilen bij verschillende retourperiodes volgens het HIC

RETOURPERIODE T	IJZERPEILEN (M T.A.W.) TE LO-FINTELE	IJZERPEILEN (M T.A.W.) AAN DE LIMNIGRAAF TE ROESBRUGGE
2	4.31	5.69
5	4.58	5.86
10	4.78	5.98
25	5.04	6.13
50	5.24	6.25
100	5.44	6.37



Op deze manier worden resultaten bekomen van het gedrag van de Poperingevaart onder afvoeren met verschillende retourperiodes. Ook in deze fase gebeurt er nog een nazicht: de berekende locaties moeten immers overeenstemmen met de plaatselijke ervaring, zo niet moet het model opnieuw bijgestuurd worden. Uit de berekeningen blijkt dat zowel voor het zomermodel als het wintermodel overstromingen optreden.

Door de gevolgde werkwijze is het eveneens mogelijk een inschatting te maken van de retourperiode T van de overstromingen in de verschillende zones. Op sommige van deze locaties is de Poperingevaart zéér ingesneden gelegen, zodat de overstromingen daar zeer beperkt blijven en geen aanleiding geven tot wateroverlast. De zones waar de overstromingen uitgebreider zijn, zijn weergegeven op overstromingskaarten.

Situering en frequentie van de overstromingszones

LOKATIES VAN OP- NAAR AFWAARTS	ZOMERMODEL	WINTERMODEL
lokaal afwaarts de uitmonding van de Robaartbeek (M4)	vanaf T = 50 jaar	vanaf T = 100 jaar
de meersen, opwaarts van de brug van de Woestenseweg (M12)	vanaf T = 25 jaar	vanaf T = 100 jaar
vlak opwaarts de uitmonding van de Hollebeek (M3) in de Poperingevaart	-	vanaf T = 25 jaar
de zone tussen de uitmonding van de Hollebeek (M3) en de uitmonding van stroomgebied M10	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 5 jaar
de landbouwbrugjes, afwaarts van de uitmonding van stroomgebied M10	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 5 jaar
opwaarts de uitmonding van de Gemenebeek (M9)	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 5 jaar
aan de uitmonding van de Gemenebeek (M9)	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 2 jaar
afwaarts de uitmonding van de Gemenebeek (M9)	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 25 jaar
in de zone vlak opwaarts van de Kruisboomstraat (limnigraaf - M6)	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 5 jaar
de woning op de linkeroever aan de Kruisboomstraat	misschien vanaf T = 5 jaar, zeker vanaf T = 25 jaar	vanaf T = 5 jaar
in de zone afwaarts de Kruisboomstraat (M6)	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 25 jaar
halverwege tussen de Kruisboomstraat (M6) en de Hogebrugstraat	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 2 jaar
de hoeve aan de Eikhoekstraat	vanaf T = 25 jaar	vanaf T = 2 jaar
de zone tussen de hoeve en de Hogebrugstraat - opwaarts de Hogebrugstraat	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 2 à 5 jaar
afwaarts de Hogebrugstraat	vanaf T = 50 jaar	vanaf T = 25 jaar
vlak opwaarts de Westvleterenstraat	-	vanaf T = 25 jaar
vlak afwaarts de Westvleterenstraat	-	vanaf T = 50 jaar
aan de Broekdreef	-	vanaf T = 5 jaar
aan de uitmonding van de Heidebeek (M8) in de Poperingevaart	vanaf T = 5 jaar	vanaf T = 5 jaar
meeste locaties tussen de Westvleterenstraat en de IJzer	-	vanaf T = 10 jaar



De Poperingevaart ter hoogte van Eversam (Vleteren-Alveringem).



### SIMULATIE VAN NIEUWE TOESTANDEN

Het hydraulisch model laat nu toe om ontwerpscenario's of wijzigingen in de waterloop of zijn omgeving door te rekenen.

### Maatregelen: welke scenario's hebben effect?

Uit de berekeningen van de bestaande toestand is gebleken dat er op meerdere plaatsen overstromingen optreden, maar dat er slechts heel lokaal wateroverlast optreedt ter hoogte van bebouwing en straten. Vermits de wateroverlastproblemen zéér lokaal gesitueerd zijn, is er eveneens eerder naar lokale (en bijgevolg goedkopere) oplossingen voor deze problemen gezocht. De woningen en hoeves kunnen het best tegen wateroverlast beschermd worden door de aanleg van een omwalling rond de te beschermen terreinen. Het water binnen de omwalling kan via een terugslagklep in de omwalling afgevoerd worden. Om de afwatering van hemelwater ook bij zeer hevige regenval en hoge peilen in de Poperingevaart te verzekeren, dient eveneens een pompinstallatie voorzien te worden, zodat in nood het regenwater over de beschermingsdijk kan weggepompt worden.

Voor het verkeer treedt er voornamelijk wateroverlast op aan de Kruisboomstraat, de Hogebrugstraat, de Westvleterenstraat en de Stavelestraat/Eversamstraat. Een mogelijke bescherming tegen wateroverlast zou erin kunnen bestaan om lokaal de wegen op te hogen of langs de weg, aan de stroomopwaartse zijde van de Poperingevaart, een beschermingsmuur te plaatsen, waardoor verhinderd wordt dat het water van de Poperingevaart over het wegdek kan stromen. Bij de eventuele plaatsing van een beschermingsmuur kan er op het wegdek wel plasvorming optreden ter hoogte

van de muur doordat het hemelwater dat valt op het weggedeelte, dat het dichtst bij die muur gelegen is, moeilijker kan afwateren.

Met behulp van het opgebouwde ISIS-model kan de invloed van een dergelijke ingreep op het hydraulisch gedrag van de Poperingevaart eenvoudig nagerekend worden. In het model van de bestaande toestand worden de nodige wijzigingen aangebracht, zodat het model simuleert dat overstromingen over het wegdek van de betreffende straten niet meer mogelijk zijn. De berekeningen tonen aan dat hierdoor het peil van de overstromingen opwaarts van deze straten met 5 à 10 cm zou stijgen.

Tevens kan uit de berekeningen afgeleid worden hoe hoog de eventuele beschermingswallen zouden moeten reiken om bescherming te bieden tegen wateroverlast bij stormen met een retourperiode van 100 jaar.

Peilen van de eventuele ophogingen of de beschermingsconstructies:

- peil van de ophoging of beschermingsmuur ter hoogte van de Kruisboomstraat: 7.40 m TAW
- peil van de ophoging of beschermingsmuur ter hoogte van de Hogebrugstraat: 5.90 m TAW
- peil van de ophoging of beschermingsmuur ter hoogte van de Westvleterenstraat: 5.40 m TAW
- peil beschermingsdam voor de hoeve aan de Kruisboomstraat: 7.40 m TAW
- peil beschermingsdam voor de hoeve halverwege de Kruisboomstraat en de Hogebrugstraat: 6.80 m TAW
- peil beschermingsdam voor de hoeve ter hoogte van de Hogebrugstraat: 5.90 m TAW
- peil beschermingsdam voor de woningen ter hoogte van de Westvleterenstraat: 5.40 m TAW

Links: Bruggen en andere waterbouwkundige constructies belemmeren geweld of ongewild de waterstroming. Zij zijn dan ook belangrijke bouwstenen in het hydraulisch model.

Rechts: De oeverzones en valleigedeeften die bij hoogwater frequent onder water lopen, vormen in feite het winterbed van de waterloop. Dit winterbed wordt - na opmeting van de terreinhoogten - ook ingebouwd in het hydraulisch model.



## 5 Wat brengt de toekomst?

De modelleringsstudie van de Poperingevaart heeft de belangrijkste overstromingszones langs de Poperingevaart gedetecteerd en gekwantificeerd welk risico elk van deze zones hebben om onder water te komen. Ook is de invloed van mogelijke lokale beschermingsmaatregelen op het gedrag van de Poperingevaart geëvalueerd.

Uit de studie is gebleken dat relatief kleine ingrepen de wateroverlast voor de bebouwing en het verkeer drastisch kunnen verminderen. De overige overstromingszones geven minder aanleiding tot wateroverlast. De meer afwaartse zones zijn zelfs natuurlijke overstromingsgebieden van de IJzer en de Poperingevaart.

Op basis van deze studie zullen de verschillende bevoegde waterbeheerders, zoals de afdeling Water, de provincie, de plaatselijke gemeentebesturen en de Zuidijzerpolder, een beslissing nemen omtrent de te nemen maatregelen. In algemene bewoordingen kan gesteld worden dat in het moderne waterbeheer van de waterloopbeheerder nog weinig harde grootschalige waterbouwkundige ingrepen op de onbevaarbare waterlopen verwacht worden.

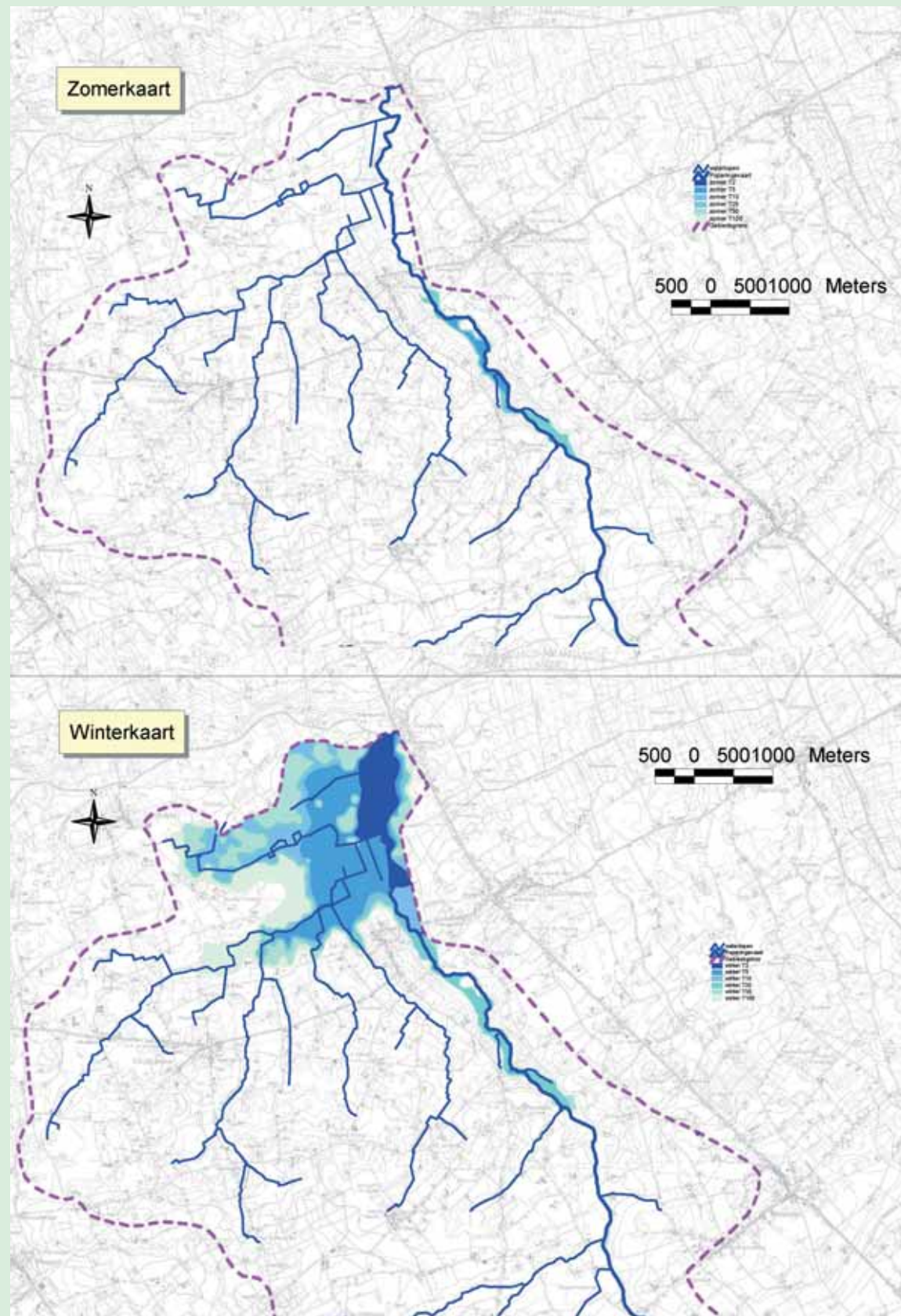
Sleutelbegrippen zijn thans het opnieuw ruimte bieden aan het water en het herwaarderen van de landschappelijk-ecologische waarde. Door behoud en verdere uitbouw van vooral natuurlijke overstromingsgebieden en bufferzones tracht men het overstromingsrisico in bebouwde zones te beperken zonder elders nieuwe problemen te scheppen. Het is dan ook belangrijk dat de lokale besturen en de eigenaars van dergelijke percelen beseffen dat zij een eigen verantwoordelijkheid dragen en dat de natuurlijke overstromingsgebieden in de toekomst onbebouwd moeten gelaten worden, zoniet zal het rivierwater daar en ook elders overstromen met nog grotere schade tot gevolg.

We dienen de nog beschikbare ruimte dus verstandig te gebruiken om extreme afvoeren te bufferen en alle initiatieven achterwege te laten die aanleiding geven tot verhoogde of versnelde afvoer. De aanleg van minder verharde oppervlakten, het scheiden van rioolwater in leidingen en regenwater in open grachten, met insgelijks voldoende bergingscapaciteit, verdient ons aller aandacht. Op die manier komen we tot meer veilige stroomgebieden.

Overstroming op 19 september 2002 aan de Kruisboomstraat, afwaarts kijkend.



Overstromingskaart van het stroomafwaartse stroomgebied van de Poperingevaart voor zomerstormen en winterstormen. De kleuren geven de retourperiode van overstroming aan (van donkerblauw tot lichtgroen voor de retourperiodes van 2 tot 100 jaar).







De Poperingevaart  
ter hoogte van  
het dorpje  
Westvleteren.





Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap  
afdeling Water