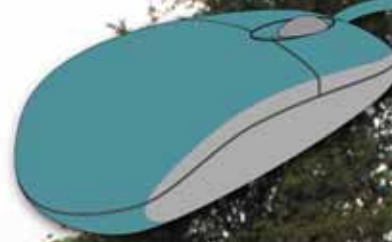


# De LedebEEK

te Lokeren



**Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel**



Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap  
afdeling Water

# De Ledebeek

## afwaterend naar Lokeren

Computermodellering  
als methode,  
hoogwaterbeheer  
als doel

# Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Het stroomgebied van de Ledebek	8
2. Het afstromingsgedrag van de Ledebek	12
3. Ook de waterkwaliteit is belangrijk	16
4. De kracht van modelleringen	18
6. Welke maatregelen hebben effect?	25
7. Wat brengt de toekomst?	28
Achterflap: overzichtskaart van het stroomgebied	

## Samenstelling en eindredactie

Soresma

Britselei 23

B-2000 Antwerpen

Tel: 03-221 55 00 • Fax: 03-221 55 01

E-mail: info@soresma.be

## Redactieadvies

Dirk Verbeelen, Ivo Terrens (AMINAL - afdeling Water)

## Fotografie

Soresma

## Vormgeving

www.tabeoka.be

Cover naar een idee van Lieven Jacobs

Stijl naar een idee van Luk Guillaume

## Depotnummer

D/2003/3241/073

## Verantwoordelijke uitgever

Paul Thomas, afdelingshoofd

AMINAL - afdeling Water

Alhambragebouw

Emile Jacquainlaan 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 Ledebek.

## Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Ledebek 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 Kerkebek, de Mandel, de Molenbek te Wetteren, de Ledebek afwaterend naar Lokeren, de Maarkebek, de Wallebek, de Kalkenvaart, de Benedenvliet, de Benedenschijn, de Mark, de Bollaak, de Kleine Nete en Aa, de Wimp, de Zuunbek, de Winge, de Begijnebek, de Gete en Melsterbek, de Herk, de Voer en de Grote Laakbek.

# 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.



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



## Het stroomgebied van de Ledebeek ter studie

Deze brochure stelt de resultaten voor van één van dergelijke studies, nl. voor het stroomgebied van de Ledebeek, althans het gedeelte dat afwakt naar Lokeren. Het stroomgebied van de Ledebeek vormt een onderdeel van het hydrografisch bekken van de Benedenschelde.

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau Soresma. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de administratie Waterwegen en Zeewezen, de provincie Oost-Vlaanderen, de polder Moervaart en Zuidlede, de lokale gemeenten, de Vlaamse Milieumaatschappij, de NV Aquafin, de administratie van Ruimtelijke Ordening AROHM, het Groen- en Natuurbeschermingscomité Destelbergen, het Algemeen Verbond van Belgische Siertelers, de Bloemisten Destelbergen en Lochristi, 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 Ledebeek 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 Benedenscheldebekken.

**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 watertoevloed (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.*

De verbetering van de waterkwaliteit, waarbij de helderheid van het water opnieuw toeneemt, brengt vaak de verdoken watervervuiling door instroming van nutriënten aan de oppervlakte : overmatige woekering van waterplanten en algen is het resultaat.

## 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 watering en de kwantiteitsaspecten meer in detail uitwerken met het oog op een geïntegreerd beheer van de kleinere waterlopen.

# 1 Het stroomgebied van de Ledebek

Regelmatig wordt Vlaanderen geteisterd door zware regenbuien en steeds meer worden mensen het slachtoffer van wateroverlast. De waterlopen kunnen de grote hoeveelheden water niet meer aan en overstromen. Ook de Ledebek bleef in het verleden niet gespaard. Regelmatig treedt ze op verschillende plaatsen buiten haar oevers. Een uitgebreide studie werd opgezet om de afvoerproblematiek van de Ledebek te onderzoeken en waar mogelijk aan te pakken.

Het gebied dat afwatert naar de Ledebek wordt het stroomgebied van de Ledebek genoemd. Opmerkelijk is wel dat de huidige Ledebek naar twee kanten afwatert, enerzijds naar de Durme in Lokeren, anderzijds naar de Schelde in Destelbergen. Het omslagpunt of waterscheiding

ligt in de Stationsstraat te Destelbergen. In deze brochure wordt enkel het gedeelte van de Ledebek afwaterend naar Lokeren besproken. Dit stroomgebied is ongeveer 5.200 ha groot. Het stroomgebied is gelegen in de Vlaamse val-

## De indeling van de waterlopen in categorieën

In Vlaanderen zijn de bevoegdheden en het beheer van de waterlopen verdeeld over meerdere instanties. Zij hangen - voor de onbevaarbare waterlopen - af van de categorie. De indeling in categorieën gebeurt in zekere zin in verhouding tot de oppervlakte van het gebied dat afwatert naar de desbetreffende waterloop. Voor elke categorie zijn andere instanties bevoegd. De taak van deze waterbeheerders bestaat hoofdzakelijk uit het verzekeren van de afvoer, het regelen van de waterpeilen, het aanleggen en onderhouden van de waterlopen, pompinstallaties en kunstwerken, zoals schotten, slui-

zen, schuiven, stuwen en dijken. Wanneer er een Polderbestuur of Watering bestaat in een stroomgebied, nemen zij het beheer van de waterlopen van tweede en derde categorie over van de provincie- en gemeentebesturen. Het stroomgebied van de Ledebek maakt deel uit van de Polder van Moervaart en Zuidlede. Tot 1993 nam dit Polderbestuur het beheer waar van de Ledebek en haar zijwaterlopen. Sinds 1993 is de Ledebek geklasseerd als een onbevaarbare waterloop van eerste categorie en werd het beheer van de Ledebek overgedragen naar het Vlaamse Gewest, afdeling Water.

Waterloop	Bevoegde instantie
Bevaarbare waterlopen (wettelijk vastgelegd)	Vlaams Gewest, Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ)
Onbevaarbare waterlopen van eerste categorie (stroomgebied groter dan 5.000 ha)	Vlaams Gewest, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL), Afdeling Water
Onbevaarbare waterlopen van tweede categorie (gemeente-overschrijdend stroomgebied)	Provinciebestuur, tenzij Polder of Watering
Onbevaarbare waterlopen van derde categorie (stroomgebied groter dan 100 ha en binnen dezelfde gemeente)	Gemeente, tenzij Polder of Watering
Niet-geklasseerde waterloop (stroomgebied kleiner dan 100 ha)	Aangelanden (boordegenaars), tenzij Polder of Watering

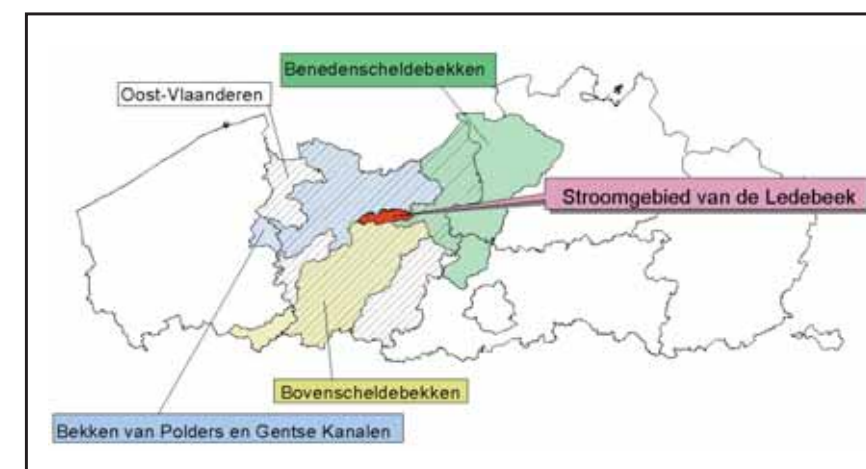


lei en is zeer vlak. Het situeert zich vrij centraal in de provincie Oost-Vlaanderen en strekt zich uit over grote delen van Lochristi en Lokeren. De Ledebek maakt via de Durme deel uit van het bekken van de Beneden-Schelde.

## Bodem en ondergrond

Om te begrijpen wat er met het water gebeurt in het stroomgebied van de Ledebek, is het belangrijk een idee te hebben van de eigenschappen van de ondergrond. Niet alle regen komt immers onmiddellijk in de Ledebek terecht. Een deel dringt in de bodem en zoekt daar zijn weg naar de diepere grondlagen, tertiaire lagen genoemd. Daarmee wordt verwezen

naar de tertiaire tijdsperiode. Dit is de periode van 65 miljoen jaar tot 2 miljoen jaar geleden. Toen heeft het huidige landschap in de streek zich gevormd door de afzetting van gronddeeltjes, door overstromingen vanuit de toenmalige zee. Iedere tertiaire laag is opgebouwd uit andere gesteenten en heeft daardoor ook andere eigenschappen. Belangrijk voor het water is dat de éne laag het water beter doorlaat dan de andere. In het stroomgebied van de Ledebek bestaat de ondergrond uit een afwisseling van goede en slecht doorlatende lagen. De bovenste tertiaire laag laat het water slecht tot zeer slecht door (Formatie van het Meetjesland). Daaronder bevindt zich een watervoerend pakket (bestaan-



De Ledebek werd in het verleden regelmatig getroffen door hevige regenbuien met soms zware overstromingen tot gevolg.

De Ledebek maakt deel uit van het Beneden-Scheldebekken. Een detailkaart van het stroomgebied is te vinden op de achterflap.



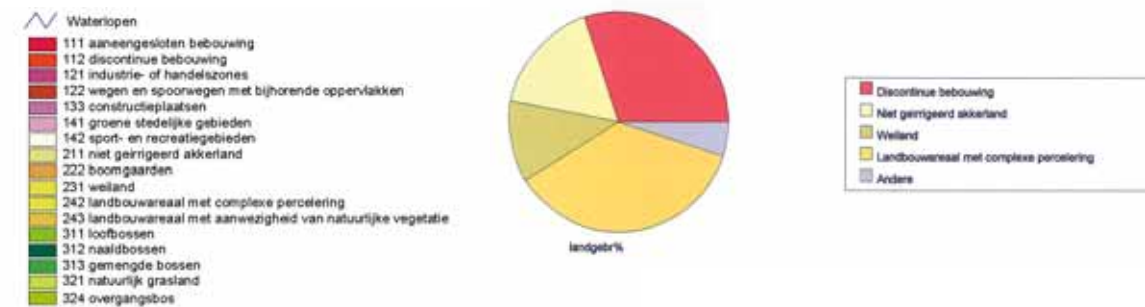
De Ledebeek mondt uit in de Durme.

de uit de Formaties van Lede, Knesselare en Mont-Panisel). Onder deze goed doorlatende lagen botst het water op de Formatie van Ieper, een kleilaag die bijna geen water doorlaat.

Bovenop de tertiaire lagen vindt men in het gebied de zogenoemde kwartaire dekzanden. Deze zijn later afgezet en vormen de bodem waarop wij lopen en die landbouwers bewerken. In het stroomgebied van de Ledebeek bestaat de bodem voornamelijk uit zandgronden en lemige zandgronden. In het stroomgebied van de Ledebeek vormen deze kwartaire afzettingen de belangrijkste watervoerende laag. Over het algemeen gaat het dus om eerder natte gronden, met uitzondering van het centrum van Beervelde en omgeving.

### Landgebruik

Zeker zo belangrijk als de eigenschappen van de bodem en de ondergrond, is het landgebruik. Op de plaatsen waar de natuurlijke bodem bedekt wordt met straten, huizen en verharde opritten, kan het water niet meer in de ondergrond dringen. Het kan alleen bovengronds afstromen naar de laagstgelegen punten, waar het doorgaans opgevangen wordt in rioleringen of ingebuisde beken. Deze doen dienst als een autosnelweg voor het water richting hoofdwaterloop.



Het landgebruik in het stroomgebied van de Ledebeek.

In sterk verstedelijkte gebieden wordt het water bij hevige regen in een mum van tijd naar de hoofdwaterlopen afgevoerd. Die kunnen de plotse en grote hoeveelheden toestromend water niet meer binnen hun bedding afvoeren. De waterlopen overstromen en de valleien komen blank te staan. In het stroomgebied van

de Ledebeek wordt ongeveer een derde van de oppervlakte van het stroomgebied ingenomen door niet-aaneengesloten bebouwing. Het landgebruik op de resterende oppervlakte bestaat voornamelijk uit akkerland en weilanden.

De opbouw van de ondergrond in het stroomgebied van de Ledebeek.

CHRONO-STRATIGAFIE	FORMATIE	LID	LITHOLOGIE	HYDROGEOLOGIE
QUARTAIR				
HOLOCEN				
TERTIAR	Formatie van Maldegem	Lid van Zomergem	klei	Zeer slecht doorlatend
		Lid van Onderdale	zand	Weinig doorlatend
		Lid van Ursel	klei	Zeer slecht doorlatend
		Lid van Asse	klei	Zeer slecht doorlatend
EOCEEN	Formatie van Lede		zand	Goed doorlatend
	Formatie van Aalter	Lid van Oedelem	zand	Goed doorlatend
	Formatie van Gent	Lid van Vlierzele	zand	Goed doorlatend



Een groot deel van het stroomgebied van de Ledebeek wordt gebruikt als akkerland en weiland.

## 2 Het afstromingsgedrag van de Ledebek

In het verleden heeft de mens herhaaldelijk gepoogd om in het natuurlijk afstromingsgedrag van waterlopen in te grijpen. Door de jaren heen werden allerlei constructies in de waterlopen geplaatst, die hem in staat moesten stellen de afvoeren en waterpeilen te beheersen in perioden van zowel wateroverlast als droogte. Tot zulke constructies, ook wel kunstwerken genoemd, behoren onder meer watermolens, stuwen, en pomp-gemalen.

De Ledebek is een laaglandbeek. Ze is van nature ondiep ingesneden, heeft een klein verval en een geringe stroomsnelheid. De waterlopen worden er gevoed door oppervlakkig kwelwater en groeien via een aantal kleine sloten samen tot grotere grachten, die de hoofdwaterlopen voeden. De waterlopen stromen in een zandige vlakte, wat van nature aanleiding zou moeten geven tot vrij meanderende waterlopen. Door tal van menselijke ingrepen komt er echter niet veel meandering meer voor in het stroomgebied van de Ledebek.

Het zeer vlakke reliëf heeft geleid tot het voorkomen van vermazingen. Het water kan hier kiezen naar welke kant het op gaat. Het water dat op de verharde oppervlakken (zoals daken en straten) terecht komt, wordt opgevangen in de rioleringsbuizen en bereikt de waterlopen via lozingspunten en/of overstorten.

De oudste kaarten waarop de waterlopen van Vlaanderen teruggevonden kunnen worden, zijn door graaf de Ferraris getekend. Jarenlang - van 1771 tot 1778 - doorkruiste hij met pen en

De Ledebek ter hoogte van de Leedamdreef op 26 juli 2000.



In het begin van de jaren 1950 werd een afleiding van de Ledebek gemaakt. De oevers werden voorzien van een betonbekleding.

papier het Vlaamse land en tekende hij de ligging van waterlopen, molens, bossen, huizen, weilanden en akkers op. Tegenwoordig worden kaarten gemaakt met behulp van computers en luchtfoto's. Ten tijde van de Ferraris mondde de Ledebek uit in de Durme ten noordwesten van het centrum van Lokeren. De bron van de Ledebek is op de Ferrariskaart moeilijk terug te vinden. Mogelijk vond zij haar oorsprong in één van de bossen ten noorden van Destelbergen. Op de Vandermaelenkaarten (daterend van 1865) is een duidelijke waterlijn weergegeven tussen Destelbergen en Lokeren. Wanneer de stromingsrichting in beschouwing wordt genomen, blijkt dat het hier gaat om twee waterlopen: één die uitmondt in de Schelde, en één die uitmondt in de Durme. De scheiding tussen de twee situeerde zich vermoedelijk ten zuiden van Zeveneken-Dorp. In de huidige toestand bevindt deze scheiding zich in de Stationsstraat te

Destelbergen. Dit betekent dat de afstromingsrichting van het traject tussen Destelbergen en Zeveneken in de loop van de geschiedenis veranderd is.

### Overstromingen in het stroomgebied van de Ledebek

De mens komt steeds vaker in aanraking met overstromingen. Veelal hoort men zeggen dat het veranderende klimaat hiervan de oorzaak is. De steeds frequenter voorkomende stormen en hoge neerslaghoeveelheden verklaren een deel, maar niet alles. Door de verstedelijking van de omgeving en het verharden van zeer grote oppervlakten, wordt het regenwater onmiddellijk opgevangen in een rioleringsstelsel. Rioleringsstelsels worden niet berekend noch gebouwd voor afvoer van grote hoeveelheden hemelwater. Getracht wordt dit extra water zo



In 1950 werd een eerste pompge-  
maal gebouwd.  
Einde jaren 1960  
werd een tweede  
pompge-  
maal gebouwd.



vlug mogelijk naar de rivieren over te storten. De indringing van het regenwater in de ondergrond wordt ook sterk verminderd, zodat de ondergrond haar bufferende werking niet kan vervullen. Daarnaast wordt men geconfronteerd met een toenemende mate van bebouwing vlakbij de waterlopen, tot in de natuurlijke overstromingsgebieden. Hierdoor neemt de potentiële schade ten gevolge van een overstroming toe. Deze factoren spelen ongetwijfeld ook een belangrijke rol in het stroomgebied van de Ledebeek.

Daarbij komt nog dat de Ledebeek een zeer flauwe helling heeft en een onregelmatig lengteprofiel opwaarts Oudenbos. De stromingsrichting van een groot deel van de waterloop is zelfs meermaals in de geschiedenis gewijzigd en het water moet plaatselijk tegenhellingen overbruggen.

Aanvankelijk voerde de Ledebeek op een natuurlijke manier af in de Durme. Ten gevolge van de afdamming van de Durme in Lokeren in 1955 - opwaarts van de monding van de Ledebeek - en de daarmee gepaard gaande voortschrijdende verzanding, werd een stijging van de gemiddelde waterstanden op de Durme vastgesteld. Er vonden overstromingen plaats van de oude vismijn en de Durmelaan. In het begin van de jaren '50 werd een afleiding gemaakt van de Ledebeek. Hierbij werden de oevers voorzien van een betonbekleding. In 1955 werd een eerste pompge-  
maal gebouwd met een capaciteit van 2,5 m<sup>3</sup>/s, om de Ledebeek te kunnen overpompen bij hoge peilen in de Durme. Ook de Beerbakbeek werd ten

tijde van de bouw van dit eerste pompge-  
maal rechtgetrokken. De combinatie van de verdere verzanding van de Durme en de groeiende urbanisatie veroorzaakte halweg de jaren '60 opnieuw overstromingen. Eind de jaren '60 werd een tweede pompge-  
maal gebouwd, opnieuw met een capaciteit van 2,5 m<sup>3</sup>/s zodat het bestaande pompvermogen verdubbeld werd. Zeer recent werd een nieuw vijzelge-  
maal in werking gesteld ter vervanging van beide oude pompgemalen. Dit vijzelge-  
maal heeft een maximale capaciteit van 10 m<sup>3</sup>/s. Omwille van het vlakke karakter van het gebied speelt de werking van het pompstation te Lokeren niet alleen voor de waterafvoer van het uiterst stroomafwaartse gedeelte een belangrijke rol. Ook verder stroomopwaarts mag de invloed niet onderschat worden. Niettemin werd de voorbije jaren zowel uiterst stroomopwaarts als uiterst stroomafwaarts, als in het midden van het stroomgebied, frequent wateroverlast gemeld.



De Beerbakbeek,  
een zijloop van de  
Ledebeek te  
Lokeren.



Het nieuwe vijzel-  
ge-  
maal werd in  
2001 in werking  
gesteld ter vervan-  
ging van beide  
oude gemalen.

### 3 Ook de waterkwaliteit is belangrijk

De hoofdfunctie van de meeste waterlopen is de afvoer van water. De grotere waterlopen zorgen voor de afwatering (doorvoer van water), de kleinere voor de ontwatering (lokale afvoer en drainage). De meeste waterlopen hebben ook een aantal nevenfuncties. Waterlopen zijn belangrijke dragers van het landschap. Zij hebben een belangrijke ecologische functie: in en rond de waterlopen komen planten en dieren voor die zonder de waterloop niet kunnen overleven. Waterlopen beschikken over een bepaald zelfreinigend vermogen zodat een natuurlijk evenwicht in stand wordt gehouden. Sommige waterlopen hebben ook een recreatieve functie (watersport, visserij).

In het verleden is maar al te vaak aan de waterlopen gewerkt zonder zich de impact ervan op de nevenfuncties van de waterlopen te realiseren. Vandaag wordt gewerkt volgens de krachtlijnen van een integraal waterbeheer. Dit denkt niet alleen in kwantitatieve termen van volumes, debieten en waterstanden. Een integraal waterbeheer heeft ook oog voor de waterkwaliteit, de ecologische, landschappelijke en recreatieve functies van de waterloop.

Een slechte waterkwaliteit heeft belangrijke gevolgen voor het dagelijks beheer van de waterlopen. In het water opgeloste stoffen binden zich aan bodemdeeltjes en vormen het zogenaamde slib. Op plaatsen waar men genoodzaakt is om de slibbodem van de waterloop te ruimen, brengt de verontreiniging van het slib tal van logistieke en financiële problemen met zich mee. In de waterloop zelf heeft sterke verontreiniging aantasting van het natuurlijke biotoop tot gevolg. Wijzigingen in de plantengroei – overheersing van sommige soorten, verschraling of algehele verdwijning van de begroeiing – beïnvloeden onvermijdelijk ook de stromingskarakteristieken van de waterloop.

Na een hoogwater blijft het eventueel verontreinigde water en slib achter in de overstromde gebieden. Indien de verontreiniging sterk is,

beperkt het in grote mate de ontwikkeling van plantengemeenschappen of landbouwgewassen. Bij een goede waterkwaliteit hebben overstromingen een positief effect op zowel natuur als landbouw. In de natuur versterkt het de dynamiek en daarmee de verscheidenheid van flora en fauna. Op de landbouwgronden kunnen zich vruchtbare lagen afzetten.

Daarnaast is ook een goede structuur van de waterloop van belang. Een goede structuur kenmerkt zich door de aanwezigheid van meanders en de afwisseling van diepe en ondiepe plaatsen. Deze kenmerken bepalen niet alleen het uitzicht van een natuurlijke beek maar zijn ook van levensbelang voor dieren en planten in de beek zelf én in haar omgeving.

In het Besluit van de Vlaamse regering van 21 oktober 1987 werd de bestemming van een aantal waterlopen vastgelegd. Alle waterlopen in het stroomgebied van de Ledebek moeten een basiswaterkwaliteit hebben. Dit wil zeggen dat de kwaliteit zodanig moet zijn dat de normale evenwichtige ontwikkeling van het biologisch leven hersteld wordt of, waar aanwezig, behouden blijft.

#### De meting van de waterkwaliteit in beken en rivieren

Op verschillende lokaties in het stroomgebied wordt de waterkwaliteit jaarlijks meerdere malen gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Men bepaalt de waterkwaliteit aan de hand van twee indexen, de Belgische Biotische index (BBI), die de biologische waterkwaliteit bepaalt, en de Prati-index, die de fysisch-chemische kwaliteit bepaalt. De Belgische Biotische Index steunt op de aan- of afwezigheid van een reeks van ongewervelde waterdieren. De Prati-index bepaalt het percentage opgeloste zuurstof in het water. Terwijl de fysisch-chemische index slechts een momentopname is, geeft de biotische index een aanduiding van de effecten van vervuiling over langere termijn. Na een zware kortstondige lozing van verontreinigende stoffen kan het zuurstofgehalte zich immers reeds hersteld hebben maar de populatie waterdieren nog lang niet.



In het stroomgebied van de Ledebek is het water op alle meetpunten fysisch-chemisch verontreinigd. De Belgische Biotische Index geeft een zeer slechte waterkwaliteit aan opwaarts de monding van de Scherpeleibek. Verder afwaarts in Lokeren is de kwaliteit matig en nog verder afwaarts, net voor de monding in de Durme, is de waterkwaliteit slecht. De basiswaterkwaliteit wordt dus nog niet gehaald. Een uitzondering vormt de Pierwandsbek met een goede kwaliteit.

De lozingen van huishoudelijk afvalwater op de Ledebek beïnvloeden de waterkwaliteit in negatieve zin. Er wordt gestreefd om in de toekomst zoveel mogelijk te werken volgens een gescheiden rioleringsstelsel. Daarbij wordt het regenwater dat afstroomt van daken en straten in een aparte regenwaterleiding afgevoerd naar de waterlopen, terwijl het vuile water eerst naar de waterzuiveringsinstallatie wordt gebracht en pas na zuivering in het oppervlaktewater geloosd wordt. In het stroomgebied van de Ledebek bevindt zich een rioolwaterzuiveringsinstallatie in Lokeren ter hoogte van de monding van de Ledebek in de Durme. De meeste bedrijven in het stroomgebied van de Ledebek lozen hun afvalwater via deze zuiveringsinstallatie op de Durme. Bij overbelasting van het zuiveringsstation is de mogelijkheid tot overstorting in de Ledebek voorzien.

Effluent-lozing van het zuiveringsstation in de Durme.



# De kracht van modelleringen

Vroeger lag de oplossing van allerlei vraagstukken omtrent het beheer van waterlopen in de uitvoering van een aantal berekeningen met de hand en veel was gebaseerd op het inzicht van de ingenieur ter plekke. De impact van bepaalde maatregelen kon meestal pas beoordeeld worden nadat de werken voltooid waren. Computermodellen zijn een ideaal instrument om de complexe processen, die een rol spelen bij de waterafvoer, na te bootsen en de effecten van bepaalde maatregelen te voorspellen en te vergelijken.

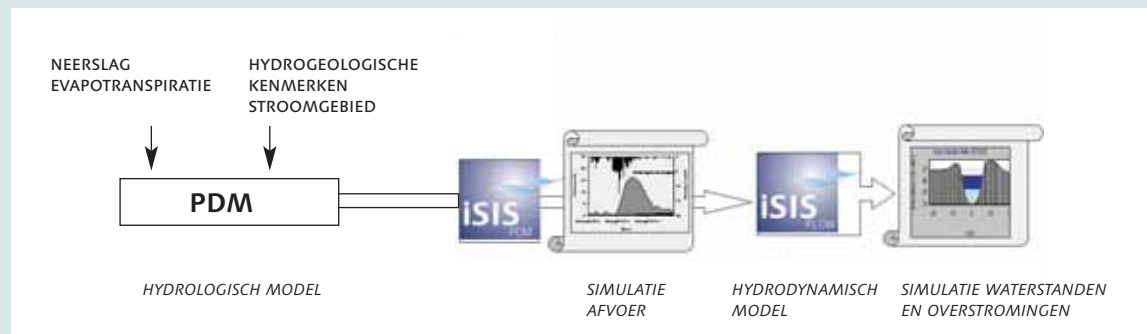
## Hoe en waarom modelleren ?

De computermodellering van een stroomgebied begint met de opbouw van een model, dat de bestaande situatie zo goed mogelijk nabootst of simuleert. Deze modelopbouw gebeurt in twee stappen: eerst wordt gekeken hoeveel neerslag (regen of sneeuw) er op het gebied valt dat afwatert naar de waterloop. Daaruit wordt berekend hoeveel water er in de waterloop stroomt vanuit de verschillende zijbeken. Deze hoeveelheid water wordt het debiet of de afvoer van de zijlopen naar de hoofdwaterloop genoemd. Debieten worden meestal uitgedrukt in kubieke meter water per seconde (m<sup>3</sup>/s). De omzetting van neerslag naar deze inloopdebieten wordt nagebootst met een zogenaamd neerslag-afvoermodel. De tweede stap is de gedetailleerde berekening van waterstanden in en overstromingen langs de hoofdwaterloop, vertrekkend vanuit de kennis van alle debieten die over de ganse lengte van de hoofdwaterloop verspreid in die waterloop instromen. Dit wordt gedaan met een hydraulisch model,

enerzijds een ondersteuning betekenen bij beslissingen omtrent bijvoorbeeld de verzekering van woningen tegen wateroverlast of de inplanting van nieuwe woonwijken. Anderzijds worden zij gebruikt als uitgangspunt bij het detecteren van de knelpunten in een stroomgebied en het formuleren van oplossingen hiervoor.

Bij het aandragen van oplossingen moeten keuzes gemaakt worden. Die keuzes zijn onder meer gebaseerd op de doeltreffendheid en de kosten van de maatregelen in relatie tot de schade en de maatschappelijke aanvaarding van de maatregelen. Het opgebouwde computermodel stelt ons in staat om de doeltreffendheid van de maatregelen te voorspellen: welke invloed op waterstanden en overstromingszones hebben bepaalde ingrepen zoals de verbreding van een waterloop, de inplanting van een wachtbekken, de inrichting van natuurvriendelijke oevers? Men is aldus

De modellering van een waterloop gebeurt in twee grote stappen: een neerslag-afvoermodellering en een hydraulische modellering.



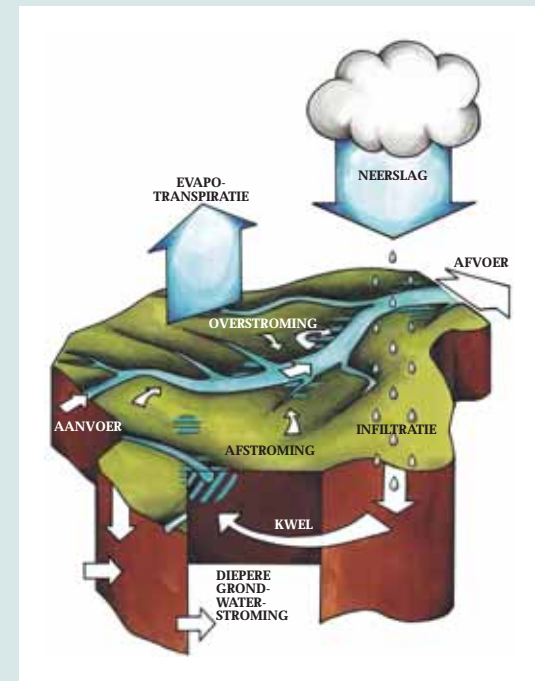
ook hydrodynamisch model genoemd omdat deze berekeningen niet voor één ogenblik of tijdstap gebeuren maar continu gedurende langere perioden, bijvoorbeeld enkele dagen.

Van zodra het model de bestaande situatie goed benadert, is het klaar om in te schatten hoe dikwijls hoge waterafvoeren zich voordoen en welke gevolgen dit heeft voor de waterstand in de waterloop en de overstroming van de vallei. In deze fase wordt met andere woorden het overstromingsrisico van de waterloop en de valleigebieden in beeld gebracht. Het resultaat is een overstromingskaart waarop gebieden zijn ingekleurd volgens de frequentie waarmee zij in de bestaande situatie overstromen. Deze kaarten kunnen in de toekomst

in staat om de effecten van verschillende maatregelen te begroten, te vergelijken met mekaar en met de bestaande situatie, om uiteindelijk de meest geschikte oplossing af te leiden.

## 1. Van neerslag naar afvoer

Niet alle regen die op een gebied valt, zal de waterloop bereiken. Een groot gedeelte van de regen komt door evapotranspiratie opnieuw in de lucht terecht. Evapotranspiratie is een verzamelnaam voor evaporatie (verdamping van water op de bladeren van bomen en planten en van op de bodem) en transpiratie (uitademing door planten en bomen van water dat de wortels uit de bodem hebben opgenomen). Daarnaast vult het water dat in de bodem dringt, gedeeltelijk de diepere



grondwatervoorraden aan (infiltratie). De rest vindt zijn weg door de bovenste grondlagen naar de waterloop. Als het veel en/of hard regent, geraakt de grond verzadigd en stroomt het regenwater over het land rechtstreeks naar de waterloop. We noemen dit oppervlakkige afstroming. Op sommige plaatsen kan het grondwater zijn weg onder de grond niet verder zetten, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van slecht-doorlatende lagen in de bodem. Het grondwater kan dan eerder horizontaal afstromen en in laagten of bronnen als oppervlaktewater terug boven de grond uitkomen. Dit verschijnsel wordt kwel genoemd.

De verdeling van het hemelwater over de verschillende waterstromen, en de tijd die het water nodig heeft om de verschillende wegen van deze waterstromen af te leggen, wordt bepaald door de eigenschappen van het stroomgebied, zoals het reliëf, het landgebruik en de bodemkenmerken. In een zeer vlak gebied zal het langer duren vooraleer het oppervlakkig afstromend water de hoofdwaterloop bereikt, dan in een sterk hellend gebied. In sterk verstedelijkte gebieden, waar het regenwater door bebouwing en bestrating de kans niet krijgt om in de bodem te dringen, zal veel meer water op korte tijd de waterloop bereiken dan in een landelijk gebied. In landelijke gebieden zorgen infiltratie en ondiepe grondwaterstroming voor een vertraging van de waterafvoer naar de waterloop. Een zandige bodem is daarenboven veel doorlatender dan een kleiige bodem. Bij langdurige regen zal bijgevolg een groter volume water kunnen infiltreren in een zandige bodem. Bij de kleiige bodem zal het maximale bergingsvolume van de bodem veel sneller verzadigd worden. Het regenwater heeft dan geen andere keus meer dan oppervlakkig plassen te vormen of rechtstreeks af te stromen naar de rivier.

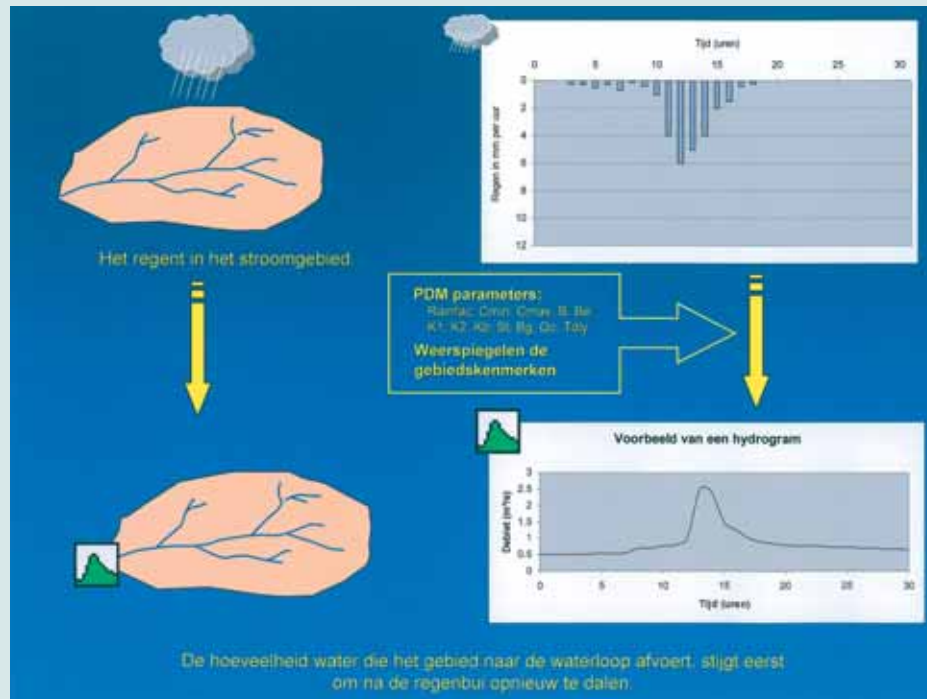
Een neerslag-afvoermodel probeert via wiskundige vergelijkingen de natuurlijke processen na te bootsen van regenval die de rivieren voedt. Voor de Ledebeek werd gebruik gemaakt van de Engelse software PDM. In essentie laat een dergelijk model de oppervlakkig afstromende neerslag door een aantal opeenvolgende 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 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.

Omdat het model voor verschillende waterlopen kan gebruikt worden, moeten de eigenschappen van het bestudeerde stroomgebied ingevoerd worden in de computer. Dit gebeurt door een waarde te geven aan allerlei zogenaamde 'parameters' van het model. Voor een verstedelijkt gebied met veel verharde wegen en huizen zullen voor de verschillende parameters andere getallen ingevuld worden dan voor een landelijk gebied. Eén van de moeilijkheden hierbij is, dat niet alle gebiedskenmerken exact in cijfers gekend zijn voor een volledig stroomgebied. Denk bijvoorbeeld maar aan het maximale volume water dat onder de grond opgeslagen kan worden. Of de hoeveelheid water die door de planten en bomen opgenomen wordt.

Om te controleren of de parameters goed ingevuld zijn, is het belangrijk dat er een vergelijking gebeurt van hetgeen in het model berekend wordt, met hetgeen zich werkelijk heeft afgespeeld in het gebied. Het KMI beschikt over weerstations die meten hoeveel regen (of sneeuw) er gevallen is per dag en soms ook per uur. Het HIC (Hydrologisch Informatiecentrum) en de afdeling Water van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap houden gegevens bij over het debiet in hun waterlopen. Wanneer het berekende debiet nog te veel verschilt van het werkelijke debiet, worden de parameters in het model verbeterd. Deze stapsgewijze verbetering van de parameters wordt de afijking of calibratie van het model genoemd. Voor de Ledebeek is er geen langjarige historische debietreeks beschikbaar. Daarom is er gewerkt met debietgegevens van een vergelijkbaar stroomgebied. Daarnaast is er gedurende een meetcampagne van vijf weken neerslag, waterstand en debiet gemeten op verschillende plaatsen in het stroomgebied van de Ledebeek.

Schematische voorstelling van het watersysteem.

De modelleerder stopt een regenbui in het neerslagafvoer-model en zorgt ervoor dat het model de eigenschappen van het gebied leert kennen door een waarde te geven aan de modelparameters. Het model berekent de afvoer in de waterloop.

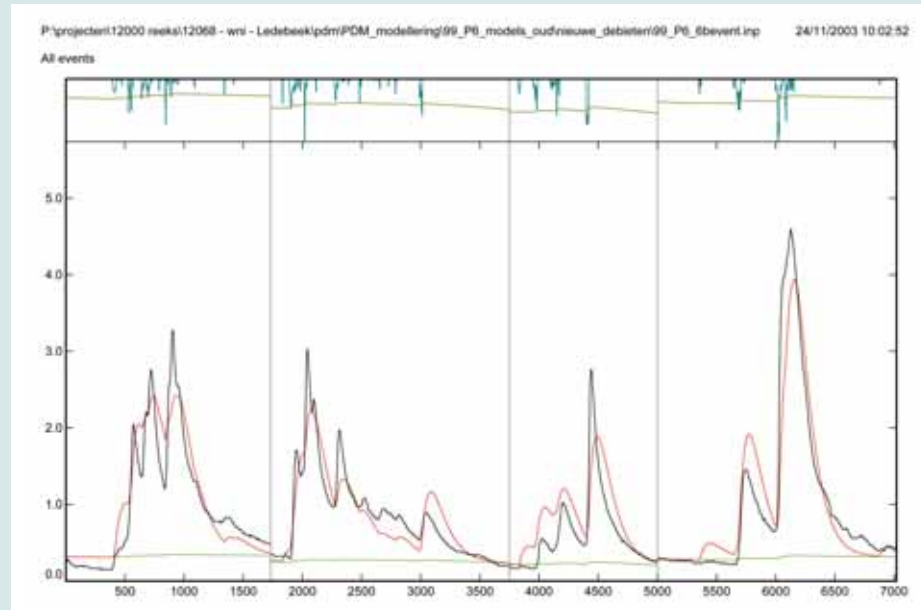


## 2. Van neerslagafvoer naar waterstanden en overstromingen

De omzetting van het toestromend debiet naar waterstanden en debieten in de Ledebeek zelf, en de eventueel daarbij horende overstromingen, gebeurde met het hydraulisch model ISIS FLOW. ISIS bouwt het waterlopenstelsel op uit opeenvolgende segmenten met een bepaalde tussenafstand. Deze segmenten of dwarsprofielen, die de situatie op het terrein nabootsen, kunnen rechtstreeks aan mekaar verbonden worden met knopen. Ook geven de knopen aan of er een kunstwerk aanwezig is, wat zijn afmetingen zijn, en eventueel hoe

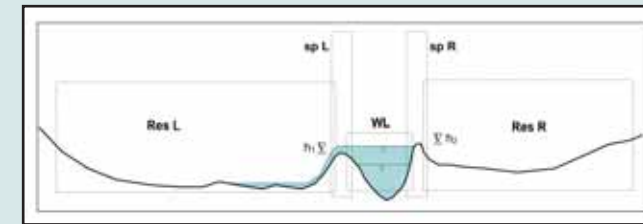
het kunstwerk wordt gestuurd (bvb. opstuwen van water tot een vaste hoogte). Om de berekeningen uit te voeren steunt ISIS op de wiskundige vergelijkingen opgesteld door de Franse onderzoeker de Saint-Venant, die bestaan uit een continuïteitsvergelijking (behoud van massa) en een momentumvergelijking (behoud van beweging). Het afrijken van de parameters in het model gebeurt door de ruwheid van de beekbedding aan te passen (de zogenaamde Manning-coëfficiënt) en de verliescoëfficiënten van de kunstwerken te begroten.

Om te controleren of het neerslagafvoermodel wel goed rekt, wordt de berekende afvoer (rood) vergeleken met de gemeten afvoer (zwart).



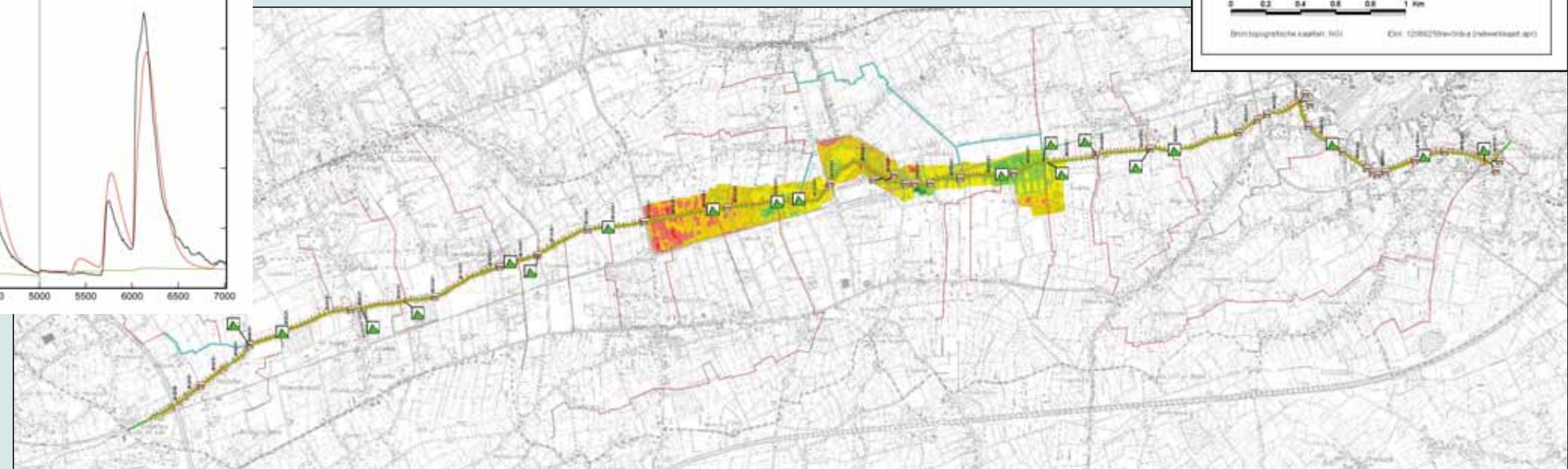
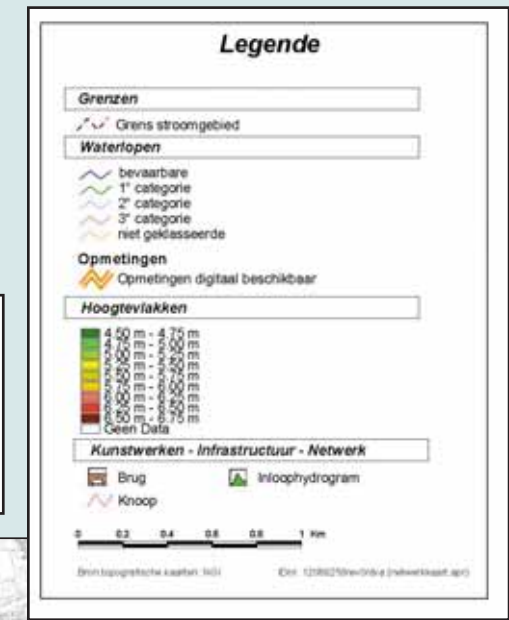
Voor de opbouw van het hydraulisch model is de Ledebeek over haar volledige lengte verdeeld in stukken van maximum 50 meter lang. Voor ieder stuk zijn in het veld de afmetingen van de beekbedding en de oevers door een landmetersploeg opgemeten in de vorm van een dwarsprofiel. Daarnaast zijn ook alle waterbouwkundige kunstwerken zoals bruggen, overwelingen, terugslagkleppen, bodemvallen opgemeten en in het model ingebracht.

Het hydraulisch model moet niet alleen de waterstanden weergeven binnen de oevers van de waterloop maar moet ook overstromingen kunnen berekenen. Daarom worden de valleigebieden in het model nabootst als reservoirs, die gevuld kunnen worden als de Ledebeek buiten haar oevers treedt. De waterloop kan zijdelings overlopen naar deze reservoirs, waar het overstromde volume tijdelijk kan opgeborgen worden en eventueel naar andere reservoirs in de nabijheid kan stromen. De grenzen van de reservoirs zijn afgebakend op basis van de topografische kenmerken (het reliëf) van het gebied. De nauwkeurigheid waarmee de overstromingszones worden afgebakend door het model, wordt bepaald door de kwaliteit van de gegevens over het reliëf in de valleigebieden. In het beste geval is er een nauwkeurige opmeting uitgevoerd van de vallei zodat de hoogte en de ligging van wegen, heuvels en dalen, vijvers en dorpels van huizen, gekend is. Het resultaat van zo'n opmeting noemen we een DTM of Digitaal Terrein Model. Voor de vallei van de Ledebeek is alleen een DTM beschikbaar in de omgeving van Oudenbos. De andere overstromingszones zijn berekend op basis van een ruwe en voorlopige inschatting van het reliëf in de vallei zoals weergegeven op de



bestaande stafkaarten en zijn dus louter indicatief. Zij zijn dus niet geschikt om uitspraken te doen voor individuele percelen. Van zodra het gedetailleerd DTM - opgemaakt via vliegtuiglaserscanning - ter beschikking komt, wordt een nauwkeurigere modellering van deze gebieden gepland.

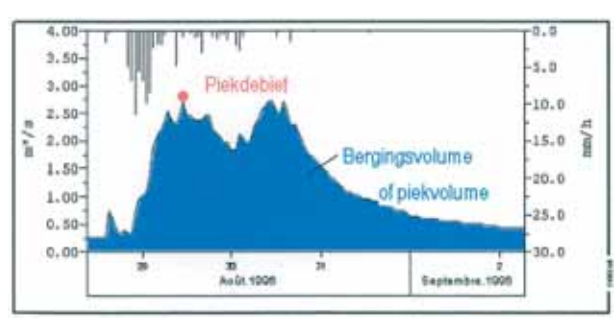
Het opgebouwde model kan pas waterstanden berekenen als het 'gevoed' wordt met water. Uiterst opwaarts en ter hoogte van de monding van de zijwaterlopen worden debieten, inloophydrogrammen genoemd, ingevoerd zoals zij berekend zijn in het neerslagafvoermodel. Moderne computers kunnen de meeste neerslag-afvoermodellen op vrij korte tijd doorrekenen voor zeer lange perioden, bijvoorbeeld voor 100 of 1000 jaar. Een hydrodynamisch model rekent echter veel trager door de loodzware wiskundige vergelijkingen. Het doorrekenen van zeer lange perioden brengt dan te lange wachttijden met zich mee. Daarom wordt zelden de volledige hydrologische afvoer hydraulisch doorgerekend, maar worden uit de lange hydrologische afvoerreeks een aantal stukken geknipt van maximum 15 dagen, die overeenkomen met de meest interessante stormen, die dan doorgerekend worden in het hydraulisch model.



Het hydraulisch model wordt opgebouwd als een ketting van dwarsprofielen en waterbouwkundige infrastructuur. De valleigebieden worden in het model gebracht als reservoirs die gevuld worden wanneer de Ledebeek buiten de oevers treedt. Het hydraulisch model wordt uiterst opwaarts en ter hoogte van de zijwaterlopen gevoed met water vanuit het neerslag-afvoer-model. Het berekent waterstanden en overstromingszones.



Piekdebiet en bergingsvolume (de totale hoeveelheid afgevoerd water) van een storm.



De parameters die in het hydraulisch model moeten ingevuld worden, houden voornamelijk verband met de ruwheid van de beekbedding. Hoe lager de ruwheid, hoe gemakkelijker het water kan afgevoerd worden. Een rechtgetrokken beek met verharde oevers zal het water sneller laten passeren dan een bijna dichtgegroeide beek met veel kronkels. De rechtgetrokken beek zal daarom een lagere ruwheid krijgen. Hetzelfde geldt voor de hindernissen (bruggen, enz.), waar de waterstroom ook belemmerd wordt. De afijking van het hydraulisch model gebeurt door de vergelijking van de berekende met de gemeten waterstanden en door de vergelijking van de berekende en de waargenomen overstromingszones.

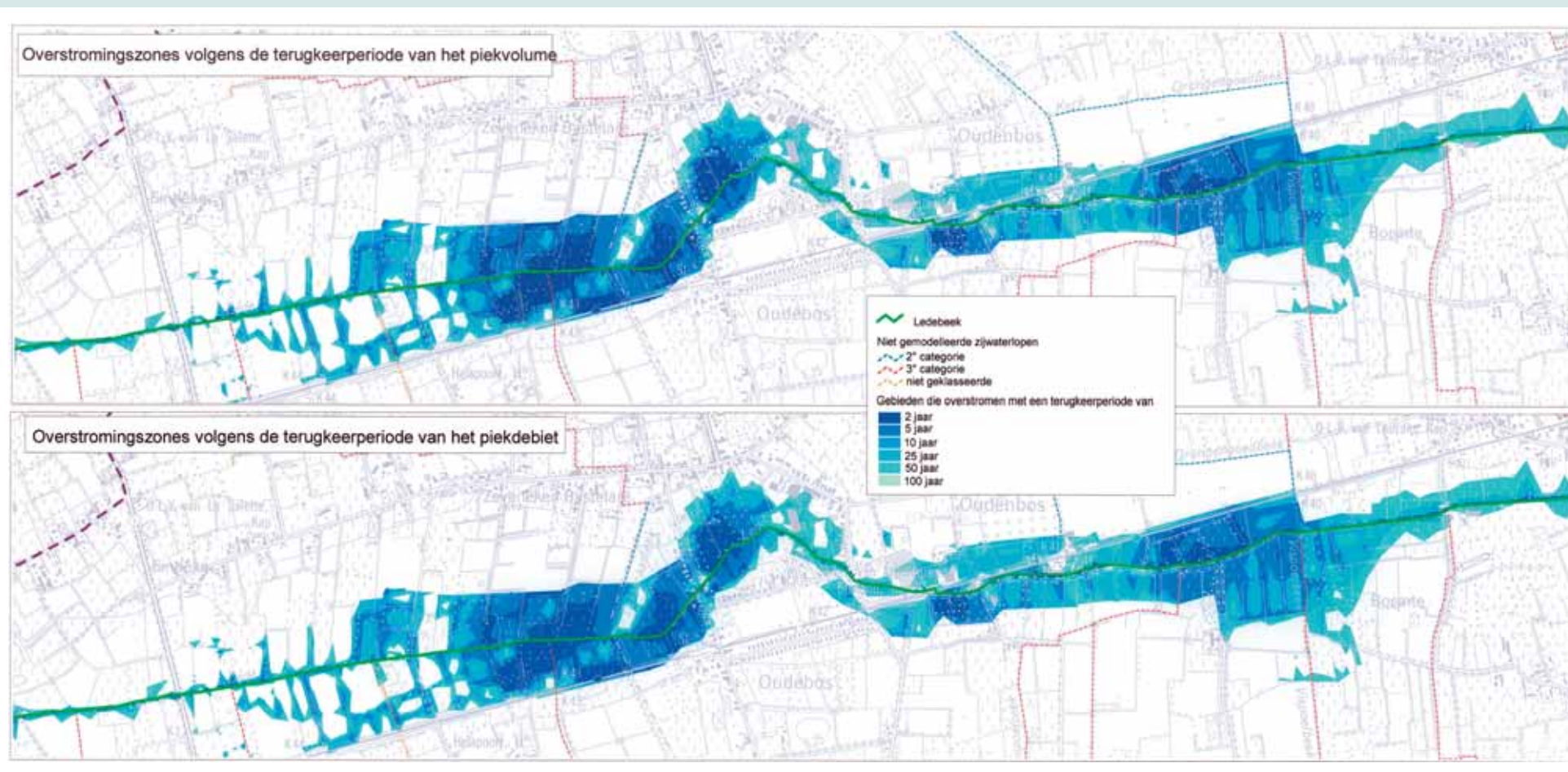
### 3. Bepaling van het overstromingsrisico

Nadat de modellen zijn opgebouwd en men heeft vastgesteld dat de waterlopen correct reageren op enkele echt gebeurde regenbuien, kan nagegaan worden wat er zich eens om de zoveel jaren zou kunnen voordoen. Op die manier kan men zien hoe de Ledebeek reageert op extreme neerslaghoeveelheden. Verder wordt snel duidelijk waar zich de knelpunten voordoen, en welke gebieden in gevaar komen. Een belangrijk element naar het gebruik van de modellen toe in het kader van de afweging schade versus kosten bij overstroming, is de frequentie waarmee het water schade aanricht. Hoe uitzonderlijk waren immers de zware stormen van de voorbije jaren?



Pompboezem in Lokeren ter hoogte van de monding van de Ledebeek in de Durme. Zoals de naam zegt, vooral bedoeld om de werking van het vijzelgemaal te verbeteren: de pompen zullen veel minder moeten aan- en afslaan dan wanneer zij rechtstreeks het sterk fluctuerend debiet van de Ledebeek moeten verpompen. Enkel heel grote pompboezems kunnen ook als wachtbekken werken, waarbij een overmaat aan water een bepaalde tijd kan gestockeerd worden.

Close-up van een vijzel van het nieuwe pompstation op de Ledebeek te Lokeren.



Overstromingskaarten voor de bestaande toestand in de vallei van de Ledebeek.

Daartoe wordt de neerslag die de laatste 100 jaar in Ukkel gevallen is met het neerslag-afvoermodel door-gerekend. Het resultaat is de afvoer naar de Ledebeek over een periode van 100 jaar. Deze afvoer komt niet altijd overeen met wat in werkelijkheid in de Ledebeek is gebeurd want de regen valt in Ukkel niet op hetzelfde moment als over de Ledebeek. De berekende afvoer levert echter wel een goed en realistisch beeld op van hetgeen kan gebeuren en dus van de frequentie waarmee verhoogde debieten zich kunnen voordoen in de Ledebeek. Door een statistische analyse uit te voeren op de berekende afvoeren, kunnen piekdebieten en afstromingsvolumes bepaald worden met verschillende terugkeerperiodes. De terugkeerperiode van een bepaalde piekafvoer verwijst naar de kans dat deze piekafvoer zich kan voordoen. Voor de Ledebeek (uiterst afwaarts) komt een piekdebiet van 7 m<sup>3</sup>/s bijvoorbeeld overeen met een terugkeerperiode van 10 jaar. Dit wil dus zeggen dat er ieder jaar 1 kans op 10 is dat een debiet van 7 m<sup>3</sup>/s aan de monding van de Ledebeek bereikt zal worden, of dat dit debiet zich gemiddeld één keer in de 10 jaar zal voordoen. Dat betekent ook dat het 20 jaar kan duren, of dat het drie jaar achter elkaar gebeurt en dan lange tijd weer niet.

De piekdebieten en de afstromingsvolumes zijn berekend voor terugkeerperiodes van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar. Vervolgens zijn er uit de 100-jarige neerslagreeks 12 stormen gekozen, die de berekende piekdebieten en afstromingsvolumes veroorzaken in de Ledebeek. Sinds de eerste opbouw van het model zijn verschillende werken uitgevoerd op de Ledebeek: het nieuwe vijzelgemaal trad in werking ter vervanging van

de twee oude pompgemalen, een pompboezem werd voorzien in Lokeren ter hoogte van de monding van de Ledebeek in de Durme, en enkele duikers werden reeds vernieuwd. De zogenoemde 'bestaande' toestand die in het model nagebootst werd, was dus intussen al achterhaald. Vooraleer verder te gaan met de berekeningen van het overstromingsrisico in het stroomgebied werd het model daarom geactualiseerd. Het vijzelgemaal heeft in het model een capaciteit van 7 m<sup>3</sup>/s gekregen. In werkelijkheid kan de capaciteit van het gemaal nog opgedreven worden tot 10 m<sup>3</sup>/s, maar dat geldt enkel voor uiterste noodsituaties waarbij ook de reservevijzels meedraaien. De afvoer van deze 12 stormen is doorgerekend in het geactualiseerde hydrodynamisch model en de berekende overstromingszones zijn ingekleurd op overstromingskaarten. Het is duidelijk dat de Ledebeek zowel last heeft van hevige maar kortstondige regenbuien (overstroming volgens piekdebiet) als van langdurige regenval (overstroming volgens piekvolume).

De komst van het nieuwe gemaal heeft in ieder geval een gunstige invloed op het afvoergedrag van de Ledebeek. Dit wordt vooral voelbaar bij zeer hoge piekdebieten. De capaciteit van het vijzelgemaal is immers groter dan dat van de oude pompgemalen samen. Er kan meer water naar de Durme gepompt worden, waardoor de waterstand in de Ledebeek daalt. Deze daling is bij een terugkeerperiode van 50 jaar merkbaar tot aan de duiker van de Volderstraat.

Zicht op de Scherpeleibeek, een zijwaterloop van de Ledebeek.



## 6 Welke maatregelen hebben effect ?

In nauw overleg met het Lokaal Wateroverleg zijn een aantal maatregelen voorgesteld om aan de overstromingsproblematiek te verhelpen. De voorgestelde aanpassingen zijn één voor één aangebracht in het geactualiseerde model van de huidige toestand (dit is met het nieuwe vijzelgemaal en de pompboezem in Lokeren).

### Scenario 3a

#### Vervanging met hoge prioriteit van de duikers afwaarts de Lichtelarestraat

Er is een lijst van duikers opgesteld die dringend aan vernieuwing toe zijn. Men is van plan om de nieuwe duikers met een grotere doorstroomopening te bouwen, omdat er in de huidige toestand opstuwung veroorzaakt wordt door deze duikers. Het gaat om de duiker opwaarts de Pensionaatstraat en de duikers onder de Volderstraat en de Nieuwe Stationsstraat in Lochristi.

Na doorrekening zijn de waterstanden op de trajecten opwaarts de duikeraanpassingen lager dan oorspronkelijk (minder opstuwung). Het water passeert nu gemakkelijker en sneller door de duikers dan voorheen. Bijgevolg wordt het debiet minder tegengehouden. Het maximale debiet is hoger, komt vlugger en is van kortere duur.

Afwaarts de Nieuwe Stationsstraat zijn dan ook zowel het debiet als de waterstanden hoger dan voorheen. Een verhoging van het overstromingsrisico ten gevolge van de hogere afvoeren en waterstanden treedt evenwel niet op. De capaciteit van het vijzelgemaal en de doorvoercapaciteit van het afwaartse deel van de Ledebeek zijn nog steeds toereikend.

De voornaamste scenario's worden kort besproken aan de hand van de berekening van twee stormen: één met een terugkeerperiode van 5 jaar en één met een terugkeerperiode van 50 jaar. Op die manier worden de effecten ingeschat van een hevige maar niet echt uitzonderlijke regenbui, én van een extreem zware regenbui. Voor de interpretatie van de effecten moet niet alleen gekeken worden naar het overstromingsrisico van de Ledebeek zelf, maar ook naar de invloed op het rioleringsstelsel. In Lokeren en ook opwaarts bevinden er zich heel wat overstorten van de riolering op de Ledebeek. Wanneer het waterpeil in de Ledebeek hoger staat dan de drempel van deze overstorten, kunnen de riolen moeilijker of zelfs niet meer lozen in de Ledebeek. In extreme gevallen bevindt de overstortopening zich volledig onder water en komen de riolen onder druk te staan. Putdeksels worden dan omhoog gedruwd en het rioolwater stroomt op straat en desgevallend in de woningen.



In scenario 3a worden drie duikers vernieuwd (hoge prioriteit).

De duiker onder de Volderstraat.

### Scenario 3b

#### Vervanging met lage prioriteit van de duikers afwaarts Lichtelarestraat

Ter vervollediging van het vorige scenario wordt een tweede reeks aanpassingen voorzien voor een drietal duikers, die onvoldoende doorvoercapaciteit lijken te hebben in de huidige toestand. Deze bevinden zich ter hoogte van de Losweg, de Beerveldsebaan en de Karlapperstraat. De effecten zijn analoog aan die van scenario 3a. Opwaarts de Karlapperstraat worden lagere waterstanden berekend omdat de duikers het water niet meer opstuwten. Daardoor bereikt het water het afwaartse traject sneller. In Lokeren worden dan ook hogere waterstanden en debieten berekend. Deze verhoging is echter niet zo groot dat er nu meer overstromingen dreigen in Lokeren.

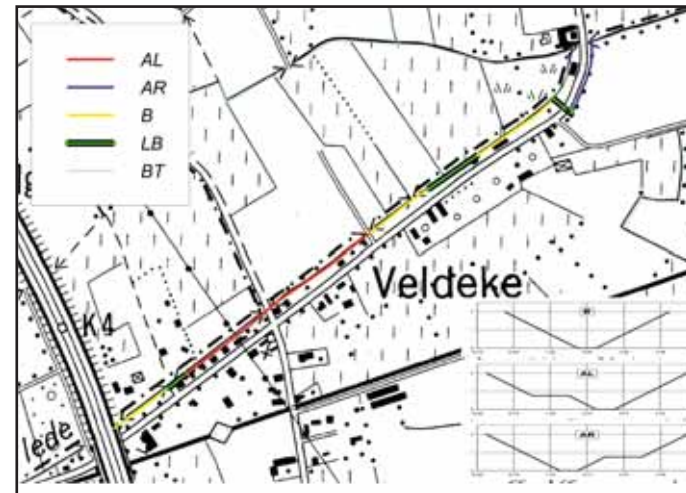
Voor een terugkeerperiode van 50 jaar stijgt de stand van de Ledebek ter hoogte van de gekende overstorten rondom Lokeren in het slechtste geval wel met ongeveer 20 tot 25 cm. Voor kleinere stormen (terugkeerperiode 5 jaar) blijft de verhoging van de waterstand beperkt (minder dan 1 cm). De werking van de overstorten blijft dus gegarandeerd binnen de buistrukturen waarmee riolering gedimensioneerd wordt.

bestaande inbuizing wordt afgeschaft en vervangen door een nieuwe buis van 40 m lang, die dwars onder de Veldekenstraat gaat om vervolgens door middel van een nieuw traject, parallel aan de straat, net afwaarts de dubbele inbuizing onder de Lichtelarestraat uit te monden;

#### • Herprofilering van de waterloop:

Overeenkomstig de uitvoeringsplannen worden er drie dwarsprofieltypen gebruikt voor de verschillende trajecten.

Het model van de bestaande toestand is opgebouwd vanaf de Lichtelarestraat. Voor de berekening van deze ingrepen was het daarom nodig een bijkomend model te maken. Indien de voorgestelde ingrepen uitgevoerd worden, zal dit een belangrijke verlaging van de waterstand teweegbrengen langs het traject R4 - Lichtelarestraat (tot 0,5 meter). De belangrijkste oorzaken van deze verlaging zijn de grotere doorvoercapaciteit van de vernieuwde duikers en van de waterloop. De invloed in de afwaartse gebieden blijft beperkt tot een lichte verhoging en versnelling van de piekafvoeren.



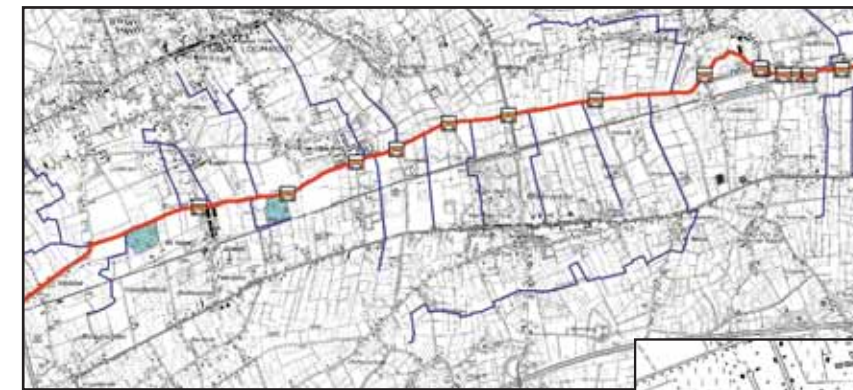
### Scenario 4

#### Verbreding van de Ledebek en aanpassing van het lengteprofiel tussen de R4 en UCO

Deze ingreep werd toegevoegd aan het model van scenario 3b. Daarin werden 6 duikers vergroot. Scenario 4 verbreedt nu bijkomend de waterloop met 50 % én zorgt ervoor dat de bodem van de waterloop en de duikers op mekaar aansluiten zonder tegenhellingen. Het is mogelijk dat de voorgestelde verbreding met 50 % niet overal in het terrein haalbaar zal zijn. Dit scenario moet als een meest optimistische situatie opgevat worden. De verbreding van de dwarssectie brengt een verhoging van de afvoer-

capaciteit van de waterloop met zich mee. Als gevolg hiervan neemt de opstuwung langs het verbrede traject verder af.

Het grootste effect is zichtbaar rondom de Lichtelarestraat waar de maximale waterstand voor een terugkeerperiode van 50 jaar daalt met 23 cm en voor een terugkeerperiode van 5 jaar met 27 cm. Aan het einde van het verbrede traject bedraagt de daling van de maximale waterstand maar enkele centimeters. Langs het niet verbrede traject in het afwaartse deel van de waterloop doet zich voor een terugkeerperiode van 50 jaar een verhoging van de waterstand voor van 10 cm rondom de Karlapperstraat en van 20 cm rondom de Zelebaan. Deze verhogingen kunnen de werking van de overstorten bemoeilijken. Voor een terugkeerperiode van 5 jaar bedraagt de maximale verhoging echter maar 2,5 cm op beide plaatsen.



### Scenario's 5a en 5b

#### Optimalisatie van natuurlijke bergingsmogelijkheden in het stroomgebied

Bovengenoemde maatregelen bewerkstelligen allemaal een versnelling van de afvoer. Het huidige waterbeheer ziet het water liever op een natuurlijke manier geborgen worden in de vallei van de waterloop. In een stroomgebied als de Ledebek kan er heel weinig ruimte beschikbaar gemaakt worden voor de waterloop. Een gebied dat in aanmerking zou kunnen komen, ligt aan de rechteroever te Oudenbos tussen de duiker onder de spoorweg en de Vispoelbeek. Verder is er nagegaan in hoeverre extra berging in enkele bestaande vijvers de overstromingen kunnen verminderen.

De berekeningen van deze scenario's maakten duidelijk dat er weinig gewonnen wordt terwijl her en der mogelijks nieuwe problemen kunnen ontstaan.

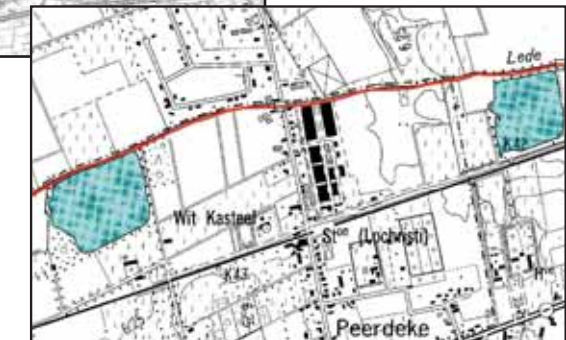
### Scenario 6

#### Verhoging van het aanslagpeil van het vijzelgemaal

Van zodra het waterpeil in de Ledebek 2,75 m TAW bereikt, treedt het vijzelgemaal in de bestaande toestand in werking en wordt het water van de Ledebek in de Durme gepompt. Blijft de waterstand verder stijgen, dan zal het gemaal met een steeds grotere capaciteit pompen tot het water op 3,15 m TAW komt. Dan draait het vijzelgemaal op volle kracht. De bedoeling van dit scenario is na te gaan welke invloed de verhoging van de aan- en afslagpeilen met 25 cm heeft.

Uit de resultaten blijkt dat de berekende waterstanden duidelijk hoger zijn net opwaarts het vijzelgemaal. De verhoging wordt nog gevoeld tot aan de spoorweg en is volledig verdwenen ter hoogte van Oudenbos. De nieuwe sturing van

het vijzelgemaal veroorzaakt geen bijkomende overstromingen tegenover de huidige regeling. De overstorten op de Ledebek in Lokeren zullen door het verhoogde waterpeil wel iets hoger onder druk gezet worden.



Er dienen zich in het stroomgebied niet veel mogelijkheden aan om de problemen op te lossen door de natuurlijke bergingsmogelijkheden zoals bestaande vijvers te optimaliseren.

In scenario 4 wordt het traject tussen de R4 en UCO aangepast.

In scenario 3b worden drie duikers vernieuwd (lage prioriteit).

In scenario 3c (figuur rechts) wordt het traject tussen de R4 en de Lichtelarestraat aangepakt.

### Scenario 3c

#### Herprofilering en vernieuwing duikers over het traject tussen de R4 en de Lichtelarestraat

Er bestaat een dossier voor normalisatiewerken aan de Ledebek vanaf de duiker onder de R4 tot aan de Lichtelarestraat. In dit project wordt de problematiek van de Ledebek aangepakt door een verhoging van de doorvoercapaciteit van de waterloop. De geplande maatregelen houden het volgende in:

- Verbreding van bestaande duikers;
- Heraanleg van de waterloop:

Een traject van ca. 200 m opwaarts de Lichtelarestraat wordt volledig aangepast. De

# 7 Wat brengt de toekomst ?

De verschillende scenario's op de Ledebek werden geëvalueerd en beoordeeld op hun mogelijkheid tot uitvoering. Tijdens het Lokaal Wateroverleg werd een consensus bereikt over een combinatie van maatregelen. Deze ingrepen vormen een streefdoel voor de inrichting van het stroomgebied in de komende jaren en zullen een bescherming bieden tegen de zeer frequente wateroverlast in de huidige toestand.

In een laatste simulatie wordt de gezamenlijke impact bestudeerd van de combinatie van enkele scenario's die afzonderlijk het meest performant blijken te zijn. De gekozen combinatie bestaat uit:

- Scenario 3a: Vergroten secties duikers afwaarts Lichtelarestraat (hoge prioriteit);
- Scenario 3c: Vergroten secties duikers afwaarts Lichtelarestraat (lage prioriteit);
- Scenario 4: Verbreden waterloop en aanpassen lengteprofiel.

Het grootste effect is zichtbaar op het traject tussen de R4 en de Lichtelarestraat. De maximale waterstand daalt er voor een terugkeerperiode van 50 jaar met 75 cm en voor een terugkeerperiode van 5 jaar met 60 cm. Tussen de Lichtelarestraat en de Nieuwe Stationstraat wordt een verlaging van de maximale waterhoogte berekend van 25 cm voor een terugkeerperiode van 50 jaar en 30 cm voor een terugkeerperiode van 5 jaar.

Afwaarts de Nieuwe Stationstraat doet zich een beperkte verhoging van de maximale waterstand voor (tot 5 cm voor een terugkeerperiode van 5 jaar). Voor een terugkeerperiode van 50 jaar wordt de capaciteit van het vijzelgemaal licht overschreden. Daardoor doet zich afwaarts de Stationstraat een stijging van het waterpeil voor tot 40 cm ter hoogte van de Zelebaan. Verder opwaarts, ter hoogte van de Boudewijnlaan en Hillare, is de stijging minder sterk. In praktijk kan in zulke situatie de noodvijzel ingeschakeld worden om eventuele wateroverlast te voorkomen.

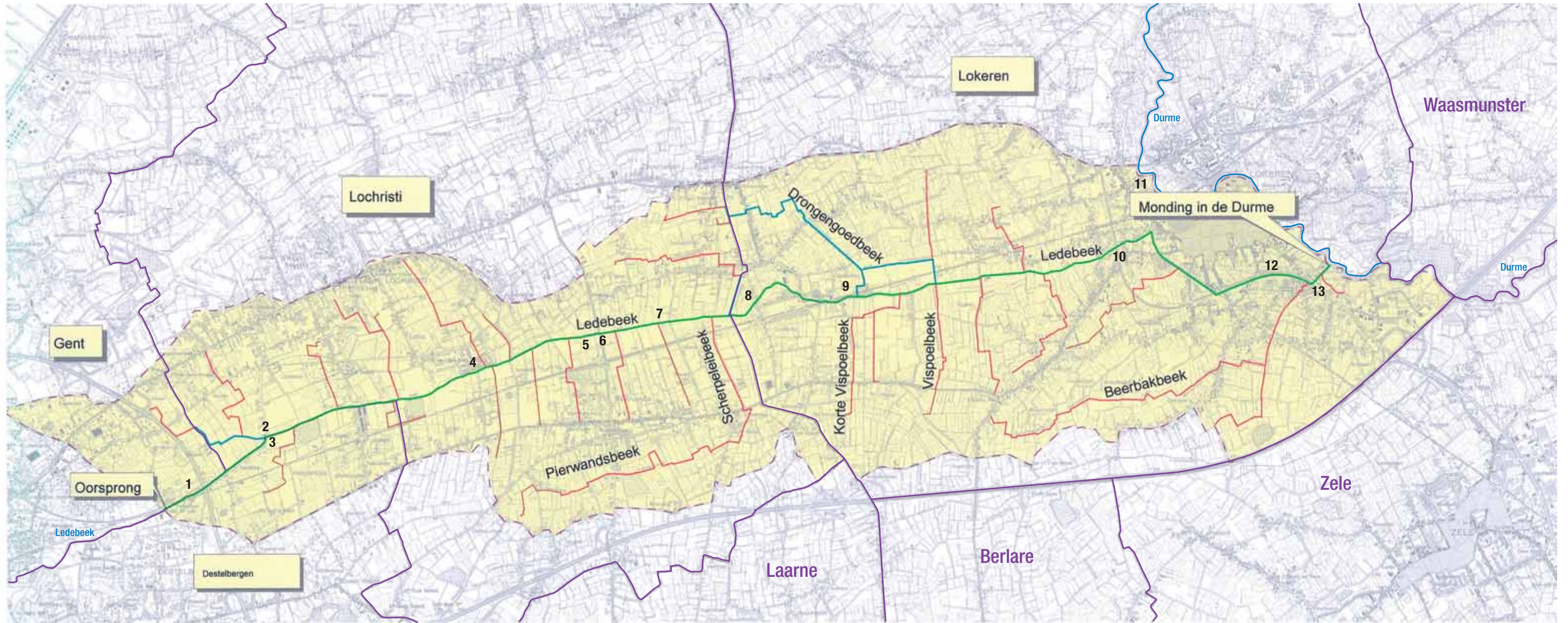
Het is duidelijk dat de uitvoering van de voorgestelde combinatie van ingrepen globaal een aanzienlijke verbetering betekent ten opzichte van de huidige situatie.

Tot op zekere hoogte zullen we moeten wennen aan regelmatige of wellicht onregelmatige wateroverlast, zoals het al eeuwen het geval is. Het is onmogelijk alle wateroverlast te vermijden; dat zou maatschappelijke offers vergen die onze samenleving niet bereid is te nemen. Wonen en werken langs waterlopen zal dus altijd een zeker risico op wateroverlast inhouden, te meer daar er weinig uitsluitel kan gegeven worden over de mate waarin de grote stormen van de laatste jaren zich zullen herhalen. Het is wijs om de nog beschikbare ruimte verstandig te gebruiken om extreme afvoeren te bufferen en extra afvoer van water te vermijden. 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 te krijgen. Dat geldt ook voor het goede onderhoud van de hydraulische infrastructuur. Het verleden toont aan dat meegesleurde takken en zwerfvuil soms zeer nefaste gevolgen kunnen hebben (verstoppingen aan duikers en bruggen). Het voorkomen van overstromingen is daarom niet enkel een kwestie van computermodellen en overheidsinitiatieven. Integraal waterbeheer berust evenzeer op de verantwoordelijkheidszin van elke individuele burger.



De Durme ter hoogte van de uitlaatconstructie van de pompstations.





- 1 R4
- 2 Lichtelarestraat
- 3 Veldekenstraat
- 4 Pensionaatstraat
- 5 Uco
- 6 Beerveldsebaan
- 7 Volderstraat
- 8 Nieuwe Stationsstraat
- 9 Oudenbos
- 10 Karlapperstraat/Hillare
- 11 Durmelaan
- 12 Boudewijnlaan
- 13 Zelebaan



